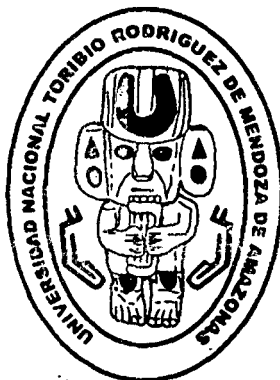


UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA"
DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EFFECTO DE TRES AGENTES OSMÓTICOS EN LA
DESHIDRATACIÓN Y SECADO CON AIRE CALIENTE DEL
MANGO (*Mangifera indica L.*)

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES:

Br. MANUEL NERI CHÁVEZ

Br. REINER OBLITAS DELGADO

ASESOR:

Ing. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA

CO - ASESOR:

Ms. C. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI

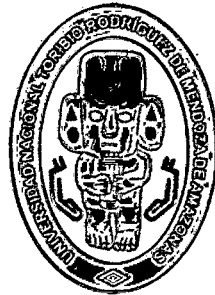
CHACHAPOYAS - AMAZONAS

2013



10 6 ENE 2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE TRES AGENTES OSMÓTICOS EN LA DESHIDRATACIÓN Y
SECADO CON AIRE CALIENTE DEL MANGO (*Mangifera indica* L.)**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Autores : Br. MANUEL NERI CHÁVEZ
Br. REINER OBLITAS DELGADO**

Asesor : Ing. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA

Co-asesor : Ms. C. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI

CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ

2013



'06 ENE 2014'

DEDICATORIAS

A mis queridos padres Marcelina Chávez López y Andrés Neri Guimac, por haber confiado en mí; sin Uds. no hubiese podido cumplir este sueño, de ser un buen profesional.

A mis hermanos Ethel Dorisa Buelot Chávez y Juan Carlos Neri Chávez por su apoyo, su confianza y consejos que me inculcaron para lograr mis objetivos; y en especial a mi hermano Persi Martin Inga Chávez que desde el cielo me ilumina.

Manuel Neri Chávez

A mis queridos padres: Sixto Manuel Oblitas Sánchez y María Eva Delgado Rivera por su amor, comprensión y apoyo incondicional para cumplir mis metas trazadas.

A mis tíos: Fausto Celestino Delgado Rivera y Joiser Delgado Rivera por sus consejos, confianza y por estar siempre conmigo.

Reiner Oblitas Delgado

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarnos fuerzas para seguir adelante y desfallecer en nuestros sueños.

A nuestros padres por su confianza, soporte y paciencia, para lograr lo propuesto; nuestros hermanos por sus consejos y apoyos.

A nuestros amigos, porque gracias a ellos se compartieron muchas alegrías en nuestro camino, por sus vivencias compartidas y sus lecciones aprendidas.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) por ser nuestra alma mater, de manera especial a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, por los conocimientos entregados y valores impartidos en las aulas y fuera de ellas por parte de los docentes, que servirán de mucha en nuestra vida profesional.

A los encargados de los Laboratorios de la UNTRM-A y al personal técnico, quienes nos apoyaron y sirvieron de manera incondicional durante la ejecución de la presente Investigación.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA

Ph.D., Dr. Hab. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ
RECTOR

Dr. ROBERTO JOSÉ NERVI CHACÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO (e)

Dr. EVER SALOMÉ LÁZARO BAZÁN
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO (e)

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“EFECTO DE TRES AGENTES OSMÓTICOS EN LA DESHIDRATACIÓN Y SECADO CON AIRE CALIENTE DEL MANGO (*Mangifera indica* L.)”**, de los tesisistas egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios:

- Br. Neri Chávez Manuel
- Br. Oblitas Delgado Reiner

El suscrito da el visto bueno al informe de la mencionada tesis, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 21 de octubre del 2013



Ing. Polito Michael Huayama Sopla

Docente Auxiliar TC

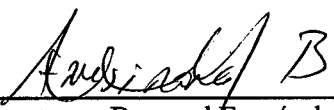
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS

El Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“EFECTO DE TRES AGENTES OSMÓTICOS EN LA DESHIDRATACIÓN Y SECADO CON AIRE CALIENTE DEL MANGO (*Mangifera indica* L.)”**, de los tesisistas egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios:

- Br. Neri Chávez Manuel
- Br. Oblitas Delgado Reiner

El suscrito da el visto bueno al informe de la mencionada tesis, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 21 de octubre del 2013



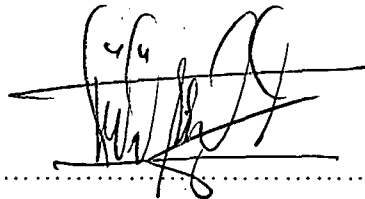
Ms. C. Armstrong Barnard/Fernández Jeri
Docente Asociado TC

JURADO EVALUADOR



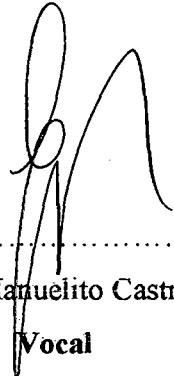
.....
Dr. Miguel Angel Barrena Gurbillón

Presidente



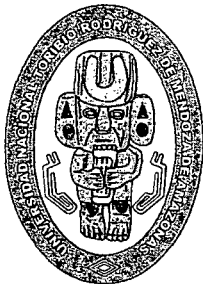
.....
Ing. Meregildo Silva Ramírez

Secretario



.....
Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo

Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 28 de NOVIEMBRE del año 2013, siendo las 2 pm horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Dr. Miguel Ángel Barrios Gurbilles

Secretario: Ingeniero Mercedito Silca Remigio

Vocal: Ingeniero Efraen Manuelto Castro Alayo

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Manuel Neri Chávez

titulado Efectos de tres agentes osmóticos en la deshidratación y secado con aire caliente del mango (Mangifera indica L.)

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 4 pm horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL





UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE Ingeniería y Ciencias Agrarias

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 28 de Nov del año 2013, siendo las 2^{da} horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Dr. Miguel Ángel Barveza Gurbillo

Secretario: Ing. Marcelino Silva Ramírez

Vocal: Ing. Frank Mendoza Castro Alayo

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Reiner Oblutas Delgado, titulado Efecto de tres agentes osmóticos en la deshidratación y Secado con aire caliente del manco (Mollusca indica L)

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 4^{da} horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL



INDICE GENERAL	Pág.
DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
JURADO EVALUADOR.....	viii
COPIA DE ACTA DE SUSTENTACION.....	ix
INDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. El mango.....	2
1.2. Deshidratación.....	2
1.2.1. Deshidratación osmótica (DO).....	3
A. Ventajas.....	3
B. Desventajas.....	3
1.2.2. Deshidratación osmótica de frutas.....	3
1.2.3. Soluciones osmóticas.....	3
1.2.3.1. Miel de abejas.....	4
1.2.3.2. Panela.....	4
1.2.3.3. Sacarosa (azúcar).....	4
1.2.4. Factores que influyen sobre la velocidad de deshidratación.....	4
A. Temperatura de la solución osmótica.....	4
B. Naturaleza y concentración del agente osmótico.....	5
C. Estructura y composición del fruto, y tamaño de las piezas.....	5
D. Relación solución osmótica/alimento.....	5
1.3. Secado.....	6
1.3.1. Secador de bandejas.....	6
1.4. Producto osmodeshidratado.....	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8

2.1. Lugar de ejecución.....	8
2.2. Matera prima.....	8
2.3. Métodos.....	8
2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	8
2.3.2. Deshidratación osmótica y secado de mango.....	9
2.3.3. Evaluación de la deshidratación osmótica de mango.....	15
A. Pérdida de peso (PP).....	15
B. Pérdida de agua (PA).....	15
C. Ganancia de sólidos (SG).....	15
D. Contenido neto de humedad (CNH).....	16
2.3.4. Análisis del producto final.....	16
2.3.4.1. Estabilidad del producto almacenado a temperatura ambiente...	16
2.3.4.2. Evaluación sensorial.....	16
2.3.4.3. Análisis microbiológico.....	17
2.3.5. Análisis Estadístico.....	17
A. Deshidratación osmótica.....	17
B. Secado con aire caliente.....	18
C. Evaluación sensorial de mango osmodeshidratado.....	19
III. RESULTADOS.....	20
3.1. Características fisicoquímicas del mango.....	20
3.2. Efecto de la osmodeshidratación en la pérdida de peso, pérdida de agua, ganancia de sólidos y contenido neto de humedad.....	20
3.2.1. Pérdida de peso en función a la temperatura de osmodeshidratación....	22
3.2.2. Pérdida de peso en función del agente osmótico.....	23
3.2.3. Pérdida de peso en función de la concentración del agente osmótico....	23
3.2.4. Pérdida de agua en función a la temperatura de osmodeshidratación....	24
3.2.5. Pérdida de agua en función del agente osmótico.....	24
3.2.6. Pérdida de agua en función de la concentración del agente osmótico....	25
3.2.7. Sólidos ganados en función a la temperatura de osmodeshidratación....	25
3.2.8. Sólidos ganados en función del agente osmótico.....	26
3.2.9. Sólidos ganados en función de la concentración del agente osmótico...	26
3.2.10. Contenido neto de humedad en función a la temperatura de osmodeshidratación.....	27

3.2.11. Contenido neto de humedad en función del agente osmótico.....	28
3.2.12. Contenido neto en función de la concentración del agente osmótico....	28
3.3. Condiciones para el secado del mango osmodeshidratado de los mejores tratamientos.....	29
3.4. Efecto de la osmodeshidratación y secado en la pérdida de peso, pérdida de agua, ganancia de sólidos y contenido neto de humedad.....	31
3.5. Efecto del secado en la pérdida de peso, pérdida de agua y contenido neto de humedad.....	36
3.5.1. Pérdida de peso en función de la temperatura de secado.....	36
3.5.2. Pérdida de peso en función de la fruta osmodeshidratada.....	37
3.5.3. Pérdida de agua en función de la temperatura de secado.....	37
3.5.4. Pérdida de agua en función de la fruta osmodeshidratada.....	38
3.5.5. Contenido neto de humedad en función de la temperatura de secado.....	38
3.5.6. Contenido neto de humedad en función de la fruta osmodeshidratada....	39
3.6. Evaluación sensorial.....	39
3.7. Caracterización fisicoquímica del producto final y control de calidad.....	40
3.7.1. Descripción física.....	40
3.7.2. Características sensoriales.....	40
3.7.3. Características fisicoquímicas.....	41
3.7.4. Características microbiológicas.....	41
IV. DISCUSION.....	43
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de bloques para la deshidratación osmótica de mango.....	13
Figura 2. Secuencia de pruebas experimentales de deshidratación osmótica y secado del mango.	14
Figura 3. Resultados de pérdida de peso, agua, sólidos ganados y contenido neto de humedad después de seis horas.....	22
Figura 4. Porcentaje de pérdida de peso vs T° de osmodeshidratación.....	22
Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso vs agente osmótico.....	23
Figura 6. Porcentaje de pérdida de peso vs concentración.....	24
Figura 7. Porcentaje de pérdida de agua vs T° de osmodeshidratación.....	24
Figura 8. Porcentaje de pérdida de agua vs agente osmótico.....	25
Figura 9. Porcentaje de pérdida de agua vs concentración.....	25
Figura 10. Porcentaje de sólidos ganados vs T° de osmodeshidratación.....	26
Figura 11. Porcentaje de sólidos ganados vs agente osmótico.....	26
Figura 12. Porcentaje de sólidos ganados vs concentración.....	27
Figura 13. Porcentaje de contenido neto de humedad vs T° de osmodeshidratación.....	27
Figura 14. Porcentaje de contenido neto de humedad vs agente osmótico.....	28
Figura 15. Porcentaje de contenido neto de humedad vs concentración.....	29
Figura 16. Disminución del peso total (g) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado.....	31
Figura 17. Disminución de la humedad (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado.....	32
Figura 18. Pérdida de peso (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado.....	33
Figura 19. Pérdida de agua (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado.....	34
Figura 20. Contenido neto de humedad (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado.....	35
Figura 21. Porcentaje de pérdida de peso vs temperatura de secado.....	36
Figura 22. Porcentaje de pérdida de peso vs fruta.....	37
Figura 23. Porcentaje de pérdida de agua vs temperatura de secado.....	37
Figura 24. Porcentaje de pérdida de agua vs fruta.....	38
Figura 25. Porcentaje de contenido neto de humedad vs temperatura de secado.....	38
Figura 26. Porcentaje de contenido neto de humedad vs fruta.....	39
Figura 27. Evaluación sensorial del tratamiento D ₅₀ °C.....	40

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	Pág.
Fotografía 1. Medición de la humedad.....	90
Fotografía 2. Determinación de ácido ascórbico.....	90
Fotografía 3. Determinación de cenizas.....	90
Fotografía 4. Determinación de acidez titulable.....	90
Fotografía 5. Medición de los sólidos solubles.....	90
Fotografía 6. Medición de los °Brix.....	91
Fotografía 7. Preparación del agente osmótico.....	91
Fotografía 8. Pelado y cortado del mango.....	91
Fotografía 9. Escaldado.....	91
Fotografía 10. Medias rodajas.....	91
Fotografía 11. Pesado de la pulpa del mango.....	91
Fotografía 12. Retiro del baño maría.....	92
Fotografía 13. Escurrido.....	92
Fotografía 14. Control de peso.....	92
Fotografía 15. Incorporación de muestras.....	92
Fotografía 16. Regreso al baño maría.....	92
Fotografía 17. Proceso de osmodeshidratación.....	92
Fotografía 18. Secado.....	93
Fotografía 19. Control de peso.....	93
Fotografía 20. Enfriado.....	93
Fotografía 21. Envasado.....	93
Fotografía 22. Rehidratación.....	93
Fotografía 23. Evaluación.....	93
Fotografía 24. Evaluación.....	94
Fotografía 25. Preparación de la muestra.....	94
Fotografía 26. Preparación de diluciones.....	94
Fotografía 27. Sembrado en medio de cultivo.....	94
Fotografía 28. Recuento de bacterias mesófilas.....	95
Fotografía 29. Recuento de mohos y levaduras.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Condiciones para la osmodeshidratación del mango.....	11
Tabla 2. Características fisicoquímicos del mango.....	20
Tabla 3. Resultados de pérdida de peso, pérdida de agua, sólidos ganados y contenido neto de humedad después de seis horas.....	21
Tabla 4. Condiciones para el secado del mango osmodeshidratado de los mejores tratamientos.....	30
Tabla 5. Resultados de pérdida de peso, pérdida de agua y contenido neto de humedad después del secado.....	36
Tabla 6. Evaluación sensorial del tratamiento D ₅₀ °C.....	40
Tabla 7. Características sensoriales del mango osmodeshidratado y secado.....	41
Tabla 8. Características fisicoquímicos del mango osmodeshidratado y secado en 100 g.....	41
Tabla 9. Evaluación microbiológica de mango osmodeshidratado-secado.....	42
Tabla 10. T3 osmodeshidratado a 50 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas.....	55
Tabla 11. T3 osmodeshidratado a 50 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas.....	56
Tabla 12. T6 osmodeshidratado a 50 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas.....	57
Tabla 13. T6 osmodeshidratado a 50 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas.....	58
Tabla 14. T9 osmodeshidratado a 50 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas.....	59
Tabla 15. T9 osmodeshidratado a 50 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas.....	60
Tabla 16. T12 osmodeshidratado a 60 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas.....	61
Tabla 17. T12 osmodeshidratado a 60 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas.....	62
Tabla 18. T15 osmodeshidratado a 60 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas.....	63

Tabla 19. T15 osmodeshidratado a 60 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas.....	64
Tabla 20. T18 osmodeshidratado a 60 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas.....	65
Tabla 21. T18 osmodeshidratado a 60 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas.....	66
Tabla 22. Variación de la Pérdida de peso (PP (%)) en muestras de mango.....	67
Tabla 23. Análisis de Varianza para % Pérdida de peso.....	67
Tabla 24. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por T° de osmodeshidratación.....	68
Tabla 25. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Agente osmótico.....	68
Tabla 26. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Concentración.....	69
Tabla 27. Variación de la Pérdida de agua (PA (%)) en muestras de mango.....	69
Tabla 28. Análisis de Varianza para % Pérdida de agua.....	70
Tabla 29. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por T° de osmodeshidratación.....	70
Tabla 30. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Agente osmótico.....	70
Tabla 31. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Concentración.....	71
Tabla 32. Variación de los Sólidos ganados (SG (%)) en muestras de mango.....	71
Tabla 33. Análisis de Varianza para % Sólidos ganados.....	72
Tabla 34. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Sólidos ganados por T° de osmodeshidratación.....	72
Tabla 35. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Sólidos ganados por Agente osmótico.....	72
Tabla 36. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Sólidos ganados por Concentración.....	73
Tabla 37. Variación del Contenido neto de humedad (CNH (%)) en muestras de mango.....	73
Tabla 38. Análisis de Varianza para % Contenido neto de humedad.....	74

Tabla 39. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por T° de osmodeshidratación.....	74
Tabla 40. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Agente osmótico.....	74
Tabla 41. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Concentración.....	75
Tabla 42. Variación de la pérdida de peso (PP (%)) en muestras de mango osmodeshidratado.....	75
Tabla 43. Análisis de Varianza para % Pérdida de peso.....	76
Tabla 44. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Temperatura de secado.....	76
Tabla 45. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Fruta.....	77
Tabla 46. Variación de la pérdida de agua (PA (%)) en muestras de mango osmodeshidratado-secado.....	77
Tabla 47. Análisis de Varianza para % Pérdida de agua.....	78
Tabla 48. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Temperatura de secado.....	78
Tabla 49. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Fruta.....	79
Tabla 50. Variación del contenido neto de humedad (CNH (%)) en muestras de mango osmodeshidratado-secado.....	79
Tabla 51. Análisis de Varianza para % Contenido neto de humedad.....	80
Tabla 52. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Temperatura de secado.....	80
Tabla 53. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Fruta.....	81
Tabla 54. Resultados obtenidos del aspecto general del análisis sensorial de mango osmodeshidratado-secado.....	82
Tabla 55. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 54.....	82
Tabla 56. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 54.....	82
Tabla 57. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 56 mediante la prueba Tukey.....	93
Tabla 58. Resultados obtenidos del color del análisis sensorial de mango osmodeshidratado.....	84
Tabla 59. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 58.....	84

Tabla 60. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 58.....	84
Tabla 61. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 60 mediante la prueba Tukey.....	85
Tabla 62. Resultados obtenidos del olor del análisis sensorial de mango osmodeshidratado.....	86
Tabla 63. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 62.....	86
Tabla 64. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 62.....	86
Tabla 65. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 64 mediante la prueba Tukey.....	87
Tabla 66. Resultados obtenidos del sabor del análisis sensorial de mango osmodeshidratado.....	88
Tabla 67. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 66.....	88
Tabla 68. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 66.....	88
Tabla 69. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 68 mediante la prueba Tukey.....	89

RESUMEN

En la investigación se determinó el efecto de tres agentes osmóticos en la deshidratación y secado con aire caliente del mango (*Mangifera indica* L.); aplicando las operaciones de recepción, selección, lavado, pelado, pesado, desemillado, troceado, escaldado, escurrido, deshidratación, lavado, escurrido, secado, enfriado, envasado y almacenamiento. La metodología experimental para la osmodeshidratación consistió en sumergir al mango en forma de medias rodajas en tres agentes osmóticos (miel de abejas, panela granulada y sacarosa), en concentraciones 50, 60 y 70 °Brix, a dos temperaturas (50 y 60 °C) por un tiempo de 6 horas. Los tratamientos que obtuvieron mejores resultados en cuanto a pérdida de peso (% PP), de agua (% PA), sólidos ganados (% SG) y contenido neto de humedad (% CNH), fueron secados en el secador de bandejas a las temperaturas de 50 y 60 °C. Para el procesamiento de datos se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV; y para el análisis sensorial se usó 12 panelistas semi-entrenados quienes evaluaron los atributos de aspecto general, color, olor y sabor. El mejor tratamiento de osmodeshidratación fue a 60 °C, con miel de abejas, a 70 °Brix y secado a 50 °C. El producto se almacenó a temperatura ambiente por un tiempo de 3 meses, se le realizó el análisis fisicoquímico (cenizas, sólidos solubles, acidez titulable, humedad, sólidos totales, pH y ácido ascórbico) y el análisis microbiológico de mesófilos, mohos y levaduras fue < 10 ufc/g, obteniéndose que el producto es aceptable.

Palabras claves: Deshidratación osmótica, agentes osmóticos, secado.

ABSTRACT

In the investigation it was determined the effect of three osmotic agents in the dehydration and dried with hot air of the handle (*Mangifera indian L.*); applying to the operations of reception, selection, washed, pared, weighed, seeded, sliced, parboiled, drained, dehydration, washed, drained, dried, cooled, packaging and storage. The experimental methodology for the osmotic dehydration consisted in dip the handle in form of slices stockings in three osmotic agents (honey of bees, granulated brown sugar and sucrose), in concentrations 50, 60 and 70 °Brix, to two temperatures (50 and 60 °C) for a time of 6 hours. The treatments that obtained better results with regard to weight loss (% WL), of water (% WW), won solids (% WS) and net content of humidity (% NCH), were dried in the dryer of trays to the temperatures of 50 and 60 °C. For the processing of data was used the statistical package Statgraphics Centuriaon XV; and for the sensory analysis was used for 12 panelists semi-trained who evaluate the attributes of general aspect, color, scent and savor. The best treatment of osmotic dehydration was at 60 °C, with honey of bees, to 70 °Brix and dried at 50 °C. The product was stored at ambient temperature by in time of 3 months, the physicochemical analysis was realized (ashes, soluble solids, titleable acidity, humidity, total solids, pH and ascorbic acid) and the microbiological analysis of mesophyll, molds and yeasts it was <10 ufc/g, being obtained that the product is acceptable.

Key words: Osmotic dehydration, osmotic agents, dried

I. INTRODUCCIÓN

El mango comercial que actualmente se consume tiene un bajo costo adquisitivo, no solo porque se comercializa como fruta fresca, sino también por el inadecuado manejo pos cosecha que se le aplica, sumado a esto la perecibilidad de la fruta hacen que la calidad de esta sea deficiente, con estas deficiencias estamos muy lejos de obtener un producto certificado para exportación; teniendo en cuenta estas consideraciones se planteó la presente investigación, la cual dará valor agregado y prolongará el tiempo de vida útil del producto, a través del método combinado de deshidratación osmótica utilizando agentes osmóticos y posterior secado.

Una de las formas de preservar los alimentos, y que puede ser considerada como una tecnología de procesamiento mínimo, es la deshidratación osmótica (DO). Esta tecnología ha cobrado recientemente mucha importancia. Sin embargo, su adopción en muchos países no ha tenido el efecto que se esperaba, no obstante, creemos que en el Perú puede adaptarse con mucha expectativa (Suca, 2008).

El proceso de deshidratación osmótica directa es una tecnología que se utiliza para prolongar la vida útil de las frutas, evitando el deterioro e inclusive brindando una apariencia más aceptable y agradable para los consumidores. Las frutas deshidratadas por ósmosis, son un dulce natural que brindan salud y una adecuada nutrición, ya que son fuente de fibra, potasio, calcio y vitamina C (Calderón y Jurado, 2008).

En la conservación de frutas, el secado combinado con pretratamientos juega un papel importante en el desarrollo de nuevos productos. La DO, como pretratamiento, favorece la disminución de los cambios adversos que ocurren durante el uso de métodos combinados, mientras que el secado ayuda a conservar por más tiempo la fruta (Gildardo *et al.*, 2005).

1.1. El mango

El mango (*Mangifera indica* L.) es un fruto tropical y climatérico, la mayor producción lo registran las regiones de Ancash, Lambayeque y Piura, en la región Amazonas específicamente se cultivan en las provincias de Bagua, Chachapoyas y Utcubamba, se aprovecha mayoritariamente como fruta fresca y el procesamiento aún es deficiente.

Según (USDA, 2006) 100 g de mango contiene 81,7 g de agua, 17 g de hidratos de carbono, 1,8 g de fibra y 27,7 mg de vitamina C

1.2. Deshidratación

La deshidratación es uno de los procesos más antiguos de preservación de frutas, debido a la mínima actividad de agua, los microorganismos no pueden proliferar y quedan detenidas la mayoría de las reacciones químicas que pueden alterar a las frutas, reduce el grado de humedad en la fruta deteniendo el crecimiento de microorganismos que son los causantes de que la fruta se deteriore (Pérez y Martínez, 2011).

1.2.1. Deshidratación osmótica (DO)

Es el proceso de remoción de agua en el cual los alimentos (tales como frutas y vegetales) son colocados en una solución concentrada de sólidos solubles donde ocurre deshidratación parcial del agua del producto, y simultáneamente se presenta en menor cantidad, la entrada de solutos desde la parte externa hasta el interior del producto a deshidratar (Wolti *et al.*, 1995).

En el proceso de secado osmótico se pueden dividir en dos períodos: (1) un período, de alrededor de 2 horas, con una alta velocidad de eliminación de agua y (2) un período, de 2 a 6 horas, con una velocidad decreciente de eliminación de agua. Comparada con el secado por aire o con la liofilización, la deshidratación osmótica es más rápida, ya que la eliminación de agua ocurre sin cambio de fase (Farkas y Lazar, 1969; Raoult *et al.*, 1989; Jayaraman y Das Gupta, 1992).

Esta técnica presenta las siguientes ventajas y desventajas (Pérez y Martínez, 2011)

A. Ventajas

- La concentración de azúcar en la superficie reduce la decoloración y oscurecimiento de la fruta.
- Algunos ácidos son eliminados, resultando un producto menos fuerte de sabor y más dulce.
- El período de deshidratado se reduce.

B. Desventajas

- La disminución del nivel de acidez puede resultar una desventaja ya que los hongos tendrán mayor posibilidad de desarrollarse.
- Puede mantenerse una delgada capa de azúcar que hará pegajosa la superficie de la fruta, esto se reduce enjuagándola ligeramente y secándola nuevamente antes de envasarla.

1.2.2. Deshidratación osmótica de frutas

La DO es una técnica que aplicada a productos hortofrutícolas permite reducir su contenido de humedad (hasta un 50-60 % en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles. Si bien el producto obtenido no es estable para su conservación, su composición química permite obtener, después de un secado con aire caliente o una congelación, un producto final de buena calidad organoléptica (Torreggiani, 1993).

1.2.3. Soluciones osmóticas

La elección del soluto o solutos de la solución osmótica está basada en tres factores muy importantes: (1) las características sensoriales del producto, (2) el costo del soluto y (3) la masa molecular del mismo (Marcotte, 1988). Generalmente, los solutos más usados en los procesos de deshidratación osmótica son el cloruro sódico, la sacarosa, la lactosa, jarabe de maíz con alto contenido en fructosa y glicerol.

1.2.3.1. Miel de abejas

Según Muñoz de Chávez *et al.* (2002), 100 g de miel de abejas tiene un valor energético de 321 Kcal, además contiene 17,20 % de humedad, hidratos de carbono 78,00 g y ácido ascórbico 4,00 mg.

1.2.3.2. Panela

Según CORPOICA (2006) citado por García *et al.* (2007), 100 g de panela granulada contiene 97,00 g de carbohidratos, 89,00 g de sacarosa, 6,00 g de azúcar invertido y 1,90 g de humedad.

1.2.3.3. Sacarosa (azúcar)

Según Muñoz de Chávez *et al.* (2002), 100 g de azúcar morena tiene un valor energético de 369 Kcal, también contiene 7,40 % de humedad y 90,60 g de hidratos de carbono.

1.2.4. Factores que influyen sobre la velocidad de deshidratación

A. Temperatura de la solución osmótica: La temperatura, como en la mayoría de los procesos de deshidratación, es una variable muy importante en la DO. Podemos decir que, los procesos de DO a mayores temperaturas generalmente promueven una pérdida de agua mucho más rápida que a bajas temperaturas. El incremento de la temperatura disminuye la viscosidad de la solución osmótica haciendo que esta fluya con menos dificultad al interior de la heterogénea conformación del tejido alimentario. Por consiguiente, se puede decir que la temperatura también influye en la ganancia de sólidos por parte del alimento. Las temperaturas cercanas a 60 °C pueden inducir una ligera degradación de los tejidos, lo cual favorece la incorporación de solutos al tejido. La influencia de la temperatura en la ganancia de solutos ha sido demostrada y bien documentada por varios autores; aunque dicha influencia varía de acuerdo a la naturaleza del producto tratado y de las características del tratamiento aplicado. Sin embargo, la aplicación de temperaturas por encima de 60 °C puede provocar cambios perjudiciales contra la integridad del tejido alimentario, además de causar pardeamiento interno y ocasionar pérdida de compuestos termolábiles (vitaminas, compuestos

aromáticos, entre otros). Algunos parámetros de temperatura más usados en osmodeshidratación son: temperatura ambiente, 25 °C, 30 °C, 40 °C y 60 °C (Suca, 2008).

B. Naturaleza y concentración del agente osmótico: La naturaleza del agente osmótico es fundamental para definir el comportamiento del producto durante los procesos osmóticos de deshidratación. Se han utilizado, en diferentes trabajos, gran variedad de agentes osmóticos, principalmente azúcares, como sacarosa, maltosa, glucosa, fructosa y lactosa entre otros o mezclas de ellos (Torres, 2007). En función de su naturaleza y propiedades físicas (viscosidad, poder depresor de la A_w , etc.), se observará un comportamiento u otro, ya que la interacción de los solutos con el agua y la matriz sólida del alimento será distinta (Cháfer *et al.*, 2001).

Por otra parte, el tamaño de la molécula de soluto va a suponer una mayor o menor facilidad para difundir en la estructura compleja de los distintos productos (Torres, 2007). De los agentes osmóticos anteriormente mencionados, el más utilizado para la deshidratación de frutas es la sacarosa (Biswal y Bozorgmehr, 1992; Barat *et al.*, 2001) debido a su fácil accesibilidad y aceptable sabor, y por reducir el pardeamiento enzimático (Conway *et al.*, 1983, Giraldo *et al.*, 2003).

C. Estructura, composición del fruto y tamaño de las piezas: Durante la transferencia de agua/soluto(s) que ocurre en el proceso de DO, un factor determinante es la naturaleza, la estructura y/o geometría del tejido a deshidratar que está dada por la especie, la variedad y el estado de madurez. La amplia variación de la física natural de la fruta afecta al comportamiento osmótico y al estado final de los productos deshidratados osmóticamente (Pointing, 1973; Islam y Flink, 1982; Lenart y Flink, 1984).

D. Relación solución osmótica/alimento: La relación solución osmótica/alimento expresa la cantidad de solución requerida por unidad

de peso del alimento a deshidratar. Este factor es importante en el proceso de DO. Cuando se sumerge el alimento en la solución, este pierde agua de manera progresiva y a una velocidad directamente proporcional a la fuerza osmótica. El agua drenada diluye la solución a la misma velocidad con que fluye desde el alimento. Otra causa de la pérdida progresiva de la fuerza osmótica es la incorporación de soluto en la matriz del alimento, ocasionando que el medio pierda dichos sólidos (Suca, 2008).

1.3. Secado

Significa la remoción de cantidades de agua relativamente pequeñas de cierto material. En el secado, el agua casi siempre se elimina en forma de vapor con aire. El secado o deshidratación de materiales biológicos (en especial los alimentos), se usa también como técnica de preservación. Los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua. Además, muchas de las enzimas que causan los cambios químicos en alimentos y otros materiales biológicos no pueden funcionar sin agua. Los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10 % en peso. Sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5 % en peso en los alimentos, para preservar su sabor y su valor nutritivo. Los alimentos secos pueden almacenarse durante periodos largos (Geankoplis, 1998).

Los productos tratados con DO por lo general requieren de un acondicionamiento suplementario para estabilizarlos durante el almacenamiento; uno de estos métodos es el secado. Este método de conservación desde tiempos remotos, es un medio de conservación de alimentos. El agua retirada durante este secado, deshidratación o concentración, puede ser eliminada de los alimentos por las simples condiciones ambientales o por una variedad de procesos controlados de deshidratación en los que se someten a técnicas que emplean diferentes medios como calor, aire, frío y ósmosis (Mazzeo *et al.*, 2006).

1.3.1. Secador de bandejas

En el secador de bandejas, que también se llama secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material, que puede ser un sólido en

forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad. Un secador de bandejas típico, tiene bandejas que se cargan y se descargan de un gabinete. Un ventilador recircula aire calentado con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. Más o menos del 10 al 20 % del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado. Después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se remplazan por otras con más material para secado (Geankoplis, 1998)

1.4. Producto osmodeshidratado

Es aquel al cual se le ha removido parcial o totalmente el agua de constitución por medios naturales o artificiales con la utilización de agentes osmóticos. Tienen propiedades antioxidantes debido al valioso nivel de vitamina C (ácido ascórbico) resultando conveniente su consumo en enfermedades degenerativas. Pueden ser consumidos en forma directa sino también aprovechada en forma industrial, como golosinas, agregado de yogurt, helados, bebidas, mix de cereales o como ingrediente de postres, pasteles, mermeladas, repostería en general e incluso cocinar como condimentos de carnes (Boletín ASERCA, 2009).

En la presente tesis se logró los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres agentes osmóticos en la deshidratación y secado con aire caliente del mango (*Mangifera indica* L.).

Objetivos específicos

- Realizar la caracterización fisicoquímica del mango (*Mangifera indica* L.).
- Evaluar la concentración de jarabe adecuado de cada agente osmótico.
- Determinar la temperatura ideal de secado de la fruta osmodeshidratada para minimizar cambios en color y sabor; así como la pérdida de aromas.
- Aplicar la evaluación organoléptica para la aceptabilidad del mango osmodeshidratado.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en los ambientes de los Laboratorios de Tecnología Agroindustrial, Ingeniería, Biología, Química y Laboratorios de Agua y Suelos (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Materia prima

Se utilizó mango (*Mangifera indica* L.), de la variedad Kent obtenido en el mercado de la ciudad de Chachapoyas, previamente seleccionado, con madurez intermedia, libre de daños físicos, mecánicos, enzimáticos y microbiológicos; se trabajó con la pulpa en forma de medias rodajas de 0,25 cm de espesor para facilitar el proceso de ósmosis.

2.3. Métodos

2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima

Se determinó las características fisicoquímicas del mango (cenizas, sólidos solubles, acidez titulable, % humedad, sólidos totales, índice de madurez, pH y ácido ascórbico).

- a) **Cenizas:** Se realizó mediante el método de calcinación (Castro *et al.*, 2007).
- b) **Sólidos solubles (°Brix):** Se realizó mediante el método del refractómetro digital (Castro *et al.*, 2007).
- c) **Acidez titulable:** Se realizó mediante el método de titulación acido-base (Castro *et al.*, 2007).
- d) **Humedad:** Se determinó mediante el método de pérdida de peso utilizando el analizador automático de humedad (Castro *et al.*, 2007).
- e) **Sólidos totales:** Se obtuvo restando de 100 el porcentaje de humedad.
- f) **Índice de madurez:** Se determinó mediante la relación: $IM = \text{°Brix} / \text{\% Acidez titulable}$ (Castro *et al.*, 2007).
- g) **pH:** Se realizó por el método potenciométrico, con un pH-metro microprocesador Q400MT. Rango 0=14, aprox. 0.01 (Castro *et al.*, 2007).

h) Ácido ascórbico: Se determinó mediante el método de Iodometría (Barrena *et al.*, 2000).

2.3.2. Deshidratación osmótica y secado de mango

Se desarrolló según la Figura 1, cuyo proceso se describe a continuación:

- **Recepción:** El mango se recibió del mercado de la localidad de Chachapoyas.
- **Selección:** Se descartó la fruta con cualquier signo de enfermedad o presencia de daños causados por el transporte.
- **Pesado:** Se realizó para determinar la cantidad con la cual se trabajó, haciendo uso de una balanza comercial de capacidad máx. 10 Kg con la finalidad de establecer el rendimiento para el producto final.
- **Lavado:** Se utilizó abundante agua, con la finalidad de eliminar las impurezas antes del procesamiento, para evitar todo tipo de contaminación.
- **Pelado:** Se realizó manualmente, utilizando cuchillos de acero inoxidable.
- **Pesado:** Se pesó nuevamente la fruta y se estableció la cantidad de cáscara que finalmente se eliminó.
- **Desemillado:** La fruta se cortó en dos partes, con la finalidad de facilitar la extracción de la semilla. Posteriormente la semilla fue pesada para luego emplear el dato en el balance de materia.
- **Troceado:** Se realizó con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable, en forma de medias rodajas de 0,25 cm de espesor; con el objeto de tener una mayor área de transferencia de los sólidos solubles desde el jarabe hacia la fruta durante el proceso.
- **Pesado:** Se pesó nuevamente la fruta, para establecer la cantidad con los cuales se inició el proceso de deshidratación osmótica.
- **Escaldado:** El mango troceado, se sometió a un escaldado con agua a una temperatura de 85 °C durante 2 minutos, al término de este tiempo se escurrió la fruta rápidamente y se sumergió nuevamente en agua fría (16 °C) lo que permitió que la fruta recupere la turgencia perdida durante la cocción.

- **Escurrido:** Consistió en eliminar el exceso de agua que la fruta adquirió durante el escaldado.
- **Deshidratación:** Las medias rodajas de fruta se sumergieron de forma independiente en soluciones de miel de abejas, panela y sacarosa a 50, 60 y 70 °Brix; a las temperaturas de 50 °C y 60 °C durante un tiempo de 6 horas respectivamente, en envases de vidrio con tapa, haciendo uso del baño maría YCW-010E el cual permitió controlar de forma precisa la temperatura del proceso de ósmosis, la relación de las soluciones fueron de 1:2 (mango: jarabe). Al jarabe previamente se adicionó ácido cítrico lo que contribuyó a bajar el pH, todo esto con la finalidad de conservar e inactivar las enzimas causantes del pardeamiento en la fruta.

Tabla 1. Condiciones para la osmodeshidratación del mango

Nro. Trat.	A	B	C	DESCRIPCIÓN
T1	A1	B1	C1	A1= 50 °C; B1= Miel de abejas; C1= 50 °Brix
T2	A1	B1	C2	A1= 50 °C; B1= Miel de abejas; C2= 60 °Brix
T3	A1	B1	C3	A1= 50 °C; B1= Miel de abejas; C3= 70 °Brix
T4	A1	B2	C1	A1= 50 °C; B2= Panela; C1= 50 °Brix
T5	A1	B2	C2	A1= 50 °C; B2= Panela; C2= 60 °Brix
T6	A1	B2	C3	A1= 50 °C; B2= Panela; C3= 70 °Brix
T7	A1	B3	C1	A1= 50 °C; B3= Sacarosa; C1= 50 °Brix
T8	A1	B3	C2	A1= 50 °C; B3= Sacarosa; C2= 60 °Brix
T9	A1	B3	C3	A1= 50 °C; B3= Sacarosa; C3= 70 °Brix
T10	A2	B1	C1	A2= 60 °C; B1= Miel de abejas; C1= 50 °Brix
T11	A2	B1	C2	A2= 60 °C; B1= Miel de abejas; C2= 60 °Brix
T12	A2	B1	C3	A2= 60 °C; B1= Miel de abejas; C3= 70 °Brix
T13	A2	B2	C1	A2= 60 °C; B2= Panela; C1= 50 °Brix
T14	A2	B2	C2	A2= 60 °C; B2= Panela; C2= 60 °Brix
T15	A2	B2	C3	A2= 60 °C; B2= Panela; C3= 70 °Brix
T16	A2	B3	C1	A2= 60 °C; B3= Sacarosa; C1= 50 °Brix
T17	A2	B3	C2	A2= 60 °C; B3= Sacarosa; C2= 60 °Brix
T18	A2	B3	C3	A2= 60 °C; B3= Sacarosa; C3= 70 °Brix

Fuente. Elaboración propia

A: Temperatura de osmodeshidratación

B: Agente osmótico

C: Concentración de agente osmótico

- **Lavado y escurrido:** El mango se sumergió en agua a una temperatura de 80°C por un tiempo de 10 a 15 segundos, al término de este tiempo se escurrió la fruta rápidamente y se sumergió nuevamente en agua fría (16 °C), con la finalidad de eliminar el jarabe residual y así evitar una posterior

cristalización del jarabe durante el secado, e inmediatamente se procedió a un drenado.

- **Secado:** El mango osmodeshidratado y escurrido fue colocado en las bandejas del secador, previamente se realizó la medición de la humedad. El secado se realizó a las temperaturas de 50 °C y 60 °C y una velocidad del aire de 3,5 m/s, hasta alcanzar como máximo una humedad de 15 %, esto se realizó a los mejores tratamientos.
- **Enfriamiento:** Luego del secado, las medias rodajas se dejaron reposar a temperatura ambiente (20 °C) durante 5 minutos; cubiertas con papel aluminio, con la finalidad de impedir que la fruta adquiriera humedad y también evitar una posible contaminación del producto terminado.
- **Pesado:** El producto final fue pesado en una balanza electrónica con la finalidad de calcular el rendimiento del proceso.
- **Envasado:** El producto final fue envasado al vacío en bolsas de polietileno.
- **Almacenamiento:** El producto terminado se guardó en un lugar fresco y seco, por un lapso de 3 meses. Después se realizó pruebas fisicoquímicas, microbiológicas de mohos y levaduras al mejor tratamiento, para analizar la conservación del producto final.

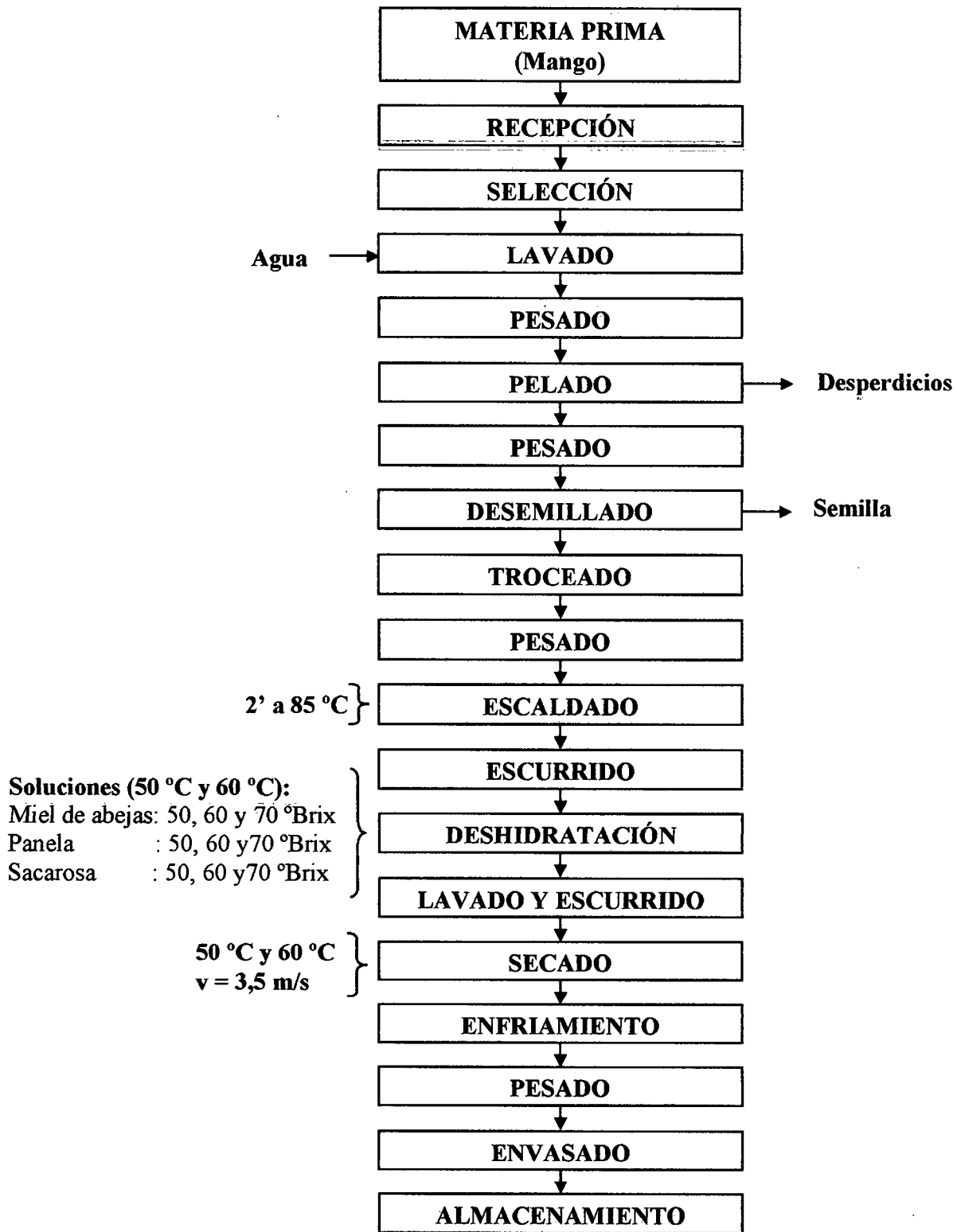


Figura 1. Diagrama de bloques para la deshidratación osmótica de mango

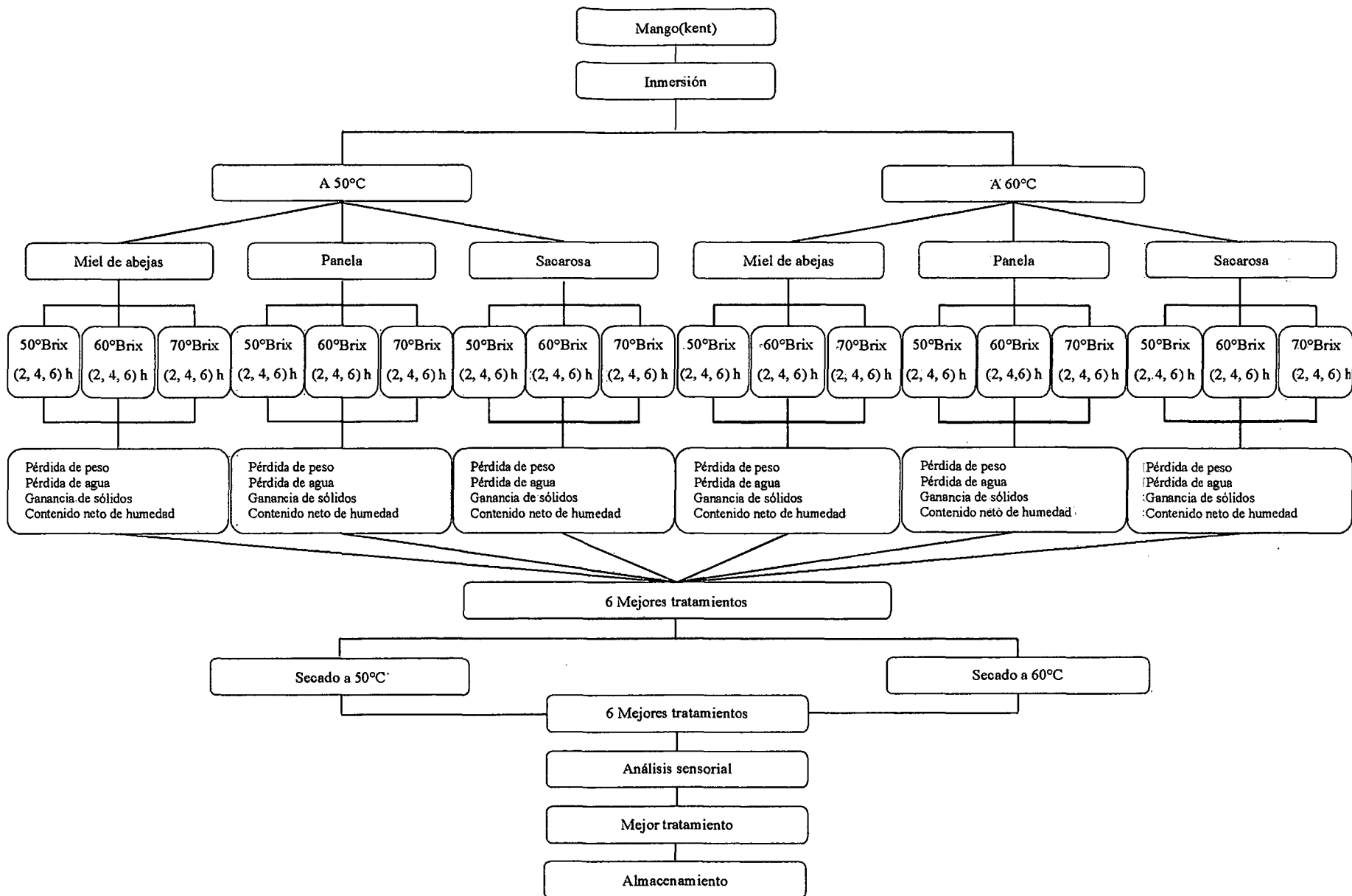


Figura 2. Secuencia de pruebas experimentales de deshidratación osmótica y secado del mango.

2.3.3. Evaluación de la deshidratación osmótica de mango

En esta parte del proceso se realizó la determinación de parámetros como: pérdida de peso (PP), pérdida de agua (PA), ganancia de sólidos (SG) y contenido neto de humedad (CNH). Esto se realizó cada 120 min, los cuales se calcularon mediante las siguientes ecuaciones (Romero y Aguila, 2007).

A. Pérdida de peso (PP): Se determinó al restar el peso inicial y el tomado rápidamente después de retirar la muestra del agente osmótico, en cada uno de los tiempos establecidos para la deshidratación osmótica:

$$PP = \frac{(M_o - M_f)}{M_o} \times 100$$

Dónde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

B. Pérdida de agua (PA): Se calculó al restar la humedad inicial del producto y la tomada rápidamente después de retirar la muestra del agente osmótico, en cada uno de los tiempos establecidos para la deshidratación osmótica:

$$PA = \frac{(M_o \times H_o) - (M_f \times H_f)}{M_o} \times 100$$

Dónde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

Ho: Humedad inicial de la fruta, como fracción (mL/g)

Hf: Humedad final de la fruta, como fracción (mL/g)

C. Ganancia de sólidos (SG): Se estableció al restar los sólidos solubles iniciales del producto y los tomados rápidamente después de retirar la muestra del agente osmótico, en cada uno de los tiempos establecidos para la deshidratación osmótica, se utilizó un refractómetro.

$$SG = \frac{(Mf \times Sf) - (Mo \times So)}{Mo} \times 100$$

Dónde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

So: Sólidos iniciales, como fracción (g)

Sf: Sólidos finales, como fracción (g)

D. Contenido neto de humedad (CNH): Se determinó por la relación entre la humedad tomada rápidamente después de retirar la muestra del agente osmótico y la humedad inicial del producto, en cada uno de los tiempos establecidos para el proceso.

Estos cálculos también fueron realizados al final del proceso, los cuales sirvieron para determinar las variables respuestas.

2.3.4. Análisis del producto final

2.3.4.1. Estabilidad del producto almacenado a temperatura ambiente

Se determinó las características fisicoquímicas (cenizas, sólidos solubles, acidez titulable, % humedad, sólidos totales, pH y ácido ascórbico) del mango osmodeshidratado y secado, almacenado a temperatura ambiente.

2.3.4.2. Evaluación sensorial

Se realizó la evaluación sensorial, del mejor tratamiento, mediante la prueba de aceptabilidad donde se indicó el grado de satisfacción en los consumidores. Para la evaluación se utilizó una escala hedónica de 7 puntos (Anexo 4). El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de comparaciones múltiples.

2.3.4.3. Análisis microbiológico

Se realizó el recuento de mohos y levaduras, del mejor tratamiento a los 90 días de almacenamiento, mediante la técnica de recuento en placa.

2.3.5. Análisis Estadístico

A. Deshidratación osmótica

Se trabajó con un experimento Factorial 2Ax3Bx3C, con Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 repeticiones. Dónde el Factor A esta representado la temperatura de osmodeshidratación, el Factor B está representado el tipo de agente osmótico a utilizar y el Factor C por la el nivel de concentración de soluto (°Brix) del agente osmótico. Para el análisis de los datos se hizo uso del software Statgraphics Centurion XV.

Modelo aditivo lineal

$$y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijklm}$$

$$i = 1, 2 \quad j = 1, 2, 3 \quad k = 1, 2, 3 \quad l = 1, 2, 3 \text{ (repeticiones)}$$

Dónde:

y_{ijkl} = Efecto de la osmodeshidratación en el mango (*Mangifera indica* L.) obtenido con la i-ésima temperatura de osmodeshidratación, j-ésimo agente osmótico y k-ésimo nivel de concentración de soluto (°Brix).

μ = Efecto de la media general

A_i = Efecto de la i-ésima temperatura de osmodeshidratación

B_j = Efecto del j-ésimo agente osmótico

C_k = Efecto del k-ésimo nivel de concentración

AB_{ij} = Efecto de la interacción de la i-ésima temperatura de osmodeshidratación y del j-ésimo agente osmótico

AC_{ik} = Efecto de la interacción de la i-ésima temperatura de osmodeshidratación y del k-ésimo nivel de concentración

BC_{jk} = Efecto de la interacción del j-ésimo agente osmótico y del k-ésimo nivel de concentración

ABC_{ijk} = Efecto de la interacción de la i-ésima temperatura de osmodeshidratación, j-ésimo agente osmótico y del k-ésimo nivel de concentración

ϵ_{ijkl} \equiv Efecto del error experimental

Nivel de significancia (α) : 5%

Nivel de confianza ($1-\alpha$) : 95%

Comparaciones múltiples: Para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de distribución Tukey al 95 % del nivel de confianza.

B. Secado con aire caliente

Los datos obtenidos de las pruebas fueron sometidos a un análisis DCA (2Ax6B) con 3 repeticiones, teniendo en cuenta los siguientes indicadores para medir las variables respuesta.

Modelo aditivo lineal

$$y_{in} = \mu + A_i + B_n + (AB)_{in} + \epsilon_{in}$$

$$i = 1, 2 \quad n = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \quad m = 1, 2, 3 \text{ (repeticiones)}$$

Dónde:

y_{in} = Efecto del secado en el mango osmodeshidratado (*Mangifera indica* L.) obtenido con la i-ésima temperatura de secado, n-ésima fruta osmodeshidratada en la m-ésima repetición

μ = Efecto de la media general

A_i = Efecto de la i-ésima temperatura de secado del mango.

B_n = Efecto de la n-ésima fruta osmodeshidratada en el secado de mango.

AB_{in} = Efecto de la interacción de la i-ésima temperatura de secado y n-ésima fruta osmodeshidratada en el secado de mango

ϵ_{in} = Efecto del error experimental

Nivel de significancia (α) : 5%
Nivel de confianza (1- α) : 95%

Comparaciones múltiples: Para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de distribución Tukey al 95 % del nivel de confianza.

C. Evaluación sensorial de mango osmodeshidratado

Para evaluar la aceptabilidad del mango osmodeshidratado se realizó una prueba hedónica, para lo cual se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 12 panelistas semi-entrenados, que evaluaron el aspecto general, color, aroma y sabor.

Modelo aditivo lineal

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$j = 1, \dots, 12$$

Dónde:

y_{ij} = Es el grado de aceptación en la i -ésima fruta osmodeshidratada evaluado por el j -ésimo panelista semi-entrenado

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto de la i -ésima fruta osmodeshidratada obtenida

B_j = Efecto del n -ésimo panelista semi-entrenado

ε_{ij} = Efecto del error experimental

Nivel de significancia (α) : 5%

Nivel de confianza (1- α) : 95%

Comparaciones múltiples: Para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de distribución Tukey al 95 % del nivel de confianza.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización fisicoquímica del mango

Se efectuó antes de realizar los tratamientos respectivos. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características fisicoquímicas del mango

Característica	Valor
Cenizas (%)	0,39
Sólidos solubles (°Brix)	17,20
Acidez titulable (%)	0,19
Humedad (%)	77,97
Sólidos totales (100 – % humedad)	22,03
Índice de madurez (°Brix/% de Acidez titulable)	90,53
pH	4,72
Ácido ascórbico (mg/100 g)	17,25

Fuente. Elaboración propia

3.2. Efecto de la osmodeshidratación en la pérdida de peso, pérdida de agua, ganancia de sólidos y contenido neto de humedad

En la Tabla 3 se muestran los resultados de pérdida de peso, pérdida de agua, sólidos ganados y contenido neto de humedad en el mango después de seis horas de osmodeshidratación a diferentes condiciones.

Tabla 3. Resultados de pérdida de peso, pérdida de agua, sólidos ganados y contenido neto de humedad después de seis horas.

T	Mo	Mf	Ho	Hf	So	Sf	PP	PA	SG	CNH
T1	120,00	94,42	0,7797	0,5641	0,172	0,41	21,32	33,58	15,06	72,35
T2	120,00	91,45	0,7797	0,5344	0,172	0,44	23,79	37,24	16,33	68,54
T3	120,00	88,18	0,7797	0,5017	0,172	0,47	26,52	41,10	17,34	64,35
T4	120,00	91,23	0,7797	0,5322	0,172	0,44	23,98	37,51	16,25	68,26
T5	120,00	90,75	0,7797	0,5274	0,172	0,45	24,38	38,09	16,83	67,64
T6	120,00	87,51	0,7797	0,4950	0,172	0,48	27,08	41,87	17,80	63,49
T7	120,00	99,59	0,7797	0,6158	0,172	0,36	17,01	26,86	12,68	78,98
T8	120,00	97,69	0,7797	0,5968	0,172	0,38	18,59	29,39	13,74	76,54
T9	120,00	89,39	0,7797	0,5138	0,172	0,46	25,51	39,70	17,07	65,90
T10	120,00	89,86	0,7797	0,5185	0,172	0,46	25,12	39,14	17,25	66,50
T11	120,00	87,37	0,7797	0,4936	0,172	0,48	27,19	42,03	17,75	63,31
T12	120,00	86,56	0,7797	0,4855	0,172	0,49	27,87	42,95	18,15	62,27
T13	120,00	90,18	0,7797	0,5217	0,172	0,45	24,85	38,76	16,62	66,91
T14	120,00	89,80	0,7797	0,5179	0,172	0,46	25,17	39,21	17,22	66,42
T15	120,00	85,15	0,7797	0,4714	0,172	0,50	29,04	44,52	18,28	60,46
T16	120,00	98,16	0,7797	0,5965	0,172	0,38	18,20	29,18	13,88	76,50
T17	120,00	95,60	0,7797	0,5759	0,172	0,40	20,33	32,09	14,67	73,86
T18	120,00	87,24	0,7797	0,4923	0,172	0,48	27,30	42,18	17,70	63,14

Fuente. Elaboración propia

Donde:

- Mo** : Peso inicial de la fruta (g)
- Mf** : Peso final de la fruta (g)
- Ho** : Humedad inicial de la fruta, fracción
- Hf** : Humedad final de la fruta, fracción
- So** : Sólidos iniciales de la fruta, fracción
- Sf** : Sólidos finales de la fruta, fracción
- PP** : Pérdida de peso (%)
- PA** : Pérdida de agua (%)
- SG** : Sólidos ganados (%)
- CNH** : Contenido neto de humedad (%)

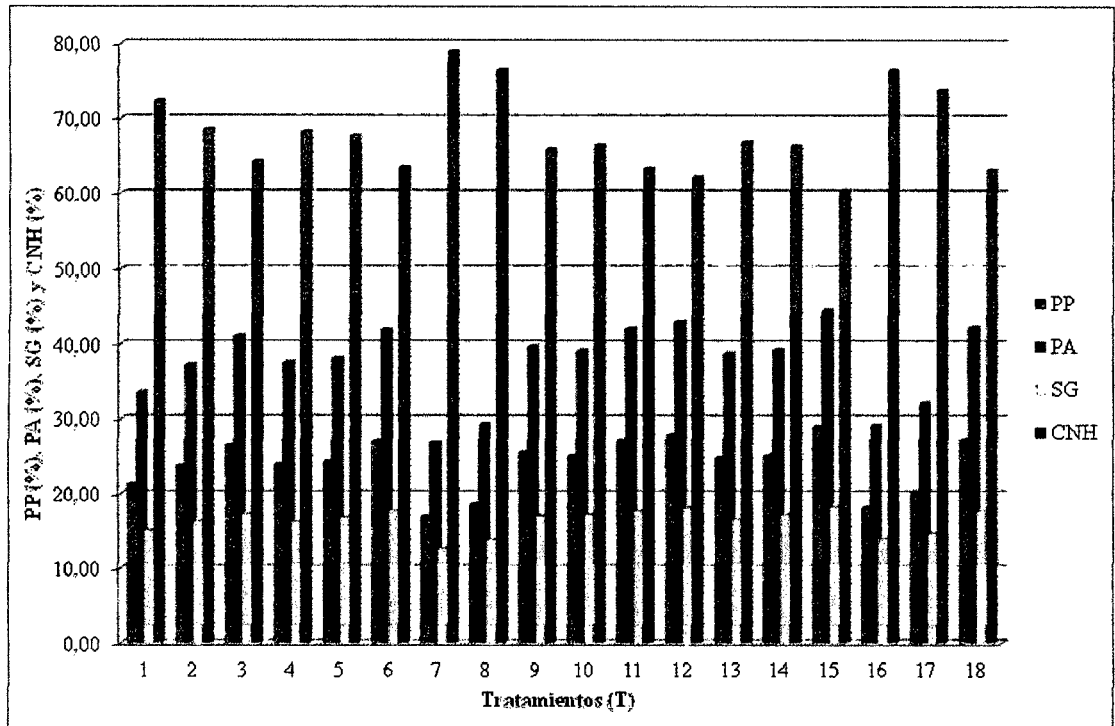


Figura 3. Resultados de pérdida de peso, pérdida de agua, sólidos ganados y contenido neto de humedad después de seis horas.

3.2.1. Pérdida de peso en función a la temperatura de osmodeshidratación

En la Figura 4 se tiene el porcentaje de pérdida de peso en función de la temperatura de osmodeshidratación. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre temperaturas, teniendo una mayor pérdida de peso con la temperatura de 60 °C (Ver anexo 2, Tabla 24).

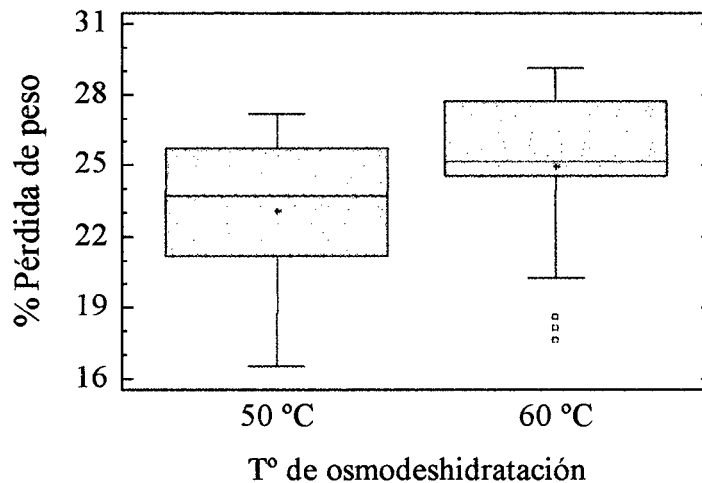


Figura 4. Porcentaje de pérdida de peso vs T° de osmodeshidratación

3.2.2. Pérdida de peso en función del agente osmótico

En la Figura 5 se tiene el porcentaje de pérdida de peso en función del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre miel de abejas y sacarosa, y entre panela y sacarosa, pero no entre miel de abejas y panela, teniendo una menor pérdida de peso con la sacarosa en comparación a los otros 2 agentes (Ver anexo 2, Tabla 25).

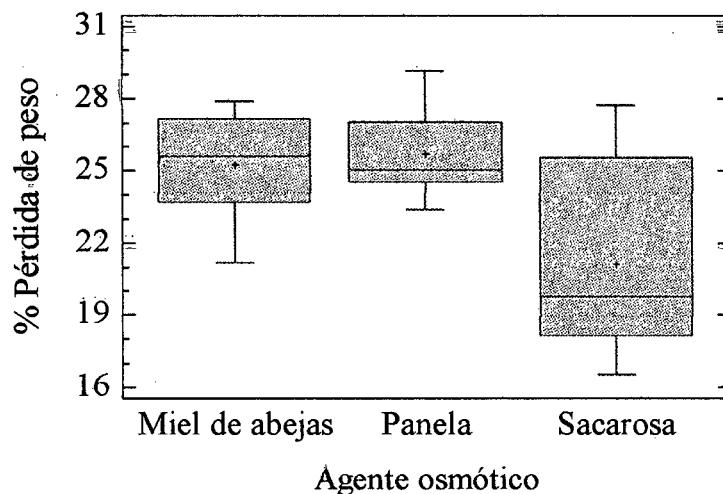


Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso vs agente osmótico

3.2.3. Pérdida de peso en función de la concentración del agente osmótico

En la Figura 6 se tiene el porcentaje de pérdida de peso en función de la concentración del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre las 3 concentraciones, teniendo una mayor pérdida de peso con la concentración de 70 °Brix en comparación a las otras 2 concentraciones (Ver anexo 2, Tabla 26).

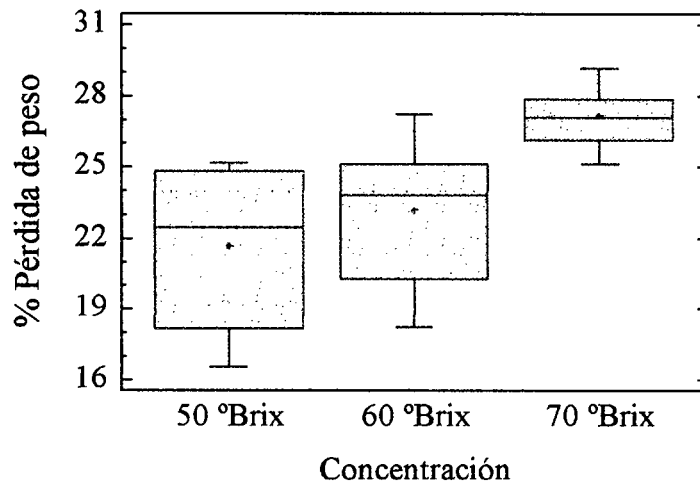


Figura 6. Porcentaje de pérdida de peso vs concentración

3.2.4. Pérdida de agua en función a la temperatura de osmodeshidratación

En la Figura 7 se tiene el porcentaje de pérdida de agua en función de la temperatura de osmodeshidratación. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre temperaturas, teniendo una mayor pérdida de agua con la temperatura de 60 °C (Ver anexo 2, Tabla 29).

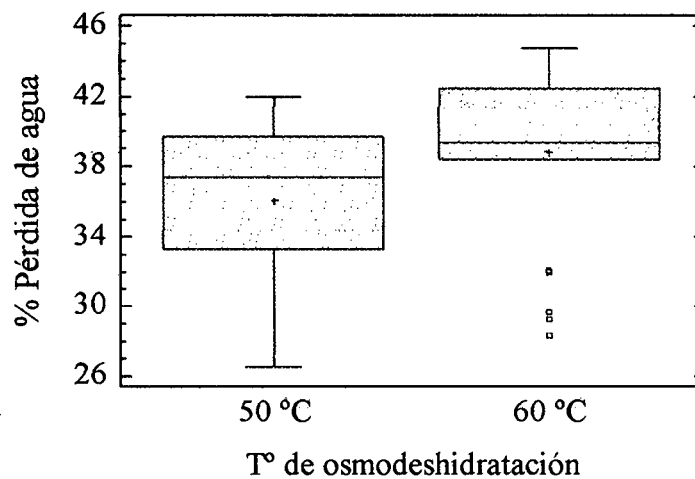


Figura 7. Porcentaje de pérdida de agua vs T° de osmodeshidratación

3.2.5. Pérdida de agua en función del agente osmótico

En la Figura 8 se tiene el porcentaje de pérdida de agua en función del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre miel de abejas y sacarosa, y entre panela y sacarosa, pero no entre miel de abejas y panela, teniendo una menor pérdida

de agua con la sacarosa en comparación a los otros 2 agentes (Ver anexo 2, Tabla 30).

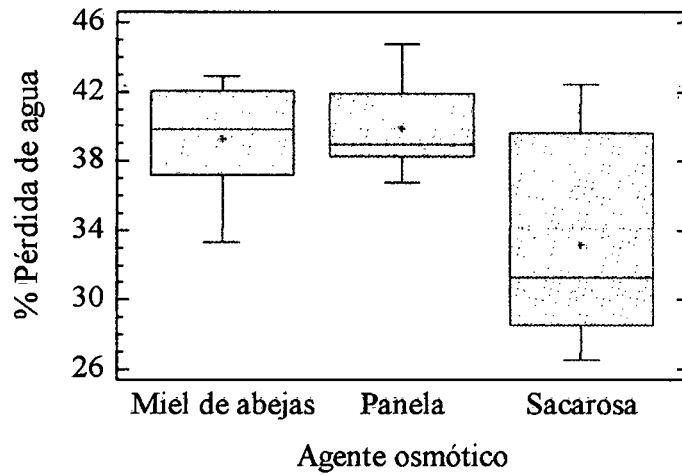


Figura 8. Porcentaje de pérdida de agua vs agente osmótico

3.2.6. Pérdida de agua en función de la concentración del agente osmótico

En la Figura 9 se tiene el porcentaje de pérdida de agua en función de la concentración del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre las 3 concentraciones, teniendo una mayor pérdida de agua con la concentración de 70 °Brix en comparación a las otras 2 concentraciones (Ver anexo 2, Tabla 31).

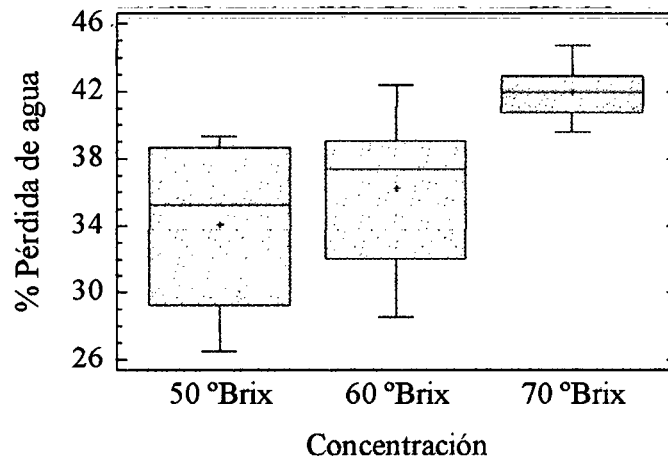


Figura 9. Porcentaje de pérdida de agua vs concentración

3.2.7. Sólidos ganados en función a la temperatura de osmodeshidratación

En la Figura 10 se tiene el porcentaje de sólidos ganados en función de la temperatura de osmodeshidratación. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre temperaturas, teniendo

mayor sólidos (solubles) ganados con la temperatura de 60 °C (Ver anexo 2, Tabla 34).

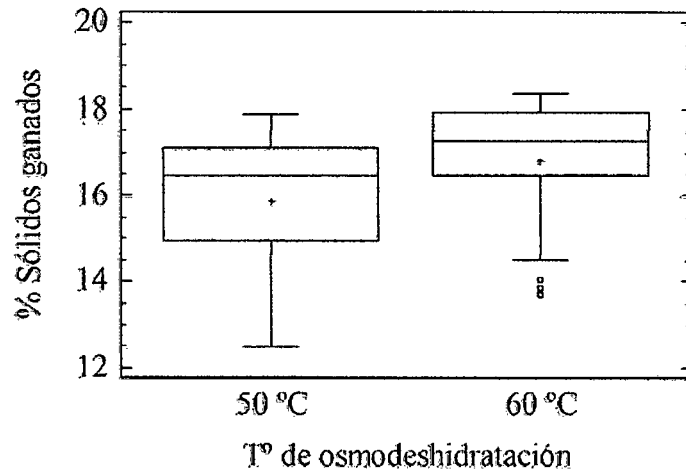


Figura 10. Porcentaje de sólidos ganados vs T° de osmodeshidratación

3.2.8. Sólidos ganados en función del agente osmótico

En la Figura 11 se tiene el porcentaje de sólidos ganados en función del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre miel de abejas y sacarosa, y entre panela y sacarosa, pero no entre miel de abejas y panela, teniendo mayores sólidos (solubles) ganados con la panela en comparación a los otros 2 agentes (Ver anexo 2, Tabla 35).

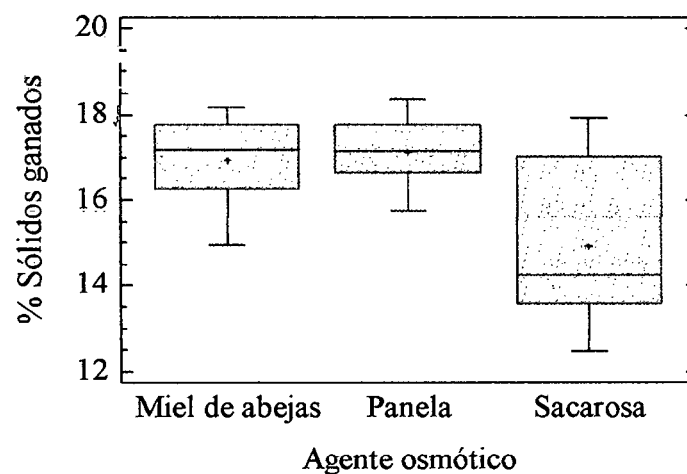


Figura 11. Porcentaje de sólidos ganados vs agente osmótico

3.2.9. Sólidos ganados en función de la concentración del agente osmótico

En la Figura 12 se tiene el porcentaje de sólidos ganados en función de la concentración del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente

significativa con un nivel de confianza de 95 % entre las 3 concentraciones, teniendo mayores sólidos (solubles) ganados con la concentración de 70 °Brix en comparación a las otras 2 concentraciones (Ver anexo 2, Tabla 36).

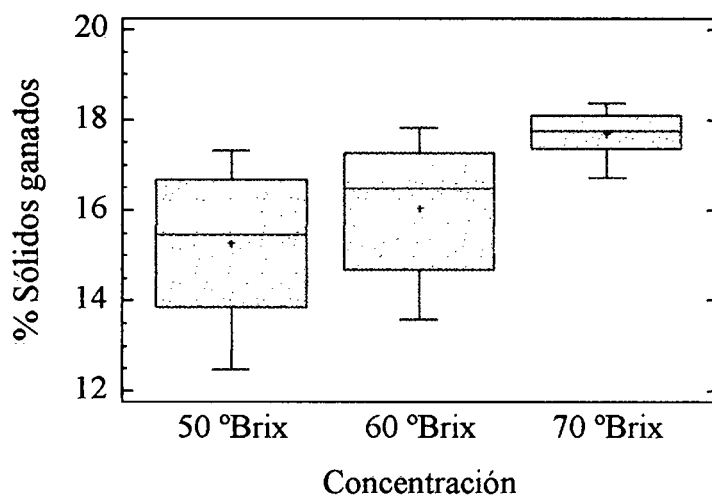


Figura 12. Porcentaje de sólidos ganados vs concentración

3.2.10. Contenido neto de humedad en función a la temperatura de osmodeshidratación

En la Figura 13 se tiene el porcentaje del contenido neto de humedad en función de la temperatura de osmodeshidratación. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre temperaturas, teniendo menor contenido neto de humedad con la temperatura de 60 °C (Ver anexo 2, Tabla 39).

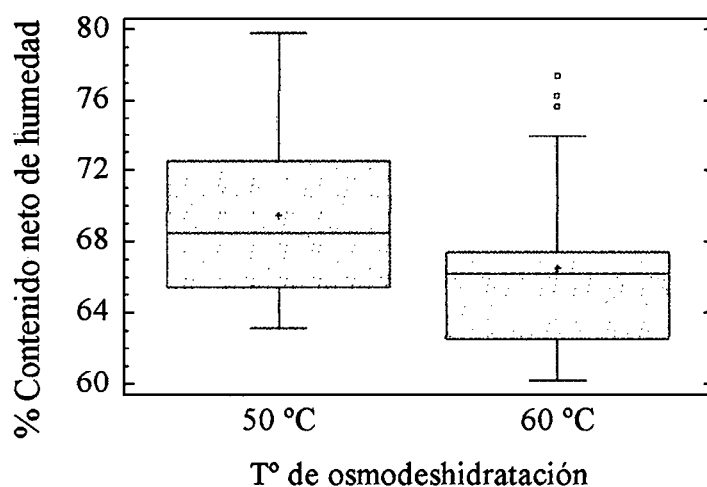


Figura 13. Porcentaje de contenido neto de humedad vs T° de osmodeshidratación

3.2.11. Contenido neto de humedad en función del agente osmótico

En la Figura 14 se tiene el porcentaje del contenido neto de humedad en función del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre miel de abejas y sacarosa, y entre panela y sacarosa, pero no entre miel de abejas y panela, teniendo menor contenido neto de humedad con la panela en comparación a los otros 2 agentes (Ver anexo 2, Tabla 40).

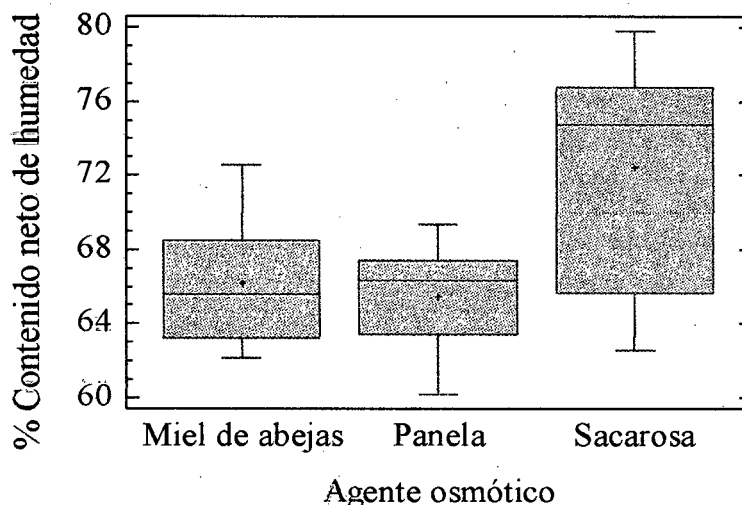


Figura 14. Porcentaje de contenido neto de humedad vs agente osmótico

3.2.12. Contenido neto en función de la concentración del agente osmótico

En la Figura 15 se tiene el porcentaje del contenido neto en función de la concentración del agente osmótico. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre las 3 concentraciones, teniendo menor contenido neto de humedad con la concentración de 70 °Brix en comparación a las otras 2 concentraciones (Ver anexo 2, Tabla 41).

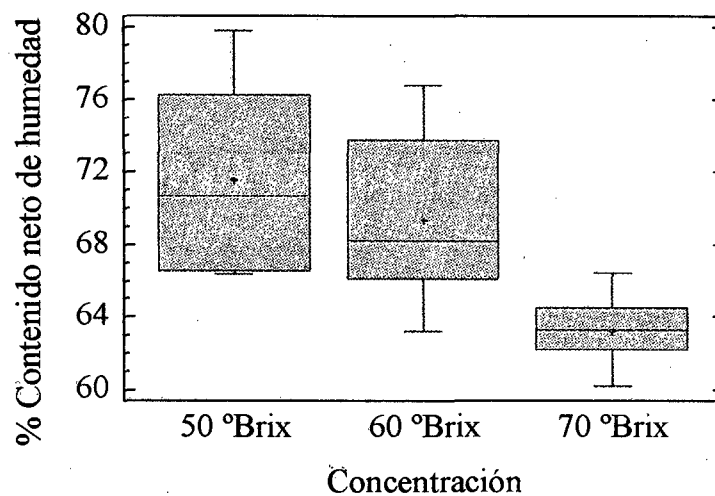


Figura 15. Porcentaje de contenido neto de humedad vs concentración

Conclusión: De acuerdo a los resultados obtenidos del experimento y al análisis estadístico con la significancia (Anexo 2), se puede indicar que los tratamientos T3, T6, T9, T12, T15 y T18 son los que perdieron mayor cantidad de peso y agua, tienen mayor sólidos ganados y tienen menor contenido neto de humedad.

3.3. Condiciones para el secado del mango osmodeshidratado de los mejores tratamientos

En la Tabla 4 se muestran las condiciones de trabajo a los que fueron secados los 6 mejores tratamientos.

Tabla 4. Condiciones para el secado del mango osmodeshidratado de los mejores tratamientos

Clave	Secado	
	Tratamiento	Temperatura (°C)
A	T3	50
B	T6	50
C	T9	50
D	T12	50
E	T15	50
F	T18	50
A	T3	60
B	T6	60
C	T9	60
D	T12	60
E	T15	60
F	T18	60

Fuente. Elaboración propia

T3 : 50 °C temperatura de osmodeshidratación, con miel de abejas y 70 °Brix.

T6 : 50 °C temperatura de osmodeshidratación, con panela y 70 °Brix.

T9 : 50 °C temperatura de osmodeshidratación, con sacarosa y 70 °Brix.

T12: 60 °C temperatura de osmodeshidratación, con miel de abejas y 70 °Brix.

T15: 60 °C temperatura de osmodeshidratación, con panela y 70 °Brix.

T18: 60 °C temperatura de osmodeshidratación, con sacarosa y 70 °Brix

3.4.Efecto de la osmodeshidratación y secado en la pérdida de peso, pérdida de agua y contenido neto de humedad

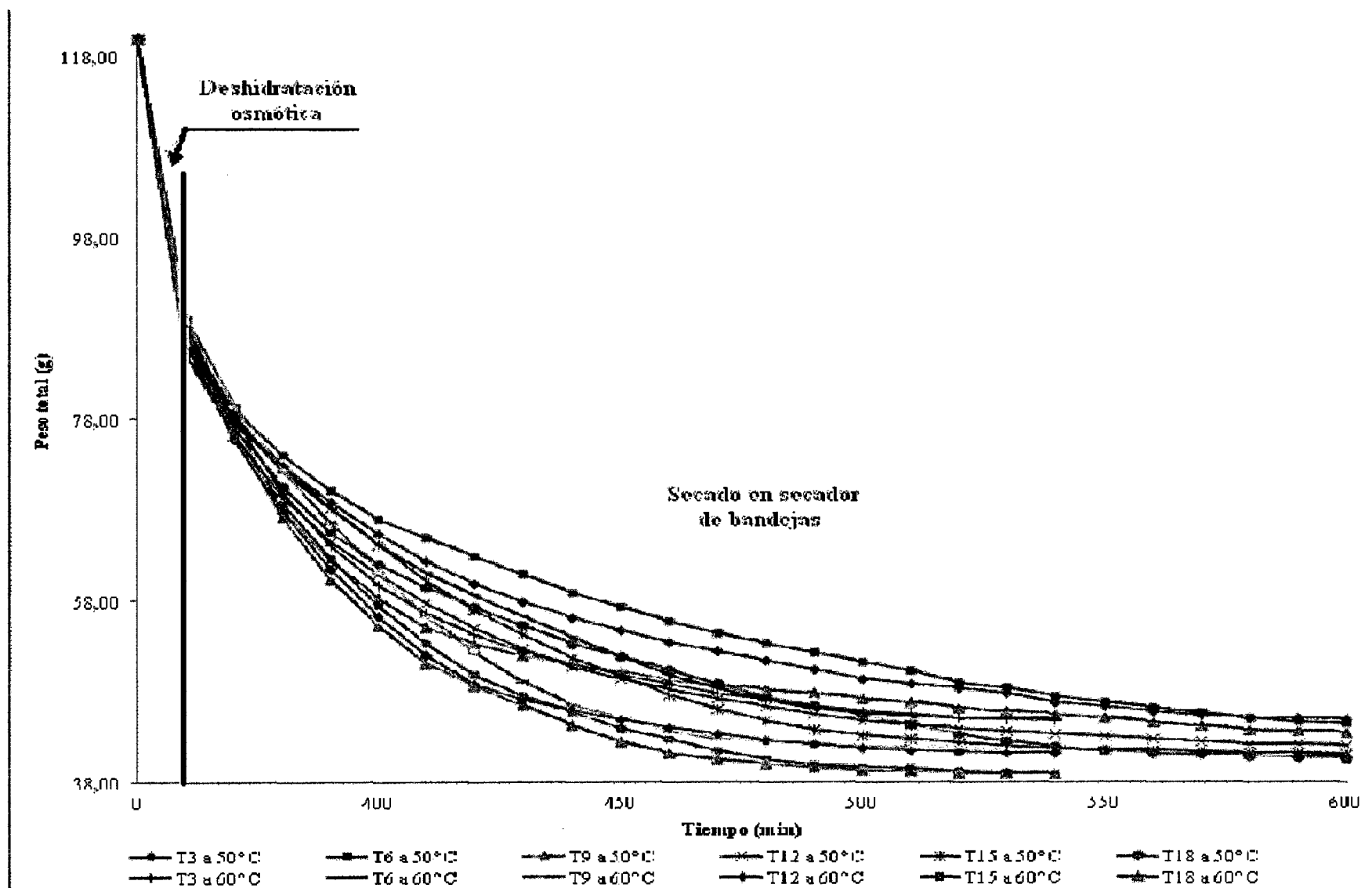


Figura 16. Disminución del peso total (g) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado

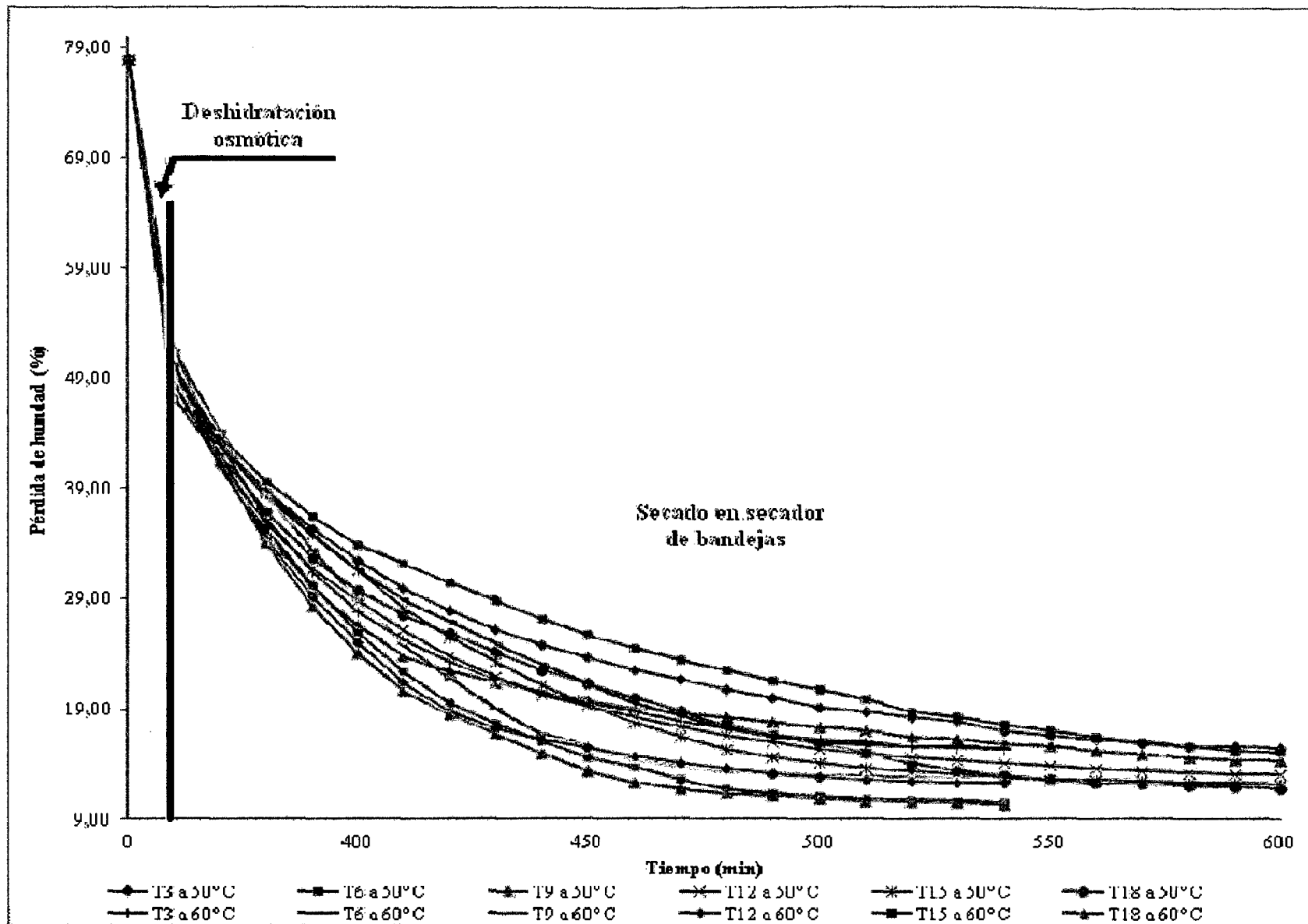


Figura 17. Disminución de la humedad (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado

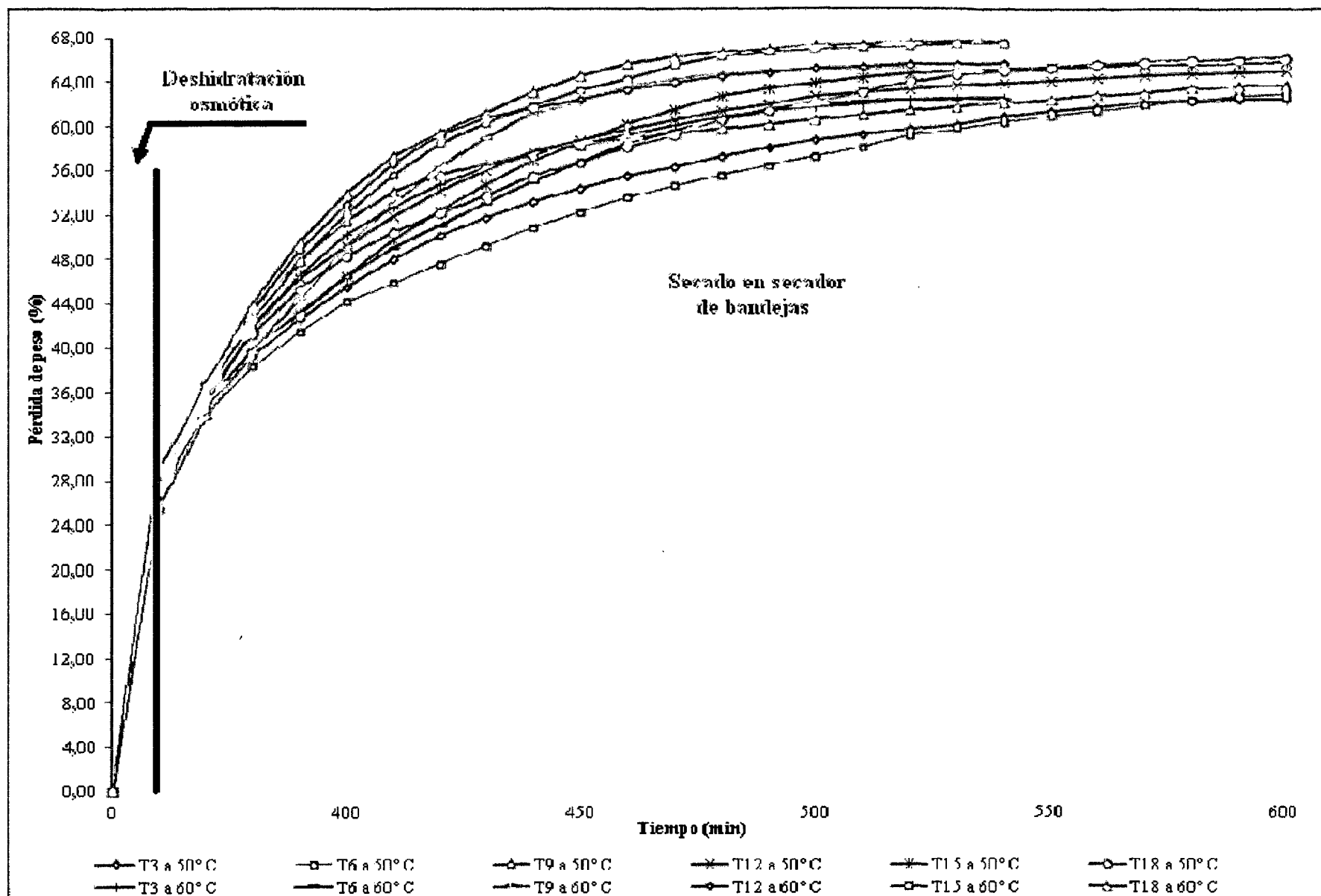


Figura 18. Pérdida de peso (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado

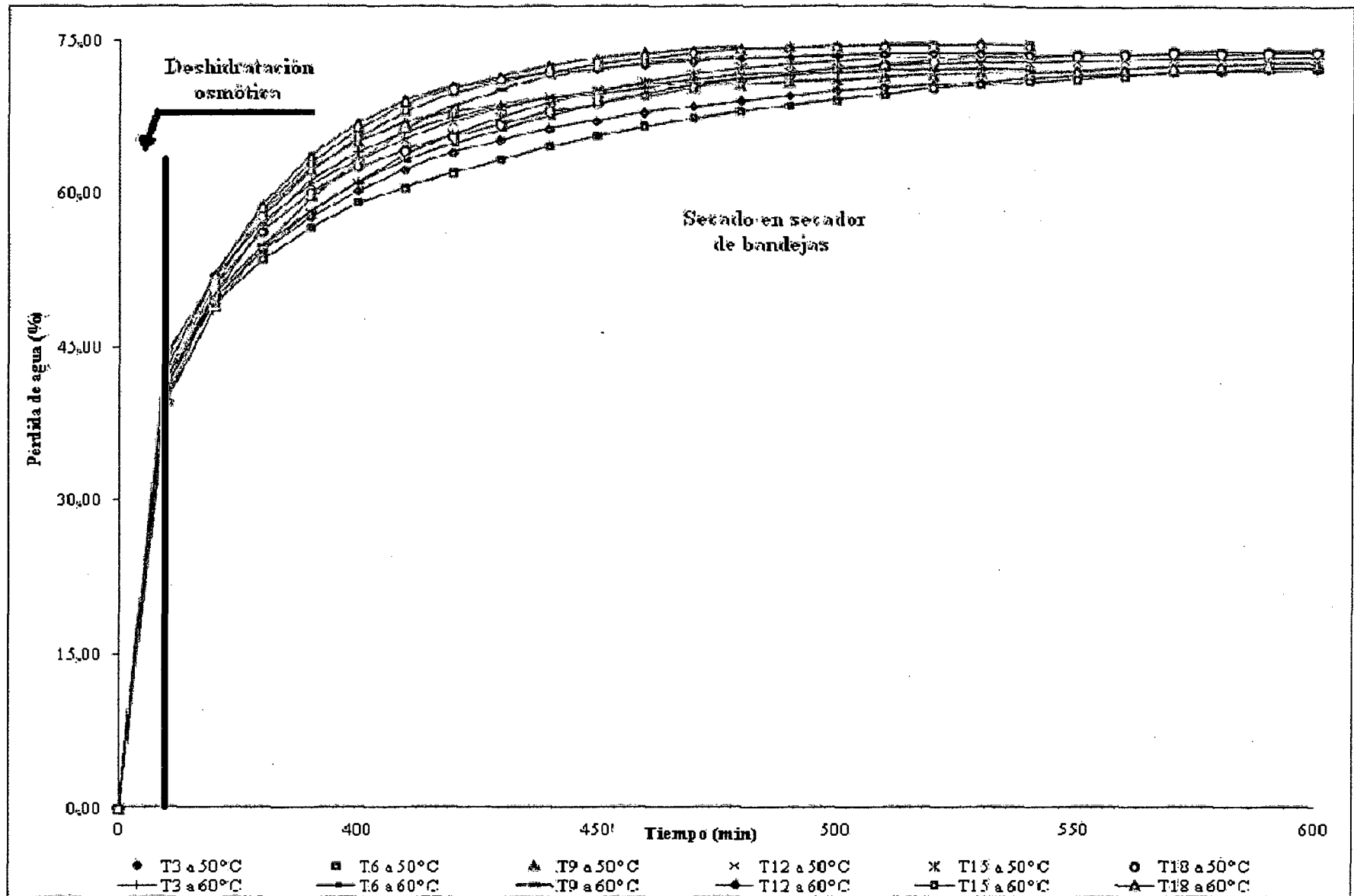


Figura 19. Pérdida de agua (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado

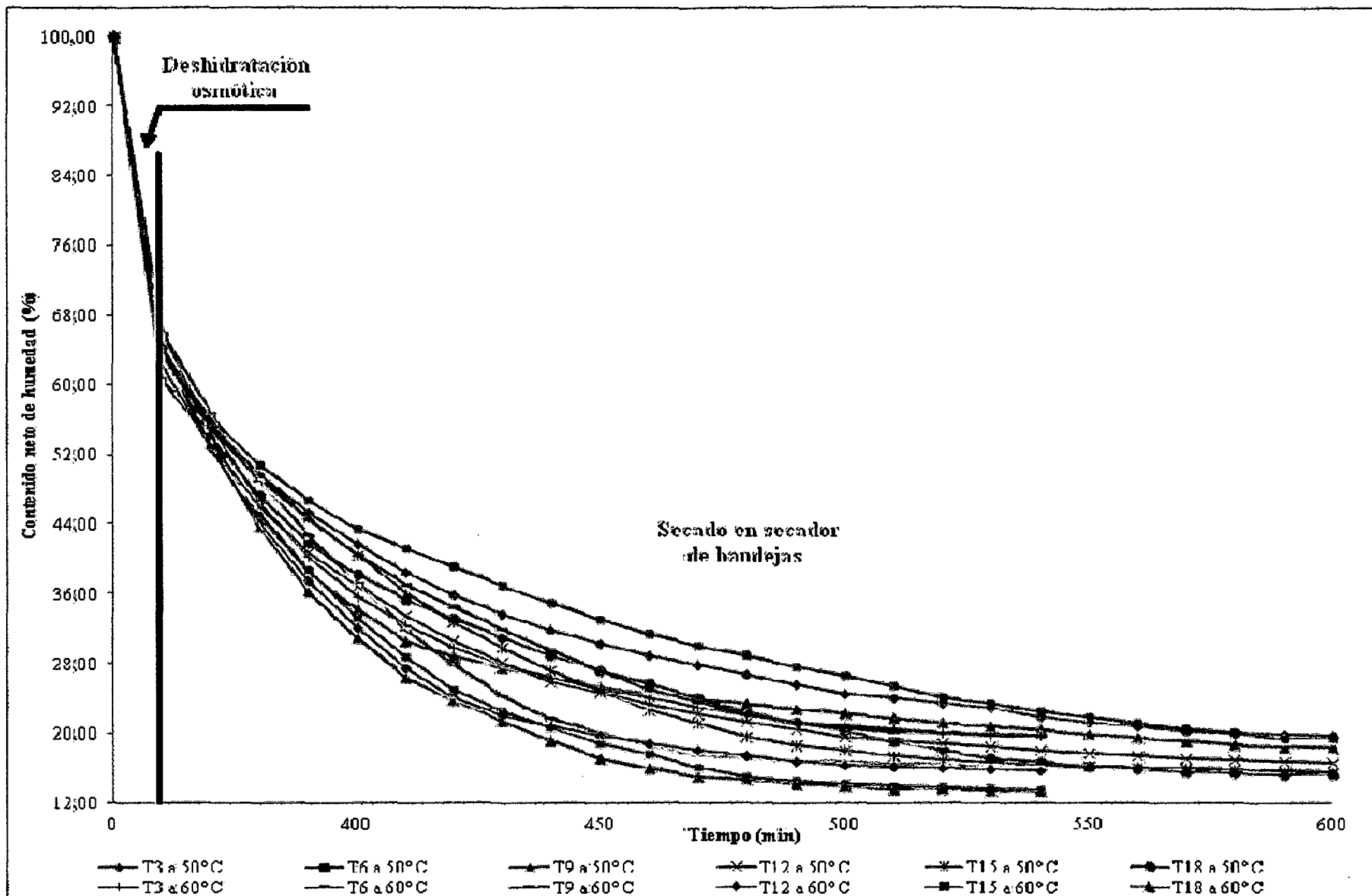


Figura 20. Contenido neto de humedad (%) de los T3, T6, T9, T12, T15 y T18 durante la osmodeshidratación y secado

3.5. Efecto del secado en la pérdida de peso, pérdida de agua y contenido neto de humedad

Tabla 5. Resultados de pérdida de peso, pérdida de agua y contenido neto de humedad después del secado

Clave	Mo	Mf	Ho	Hf	PP	PA	CNH
A ₅₀ °C	120,00	45,00	0,7797	0,1547	62,50	72,17	19,84
B ₅₀ °C	120,00	44,60	0,7797	0,1514	62,83	72,34	19,42
C ₅₀ °C	120,00	43,60	0,7797	0,1430	63,67	72,77	18,34
D ₅₀ °C	120,00	42,10	0,7797	0,1305	64,92	73,39	16,74
E ₅₀ °C	120,00	41,10	0,7797	0,1222	65,75	73,78	15,67
F ₅₀ °C	120,00	40,70	0,7797	0,1189	66,08	73,94	15,25
A ₆₀ °C	120,00	44,90	0,7797	0,1539	62,58	72,21	19,74
B ₆₀ °C	120,00	45,00	0,7797	0,1547	62,50	72,17	19,84
C ₆₀ °C	120,00	41,06	0,7797	0,1264	65,33	73,59	16,21
D ₆₀ °C	120,00	41,20	0,7797	0,1230	65,67	73,75	15,78
E ₆₀ °C	120,00	39,00	0,7797	0,1047	67,50	74,57	13,43
F ₆₀ °C	120,00	38,90	0,7797	0,1039	67,58	74,60	13,33

Fuente. Elaboración propia

3.5.1. Pérdida de peso en función de la temperatura de secado

En la Figura 21 se tiene el porcentaje de pérdida de peso en función de la temperatura de secado. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre temperaturas, teniendo una mayor pérdida de peso con la temperatura a 60 °C (Ver anexo 2, Tabla 44).

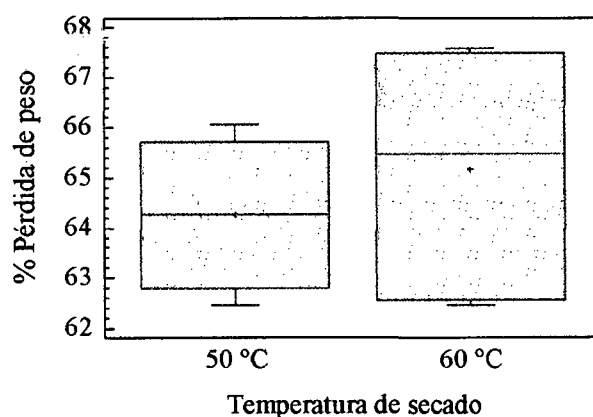


Figura 21. Porcentaje de pérdida de peso vs temperatura de secado

3.5.2. Pérdida de peso en función de la fruta osmodeshidratada

En la Figura 22 se tiene el porcentaje de la pérdida de peso en función de la fruta osmodeshidratada. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre la mayoría de las frutas exceptuando entre A con B y E con F, teniendo mayor pérdida de peso en las frutas F en comparación a las demás frutas (Ver anexo 2, Tabla 45).

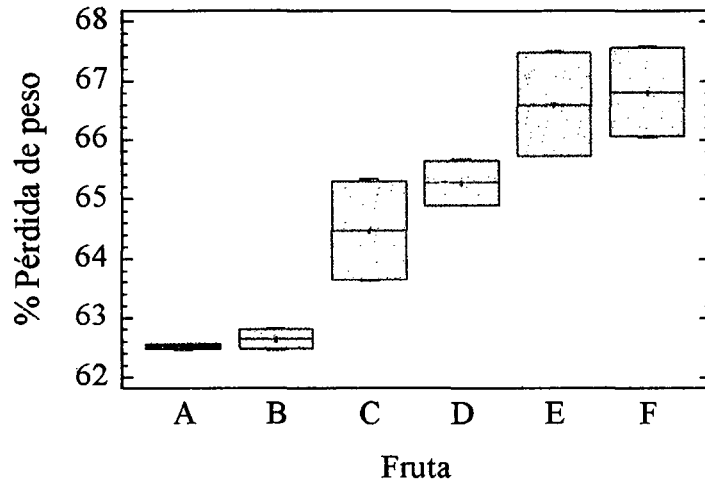


Figura 22. Porcentaje de pérdida de peso vs fruta

3.5.3. Pérdida de agua en función de la temperatura de secado

En la Figura 23 se tiene el porcentaje de pérdida de agua en función de la temperatura de secado. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre temperaturas, teniendo una mayor pérdida de agua con la temperatura a 60 °C (Ver anexo 2, Tabla 48).

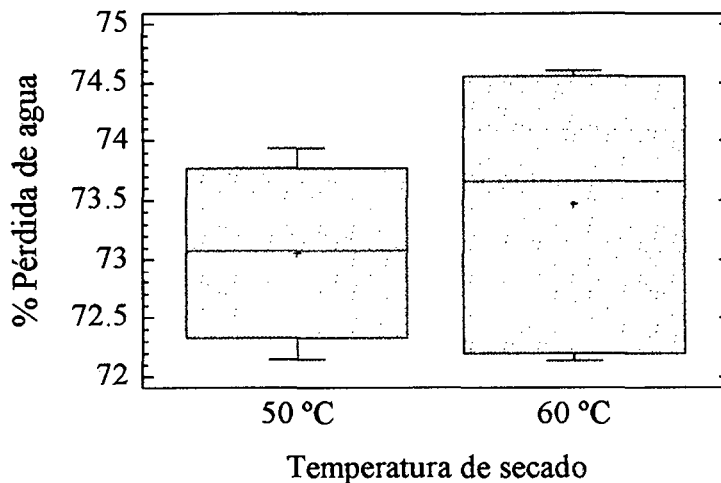


Figura 23. Porcentaje de pérdida de agua vs temperatura de secado

3.5.4. Pérdida de agua en función de la fruta osmodeshidratada

En la Figura 24 se tiene el porcentaje de la pérdida de agua en función de la fruta osmodeshidratada. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre la mayoría de las frutas exceptuando entre A con B y E con F, teniendo mayor pérdida de agua en las frutas F en comparación a las demás frutas (Ver anexo 2, Tabla 49).

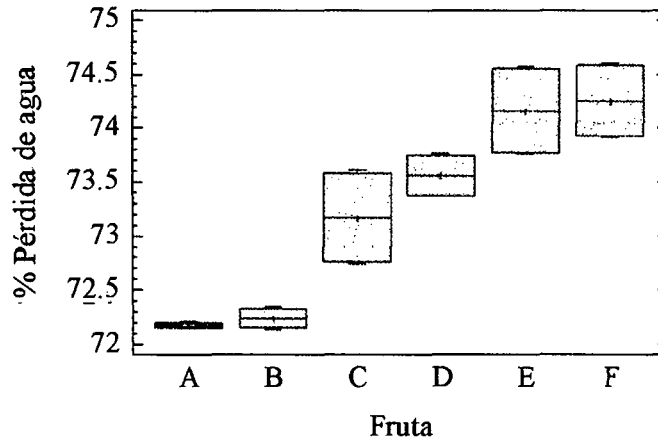


Figura 24. Porcentaje de pérdida de agua vs fruta

3.5.5. Contenido neto de humedad en función de la temperatura de secado

En la Figura 25 se tiene el porcentaje del contenido neto de humedad en función de la temperatura de secado. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre temperaturas, teniendo menor contenido neto de humedad con la temperatura a 60 °C (Ver anexo 2, Tabla 52).

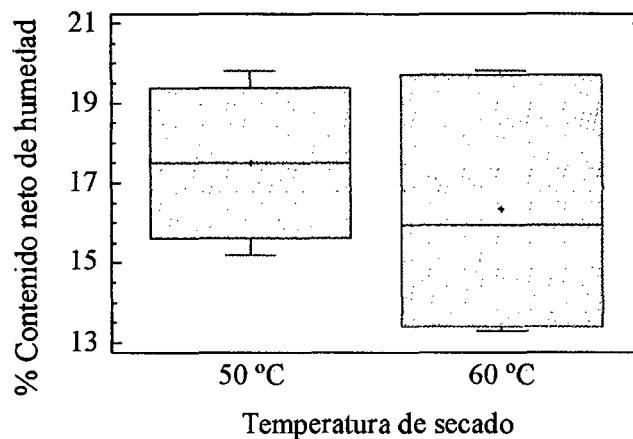


Figura 25. Porcentaje de contenido neto de humedad vs temperatura de secado

3.5.6. Contenido neto de humedad en función de la fruta osmodeshidratada

En la Figura 26 se tiene el porcentaje del contenido neto de humedad en función de la fruta osmodeshidratada. Existe diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 95 % entre la mayoría de las frutas exceptuando entre A con B y E con F, teniendo menor contenido neto de humedad en la fruta F en comparación a las demás frutas (Ver anexo 2, Tabla 53).

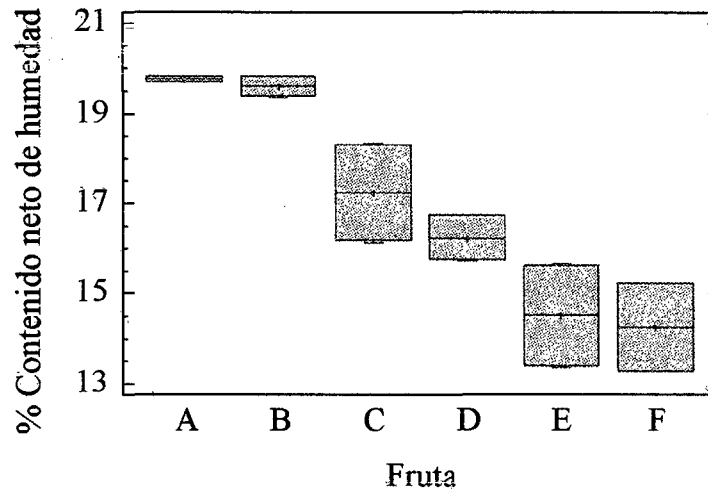


Figura 26. Porcentaje de contenido neto de humedad vs fruta

Conclusión: De acuerdo a los resultados obtenidos del experimento y al análisis estadístico con la significancia, se puede indicar que las frutas osmodeshidratadas-secadas ($C_{50\text{ °C}}$ y $C_{60\text{ °C}}$, $D_{50\text{ °C}}$ y $D_{60\text{ °C}}$, $E_{50\text{ °C}}$ y $F_{50\text{ °C}}$) son las que pierden mayor cantidad de peso y agua, tienen menor contenido neto de humedad y además son las que tienen % de humedad final (H_f) $< 15\%$.

3.6. Evaluación sensorial

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial y el análisis estadístico (Anexo 2), el tratamiento $D_{50\text{ °C}}$ (60 °C de temperatura de osmodeshidratación, con miel de abejas, a 70 °Brix y secado a 50 °C) fue el que obtuvo las mejores calificaciones tanto en aspecto general, color, olor y sabor, esto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Evaluación sensorial del tratamiento D₅₀ °C

Parámetros	Aspecto general	Color	Olor	Sabor
Me desagrada muchísimo	0	0	0	0
Me desagrada	0	0	0	0
Me desagrada un poco	2	0	1	2
No me gusta ni me disgusta	0	0	1	0
Me gusta un poco	1	1	3	3
Me gusta	6	10	4	4
Me gusta muchísimo	3	1	3	3

Fuente. Elaboración propia

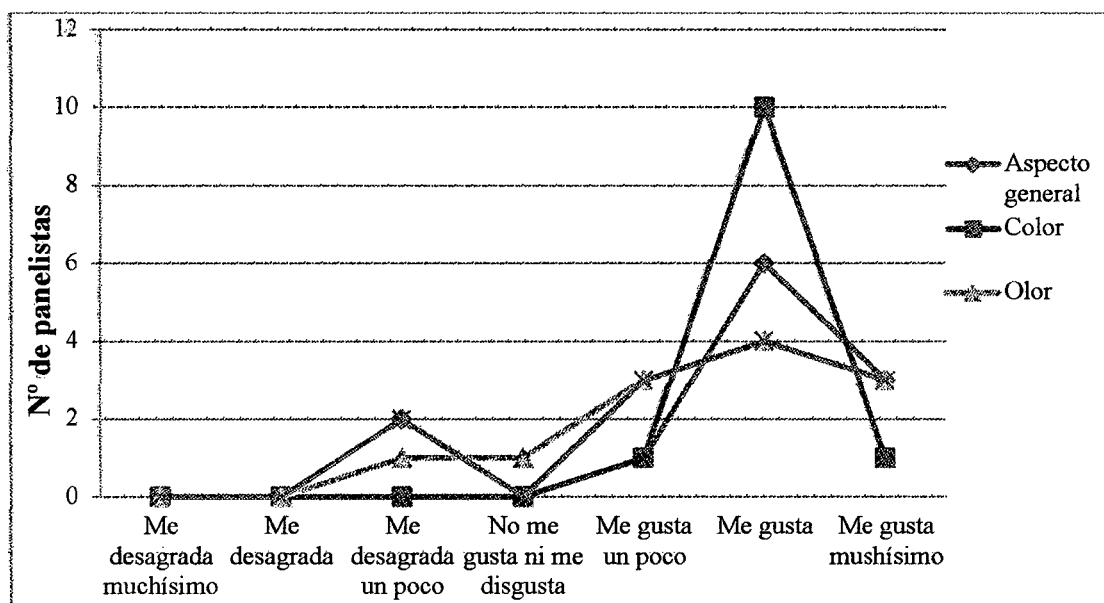


Figura 27. Evaluación sensorial del tratamiento D₅₀ °C

3.7. Caracterización fisicoquímica del producto final y control de calidad

3.7.1. Descripción física

Fruta osmodeshidratada y secada naturalmente, sin conservantes, antes de darle un uso se tiene que rehidratar entre 30 a 40 min en agua.

3.7.2. Características sensoriales

En la Tabla 7, se detallan las características sensoriales del mango osmodeshidratado y secado.

Tabla 7. Características sensoriales del mango osmodeshidratado y secado

Características	Detalle
Apariencia general	Textura elástica y pegajosa, piel brillante
Color	Amarillo naranja
Olor	Similar a la fruta
Sabor	A mango
Tamaño y forma	0,25 cm de espesor, de 5-6 cm de largo, forma de medias rodajas y planas

Fuente. Elaboración propia

3.7.3. Características fisicoquímicas

La caracterización fisicoquímica del mango osmodeshidratado y secado, se realizó de acuerdo a los elementos más principales. Los resultados se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Características fisicoquímicos del mango osmodeshidratado y secado en 100 g

Parámetro	Valor
Cenizas (%)	2,00
Sólidos solubles (°Brix)	82,50
Acidez titulable (%)	0,74
Humedad (%)	13,05
Sólidos totales (100 – % humedad)	87,95
pH	4,15
Ácido ascórbico (mg/100 g)	42,00

Fuente. Elaboración propia

3.7.4. Características microbiológicas

El análisis microbiológico se realizó al mango osmodeshidratado-secado obtenido con el mejor tratamiento D₅₀ °C (60 °C de temperatura de osmodeshidratación, con miel de abejas, a 70 °Brix y secado a 50 °C). La muestra fue sembrada para determinar bacterias mesófilas y mohos y

levaduras en 8 placas (4 diluciones de 10^{-1} hasta 10^{-4} , por duplicado). Los resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Evaluación microbiológica de mango osmodeshidratado y secado

Tipo de microorganismo	Días de evaluación					
	0	10	20	30	60	90
Bacterias mesófilas (ufc/g)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mohos y levaduras (ufc/g)	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

Castro *et al.* (2006), indican que la velocidad de deshidratación depende tanto de las características propias de la fruta, permeabilidad de la membrana y forma de la fruta; y de los factores de la disolución, concentración y naturaleza del agente osmótico. En el estudio se trabajó con mango por ser una fruta con mesocarpio de textura blanda lo cual facilita la osmodeshidratación. Se empleó medias rodajas de 0,25 cm de espesor, lo que facilitó la disposición en los envases utilizados, los agentes osmóticos fueron miel de abejas natural, panela y sacarosa (azúcar rubia); en solución acuosa de concentraciones de 50, 60 y 70 °Brix.

Rodríguez (2011), obtiene en su estudio que el par de tratamientos que presenta mayor diferencia significativa es el T3 (Fructosa 50 % a 40 °C) y T4 (Fructosa 50 % a 50 °C), para una mayor pérdida de agua durante la DO, la temperatura es un factor determinante. Zapata y Montoya (2010), indican que los parámetros cinéticos más importantes en DO como son %PP, %PA y porcentaje de pérdida de actividad de agua, se ven afectados de manera significativa por la temperatura, durante la DO de mango cv. Tommy Atkins bajo las condiciones establecidas en su trabajo; mientras que Panadés *et al.* (2002) indican que de acuerdo con los modelos desarrollados, la temperatura de la solución y el tiempo total del proceso, como efectos principales, así como el número de ciclos en interacción con la temperatura, influyen significativamente en la PA y PP del mango deshidratado osmóticamente a vacío pulsante; también Abud *et al.* (2009) mencionan que la temperatura, concentración y presión tienen un efecto significativo para la PA. En el trabajo realizado también el %PP y %PA se ven afectados por la temperatura de osmodeshidratación (50 °C y 60 °C) esto se puede ver en la Tabla 3 donde a 60 °C se tiene mayor PA y PP que a 50 °C, se puede observar en la Figura 4 y Figura 7 que se tiene una diferencia en cuanto a la temperatura de osmodeshidratación, el estudio se realizó a presión atmosférica y si se hubiese considerado el tiempo como una variable también se tendría tal efecto.

Valera *et al.* (2004), señalan que la concentración del jarabe y particularmente la relación fruta/jarabe influyen de una manera directa en el proceso de osmodeshidratación de mango; según Zapata *et al.* (2002) indican que las variables concentración de sacarosa y relación fruta/jarabe, afectan de forma significativa los

parámetros cinéticos (%PP, %PA y porcentaje de pérdida de actividad de agua) en la osmodeshidratación de papaya en rodajas, obtienen un %PP de 48,29 %, un %PA de 48,2 % y un porcentaje de pérdida de actividad de agua de 6,6 % como valores máximos en un periodo de 30 horas. En el presente trabajo la variable concentración de agentes osmóticos también afectó de forma significativa, siendo la de 70 °Brix donde se tiene mayor %PP y %PA, mayor % SG y se tiene menor %CNH, después de 6 horas de osmodeshidratación se alcanzaron un %PP de 29,04 % y un %PA de 44,52 % (Tabla 3) como los valores mayores correspondientes al T15 (a 60 °C con panela a 70 °Brix), la relación fruta/jarabe empleada fue de 1:2.

Zazueta *et al.* (1994), indican que el tiempo de tratamiento y la concentración de la solución osmótica muestran mayor efecto sobre la pérdida de agua y pérdida de vitamina C que la temperatura, en todos los casos de penetración de soluto es baja, los resultados obtenidos muestran que las mejores condiciones de tratamiento osmótico corresponden a la región comprendida entre 136 a 230 min., y 45 a 55 °Brix, a una temperatura de 50 °C; con valores de pérdida de agua de 37 a 43 %, de contenido de vitamina C de 18 a 31 %, y ganancia de soluto de 6,1 a 6,7 %, el tratamiento osmótico que se estudia muestra mejoras sustanciales en el proceso y en la calidad, comparado con el proceso sin tratamiento osmótico. En el presente trabajo el tiempo de inmersión se mantuvo constante en 360 minutos, el mejor tratamiento de osmodeshidratación se obtuvo a 70 °Brix, a 60 °C de temperatura, la pérdida de agua fue de 64,92 %, contenido de vitamina C es de 42,00 mg/100 g, la ganancia de sólidos fue 82,5 % y el color amarillo naranja se determinó de manera visual.

Rosas y Fernández (2011), en su estudio de deshidratación osmótica, obtienen los parámetros osmóticos PA y SG como principales, de donde indican que el producto pierde aproximadamente 75 % de agua y obtiene un 45 % de sólidos en tres horas de proceso. En el presente trabajo, durante la osmodeshidratación de mango (Tabla 3) se obtuvo PA entre 26-42 % y se alcanzó SG entre 13-18 % en 6 horas.

Giraldo *et al.* (2005), en su estudio indican que la cinética de deshidratación de uchuva presenta una buena respuesta en disoluciones a 55 y 65 °Brix y presión atmosférica. En la presente investigación se obtuvieron mejores resultados de osmodeshidratación con disoluciones a 70 °Brix y se realizó también a presión atmosférica.

Calderón y Jurado (2008), establecen que la concentración óptima de sólidos solubles en el jarabe es 70 °Brix, ya que a mayor concentración de azúcares en el jarabe, mayor es la concentración de sólidos solubles en el producto terminado. En el presente trabajo, el mejor tratamiento fue con concentración de 70 °Brix del jarabe (miel de abejas) y los SG fueron de 85 %.

Barrera y Pillman (2010), reportan en su estudio como mejor tratamiento de la osmodeshidratación y secado de Aguaymanto al tratamiento T6 (60 °C de temperatura de osmodeshidratación, 70 °Brix de agente osmótico y 60 °C de secado). En nuestro trabajo coinciden lo reportado para la osmodeshidratación, mientras que para el secado fue diferente, donde lo reportado en el trabajo se logró mejor resultado a 50 °C.

Torres (2007), indica que desde el punto de vista microbiológico, los tratamientos osmóticos otorgan un efecto protector al mango mínimamente procesado, siendo las muestras más estables, tanto a presión atmosférica, como aplicando un pulso de vacío al inicio del proceso. En el estudio realizado los tratamientos osmóticos se realizaron solamente a presión atmosférica donde el análisis microbiológico reportó <10 ufc/g de mohos y levaduras, y de <10 ufc/g para mesófilos.

V. CONCLUSIONES

1. Las características fisicoquímicas del mango fueron: cenizas 0,39 %; sólidos solubles 17,2 °Brix; acidez titulable 0,19 %; humedad en base húmeda 77,97 %; sólidos totales 22,03 %; índice de madurez de 90,53; pH 4,72 y vitamina C 17,25 mg/100 g.
2. El efecto que tiene la concentración de la solución sobre el porcentaje de pérdida de peso es significativo y se hace más notorio en los rangos extremos de concentración, es decir, a bajas concentraciones (50 %) o a altas concentraciones (70 %).
3. La relación fruta/jarabe y en especial la concentración del jarabe influyeron directamente en el proceso, siendo la de 70 °Brix donde se tiene mayor %PP y %PA, mayor %SG y se tiene menor %CNH, después de 6 horas de osmodeshidratación se alcanzaron un %PP de 29,04 % y un %PA de 44,52 % como los valores mayores correspondientes al T15 (a 60 °C con panela a 70 °Brix), la relación fruta/jarabe empleada fue de 1:2.
4. Durante la osmodeshidratación de mango se alcanzó a perder entre 27-45 % de agua y se logró obtener entre 13-18 % de sólidos ganados durante las 6 horas de proceso.
5. De acuerdo a la evaluación sensorial que se sometieron las frutas osmodeshidratadas-secadas (C_{50 °C} y C_{60 °C}, D_{50 °C} y D_{60 °C}, E_{50 °C} y F_{50 °C}), se obtuvo que el producto es aceptable para los consumidores, el tratamiento D_{50 °C} fue el que obtuvo las mejores calificaciones tanto en aspecto general, color, olor y sabor.
6. El mejor tratamiento fue el que se sometió a 60 °C de temperatura de osmodeshidratación, con miel de abejas, a 70 °Brix y a 50 °C de secado; el mango osmodeshidratado-secado obtuvo como pérdida de peso de 64,92 %; de pérdida de agua de 73,39 % y de contenido neto de humedad de 16,74 %.

7. Las características fisicoquímicas del mejor tratamiento dieron como resultados: cenizas 2,00 %; sólidos solubles 82,5 %; acidez titulable 0,74 %; humedad 13,05 %; sólidos totales 87,95; pH 4,15 y ácido ascórbico (Vitamina C) 42,00 (mg/100 g).
8. El análisis microbiológico sobre crecimiento de mesófilos (<10 ufc/g), mohos y levaduras (<10 ufc/g) demostró que el producto es adecuado para el consumo y que puede ser almacenado por más de 3 meses.

VI. RECOMENDACIONES

1. En otras investigaciones que se realicen con productos similares considerar otros rangos de tiempos de osmodeshidratación y secado, y como velocidades de secado.
2. Investigar sobre los agentes osmóticos que quedan al final del proceso, porque pueden ser reutilizados para elaborar otros productos.
3. Con las disposiciones del mejor tratamiento $D_{50\text{ }^{\circ}\text{C}}$ (60 °C de temperatura de osmodeshidratación, con miel de abeja, 70 °Brix y secado a 50 °C) del mango, se debe de ejecutar otras investigaciones con otras variedades de la fruta.
4. Hacer estudios teniendo en cuenta las condiciones del trabajo para diseñar e implementar un equipo para la deshidratación osmótica de frutas y hortalizas de la región.
5. Ver la factibilidad del presente trabajo de investigación

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abud, M.; Ruiz, V. M.; Solís, D.; Ruiz, M. A. y Grajales, A. 2009. Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de mango var. Oro (*Mangifera indica*). Disponible en: [http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/merida05/TRABAJOS/AREA III/OIII-13.pdf](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/merida05/TRABAJOS/AREA_III/OIII-13.pdf). Acceso el 05 de febrero del 2013.

Barat, J.M.; Chiralt, A. and Fito, P. 2001. Effect of osmotic solution concentration, temperature and vacuum impregnation pre-treatment on osmotic dehydration kinetics of apple slices. *Food Science and Technology International*. 7(5), 451-456.

Barrera, D. C. y Pillman, A. 2010. Efecto de la osmodeshidratación y secado en la retención de ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de pasas de aguaymanto (*Physalis peruviana*) de la Provincia de Luya, Región Amazonas. Chachapoyas-Perú. Tesis para obtener el título de ingeniero agroindustrial. Escuela Académica de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería.

Barrena, M. A.; Huanes, M. A. y De la Cruz, H. J. 2000. Química Analítica: Manual de prácticas de laboratorio y problemas. Trujillo-Perú.

Biswal, R. N. and Bozorgmehr, K. 1992. Mass transfer in mixed solute osmotic dehydration of apples rings. *Trans. ASAE*. 35(1), 257-265.

Boletín ASERCA Regional Península. 2009. Tecnologías para deshidratación de productos agrícolas... Una alternativa de valor agregado. Nro. 27. México.

Calderón, M. D. y Jurado, E. Y. 2008. Conservación de babaco (*Carica pentágona*), mango (*Mangifera indica*) y pepino dulce (*Solanum muricatum*) mediante deshidratación osmótica directa. Ibarra - Ecuador. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte.

Castro, A.; Majarres, K.; Ospina, A. y Pineda, Y. 2006. Estudio de la cinética de deshidratación osmótica de la uchuva (*Physalis peruviana*). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.utadeo.edu.co/dependencias/publicaciones/alimentica3/uchuvas.pdf>.

Acceso el 05 de febrero del 2013.

Castro, W., Castro, E. y Auquiñivin, E. 2007. Manual de prácticas de análisis de productos agroindustriales. UNTRM. Chachapoyas-Amazonas.

Cháfer, M.; González-Martínez, C.; Ortolá, M. D.; Chiralt, A. and Fito, P. 2001. Kinetics of osmotic dehydration in orange and mandarin peels, *Journal of Food Process Engineering*, 24, 273-289.

Conway, J.; Castaigne, F.; Picard, G. & Vovan, X. 1983. Mass transfer consideration in the osmotic dehydration of apples. *Canadian Institute Food Science Technology Journal*, 16, 25-29.

Farkas, D. F. and Lazar, M. E. 1969. Osmotic dehydration of Apple pieces. Effect of temperature and syrup concentration on rates. *Food Technol.* 23:688-690.

García, H. R.; Toscano, A. y Baquero, C. 2007. Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. Editorial Produmedios. Bogotá, Colombia.

Geankoplis, J. C. 1998. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Editorial Continental, S.A. de C.V. 3era Edición. México.

Giraldo, G.; Talens, P.; Fito, P. and Chiralt, A. 2003. Influence of sucrose solution concentration on kinetics and yield during osmotic dehydration of mango. *Journal of Food Engineering*, 58(1), 33-43.

Giraldo, G. A., Chiralt, A. y Fito, P. 2005. Deshidratación osmótica de mango (*Mangifera indica*). Aplicación al escarchado. *Revista Ingeniería y Competitividad*. 7(1): 44-55.

Islam, M. N. and Flink, J. N. 1982. Dehydration of potato II. Osmotic concentration and its effect on air-drying behaviour. *Journal of Food Technology*, 17(3), 387-403.

Jayaraman, K. S. and Das Gupta, D. K. 1992. Dehydration of fruit and vegetables – recent developments in principles and techniques. *Drying Technol.* 10(1); 1-50.

Lenart, A. and Flink, J. M. 1984. Osmotic concentration of potatoes I, Spatial distribution of the osmotic effect. *Journal of Food Technology*. 19, 45-63.

Marcotte, M. 1988. Mass transport phenomena in osmotic processes; experimental measurements and theoretical considerations. Master's Thesis. The University of Alberta, Department of Food Science. Edmonton, Alberta.

Mazzeo, M. H.; León, L.; Hernández, H. A. y Guapacha, H. J. 2006. Deshidratación osmótica de arveja (*Pisum sativum* L.) y habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando soluciones de glicerol y cloruro de sodio. Disponible en: http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector1_2.pdf. Acceso el 05 de febrero del 2013.

Muñoz de Chávez, M.; Ledesma, J. A.; Chávez, A.; Pérez-Gil, F.; Mendoza, E.; Castañeda, J.; Calvo, C.; Castro, I.; Sánchez, C. y Avila, A. 2002. Los alimentos y sus nutrientes. Tablas de valor nutritivo de alimentos. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. México.

Panadés, G.; Núñez, M. y Acosta, V. 2002. Deshidratación osmótica de mango a diferentes condiciones de vacío pulsante. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Ciudad de La Habana, Cuba

Pérez, L. y Martínez, C. O. 2011. Técnicas para el deshidratado de mango. Disponible en: <http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/811/Tecnicas%20para%20el%20deshidratado%20de%20mango.pdf>. Acceso el 05 de febrero del 2013

Pointing, J. D. 1973. Osmotic dehydration on fruits. Recent modification and applications. *Process Biochemistry*, 8(12), 18-20.

Raoult, A. L.; Lafont, F.; Ríos, G. and Guilbert, S. 1989. Osmotic deshydratioins. Study of mass transfer in terns of engineering properties. In *Drying '89*, edit for A. S. Mujumdar and M. Roques, Hemisphere Publishing, New York.

Rodríguez, C. A. 2011. Efecto de la concentración y temperatura de jarabes de fructosa y sacarosa invertida en las características fisicoquímicas y aceptación sensorial de cubos de mango (*Mangifera indica*) variedad Edwards deshidratado osmoconvectivamente. Trujillo-Perú. Tesis titulación. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo.

Romero, C y Aguila, M. 2007. Deshidratación osmótica de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). Universidad Técnica de Abanto. Abanto-Ecuador.

Rosas, M. E. y Fernández, J. L. 2011. FTIR aplicada durante la deshidratación osmótica de mango Ataulfo (*Magnifera indica* L.). Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales. México. Disponible en: http://smcsyv.fis.cinvestav.mx/supyvac/25_1/SV2510812.pdf. Acceso el 05 de febrero del 2013.

Suca, C. A. 2008. Manual de osmodeshidratación de alimentos. Serie Tecnologías Emergentes en Ciencia de Alimentos. Editorial Universitaria de la UNCP. 1era. Edición. Puno - Perú

Torreggiani, D., 1993. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing, *Food Research International*, 26, pp. 59-68.

Torres, J. D. 2007. Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesado mínimo de mango (*Mangifera indica* L.). Valencia, España. Tesis Doctoral. Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el

Desarrollo. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia.

USDA, 2006. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18. http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

Valera, A.; Zambrano, J.; Materano, W. y Quintero, I. 2004. Efectos de la concentración de soluto y la relación fruta/jarabe sobre la deshidratación osmótica de mango en cilindros. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5501/pdf/a_valera.pdf. Acceso el 05 de febrero del 2013.

Welti, J.; Palou, E.; López, A. and Balseira, A. 1995. Osmotic concentration of mango slices. *DryingTechnology*. 13(1-2):405-416.

Zapata, J. E. y Montoya, A. 2010. Deshidratación Osmótica de Láminas de Mango cv. Tommy Atkins Aplicando Metodología de Superficies de Respuesta. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n1/v65n1a21.pdf>. Acceso el 04 de febrero del 2013

Zapata, J. E.; Carvajal, L. M. y Ospina, N. 2002. Efectos de la concentración de solutos y la relación jarabe/fruta sobre la cinética de deshidratación osmótica de papaya en láminas. *Revista Interciencia*. ISSN 0378-1844. Vol. 27. Número 5. pp. 236-242. Mayo 2002. Caracas, Venezuela.

Zazueta, J. J.; Quintero, A; Silveira, M. y Yahia, E. H. 1994. Deshidratación osmótica de hojuelas de mango como pretratamiento al deshidratado con aire caliente. Disponible en: <http://www.elhadiyahia.net/wp-content/uploads/pdf/Refereed%20Articles/Osmotic%20dehydration%20of%20mango%20slices%20as%20a%20pre-treatment%20with%20hot%20air.pdf>. Acceso el 05 de febrero del 2013.

ANEXOS

ANEXO 1

Procesos de secado de mango osmodeshidratado en secador de bandejas

Tabla 10. T3 osmodeshidratado a 50 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		88,18	3,0082	0,004018	3,7314	26,52	41,10	64,35	50,17
370	6,2	1613,4	78,4	2,5636	0,044460	2,7859	34,67	49,68	55,53	43,30
380	6,3	1607,9	72,9	2,3136	0,025000	2,4386	39,25	54,45	49,66	38,72
390	6,5	1603,9	68,9	2,1318	0,018180	2,2227	42,58	57,65	45,39	35,39
400	6,7	1600,4	65,4	1,9727	0,015910	2,0523	45,50	60,27	41,64	32,47
410	6,8	1597,4	62,4	1,8364	0,013630	1,9046	48,00	62,39	38,44	29,97
420	7,0	1594,9	59,9	1,7227	0,011370	1,7796	50,08	64,05	35,77	27,89
430	7,2	1592,9	57,9	1,6318	0,009090	1,6773	51,75	65,32	33,63	26,22
440	7,3	1591,2	56,2	1,5545	0,007730	1,5932	53,17	66,36	31,81	24,80
450	7,5	1589,8	54,8	1,4909	0,006360	1,5227	54,33	67,17	30,32	23,64
460	7,7	1588,5	53,5	1,4318	0,005910	1,4614	55,42	67,92	28,92	22,55
470	7,8	1587,4	52,4	1,3818	0,005000	1,4068	56,33	68,52	27,75	21,64
480	8,0	1586,4	51,4	1,3364	0,004540	1,3591	57,17	69,06	26,68	20,80
490	8,2	1585,4	50,4	1,2909	0,004550	1,3137	58,00	69,58	25,61	19,97
500	8,3	1584,4	49,4	1,2455	0,004540	1,2682	58,83	70,09	24,55	19,14
510	8,5	1583,9	48,9	1,2227	0,002280	1,2341	59,25	70,34	24,01	18,72
520	8,7	1583,4	48,4	1,2000	0,002270	1,2114	59,67	70,59	23,47	18,30
530	8,8	1582,9	47,9	1,1773	0,002270	1,1887	60,08	70,83	22,94	17,89
540	9,0	1581,9	46,9	1,1318	0,004550	1,1546	60,92	71,31	21,87	17,05
550	9,2	1581,4	46,4	1,1091	0,002270	1,1205	61,33	71,54	21,34	16,64
560	9,3	1580,9	45,9	1,0864	0,002270	1,0978	61,75	71,77	20,80	16,22
570	9,5	1580,4	45,4	1,0636	0,002280	1,0750	62,17	71,99	20,26	15,80
580	9,7	1580,2	45,2	1,0545	0,000910	1,0591	62,33	72,08	20,06	15,64
590	9,8	1580,1	45,1	1,0500	0,000450	1,0523	62,42	72,13	19,94	15,55
600	10,0	1580,0	45,0	1,0455	0,000450	1,0478	62,50	72,17	19,84	15,47

S = 22 g

Tabla 11. T3 osmodeshidratado a 50 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		88,18	3,0082	0,004018	3,7314	26,52	41,10	64,35	50,17
370	6,2	1613,2	78,2	2,5545	0,045370	2,7814	34,83	49,86	55,33	43,14
380	6,3	1604,9	69,9	2,1773	0,037720	2,3659	41,75	56,87	46,45	36,22
390	6,5	1599,1	64,1	1,9136	0,026370	2,0455	46,58	61,20	40,26	31,39
400	6,7	1594,8	59,8	1,7182	0,019540	1,8159	50,17	64,12	35,65	27,80
410	6,8	1591,7	56,7	1,5773	0,014090	1,6478	52,75	66,05	32,35	25,22
420	7,0	1589,3	54,3	1,4682	0,010910	1,5228	54,75	67,46	29,78	23,22
430	7,2	1587,4	52,4	1,3818	0,008640	1,4250	56,33	68,52	27,75	21,64
440	7,3	1586,1	51,1	1,3227	0,005910	1,3523	57,42	69,22	26,36	20,55
450	7,5	1584,9	49,9	1,2682	0,005450	1,2955	58,42	69,84	25,07	19,55
460	7,7	1583,9	48,9	1,2227	0,004550	1,2455	59,25	70,34	24,01	18,72
470	7,8	1582,9	47,9	1,1773	0,004540	1,2000	60,08	70,83	22,94	17,89
480	8,0	1582,1	47,1	1,1409	0,003640	1,1591	60,75	71,21	22,09	17,22
490	8,2	1581,4	46,4	1,1091	0,003180	1,1250	61,33	71,54	21,34	16,64
500	8,3	1580,9	45,9	1,0864	0,002270	1,0978	61,75	71,77	20,80	16,22
510	8,5	1580,6	45,6	1,0727	0,001370	1,0796	62,00	71,90	20,48	15,97
520	8,7	1580,2	45,2	1,0545	0,001820	1,0636	62,33	72,08	20,06	15,64
530	8,8	1580,0	45,0	1,0455	0,000900	1,0500	62,50	72,17	19,84	15,47
540	9,0	1579,9	44,9	1,0409	0,000460	1,0432	62,58	72,21	19,74	15,39

S = 22 g

Tabla 12. T6 osmodeshidratado a 50 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		87,51	2,9777	0,004102	3,7161	27,08	41,87	63,49	49,50
370	6,2	1614,0	79,0	2,5909	0,038680	2,7843	34,17	49,14	56,18	43,80
380	6,3	1609,0	74,0	2,3636	0,022730	2,4773	38,33	53,53	50,84	39,64
390	6,5	1605,2	70,2	2,1909	0,017270	2,2773	41,50	56,64	46,77	36,47
400	6,7	1602,0	67,0	2,0455	0,014540	2,1182	44,17	59,10	43,35	33,80
410	6,8	1600,0	65,0	1,9545	0,009100	2,0000	45,83	60,56	41,22	32,14
420	7,0	1598,0	63,0	1,8636	0,009090	1,9091	47,50	61,97	39,08	30,47
430	7,2	1596,0	61,0	1,7727	0,009090	1,8182	49,17	63,33	36,94	28,80
440	7,3	1594,0	59,0	1,6818	0,009090	1,7273	50,83	64,63	34,81	27,14
450	7,5	1592,3	57,3	1,6045	0,007730	1,6432	52,25	65,69	32,99	25,72
460	7,7	1590,8	55,8	1,5364	0,006810	1,5705	53,50	66,59	31,38	24,47
470	7,8	1589,5	54,5	1,4773	0,005910	1,5069	54,58	67,35	30,00	23,39
480	8,0	1588,4	53,4	1,4273	0,005000	1,4523	55,50	67,97	28,82	22,47
490	8,2	1587,3	52,3	1,3773	0,005000	1,4023	56,42	68,58	27,64	21,55
500	8,3	1586,3	51,3	1,3318	0,004550	1,3546	57,25	69,11	26,57	20,72
510	8,5	1585,3	50,3	1,2864	0,004540	1,3091	58,08	69,63	25,51	19,89
520	8,7	1584,0	49,0	1,2273	0,005910	1,2569	59,17	70,29	24,11	18,80
530	8,8	1583,4	48,4	1,2000	0,002730	1,2137	59,67	70,59	23,47	18,30
540	9,0	1582,6	47,6	1,1636	0,003640	1,1818	60,33	70,97	22,62	17,64
550	9,2	1581,9	46,9	1,1318	0,003180	1,1477	60,92	71,31	21,87	17,05
560	9,3	1581,3	46,3	1,1045	0,002730	1,1182	61,42	71,58	21,23	16,55
570	9,5	1580,7	45,7	1,0773	0,002720	1,0909	61,92	71,86	20,58	16,05
580	9,7	1580,2	45,2	1,0545	0,002280	1,0659	62,33	72,08	20,06	15,64
590	9,8	1579,7	44,7	1,0318	0,002270	1,0432	62,75	72,30	19,52	15,22
600	10,0	1579,6	44,6	1,0273	0,000450	1,0296	62,83	72,34	19,42	15,14

S = 22 g

Tabla 13. T6 osmodeshidratado a 50 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		87,51	2,9777	0,004102	3,7161	27,08	41,87	63,49	49,50
370	6,2	1613,0	78,0	2,5455	0,043220	2,7616	35,00	50,04	55,11	42,97
380	6,3	1607,3	72,3	2,2864	0,025910	2,4160	39,75	54,94	49,02	38,22
390	6,5	1603,1	68,1	2,0955	0,019090	2,1910	43,25	58,27	44,53	34,72
400	6,7	1599,3	64,3	1,9227	0,017280	2,0091	46,42	61,06	40,46	31,55
410	6,8	1596,1	61,1	1,7773	0,014540	1,8500	49,08	63,26	37,05	28,89
420	7,0	1593,7	58,7	1,6682	0,010910	1,7228	51,08	64,82	34,49	26,89
430	7,2	1591,3	56,3	1,5591	0,010910	1,6137	53,08	66,29	31,92	24,89
440	7,3	1589,1	54,1	1,4591	0,010000	1,5091	54,92	67,58	29,56	23,05
450	7,5	1586,9	51,9	1,3591	0,010000	1,4091	56,75	68,79	27,22	21,22
460	7,7	1584,9	49,9	1,2682	0,009090	1,3137	58,42	69,84	25,07	19,55
470	7,8	1583,5	48,5	1,2045	0,006370	1,2364	59,58	70,54	23,59	18,39
480	8,0	1582,2	47,2	1,1455	0,005900	1,1750	60,67	71,17	22,19	17,30
490	8,2	1581,2	46,2	1,1000	0,004550	1,1228	61,50	71,63	21,12	16,47
500	8,3	1580,7	45,7	1,0773	0,002270	1,0887	61,92	71,86	20,58	16,05
510	8,5	1580,3	45,3	1,0591	0,001820	1,0682	62,25	72,04	20,16	15,72
520	8,7	1580,2	45,2	1,0545	0,000460	1,0568	62,33	72,08	20,06	15,64
530	8,8	1580,1	45,1	1,0500	0,000450	1,0523	62,42	72,13	19,94	15,55
540	9,0	1580,0	45,0	1,0455	0,000450	1,0478	62,50	72,17	19,84	15,47

S = 22 g

Tabla 14. T9 osmodeshidratado a 50 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		89,39	3,0632	0,003865	3,7589	25,51	39,70	65,90	51,38
370	6,2	1612,3	77,3	2,5136	0,054960	2,7884	35,58	50,66	54,37	42,39
380	6,3	1603,1	68,1	2,0955	0,041810	2,3046	43,25	58,27	44,53	34,72
390	6,5	1597,4	62,4	1,8364	0,025910	1,9660	48,00	62,39	38,44	29,97
400	6,7	1593,3	58,3	1,6500	0,018640	1,7432	51,42	65,07	34,05	26,55
410	6,8	1590,0	55,0	1,5000	0,015000	1,5750	54,17	67,06	30,52	23,80
420	7,0	1588,3	53,3	1,4227	0,007730	1,4614	55,58	68,03	28,72	22,39
430	7,2	1587,1	52,1	1,3682	0,005450	1,3955	56,58	68,68	27,43	21,39
440	7,3	1586,1	51,1	1,3227	0,004550	1,3455	57,42	69,22	26,36	20,55
450	7,5	1585,1	50,1	1,2773	0,004540	1,3000	58,25	69,74	25,29	19,72
460	7,7	1584,3	49,3	1,2409	0,003640	1,2591	58,92	70,14	24,43	19,05
470	7,8	1583,8	48,8	1,2182	0,002270	1,2296	59,33	70,39	23,91	18,64
480	8,0	1583,3	48,3	1,1955	0,002270	1,2069	59,75	70,64	23,37	18,22
490	8,2	1582,8	47,8	1,1727	0,002280	1,1841	60,17	70,88	22,83	17,80
500	8,3	1582,3	47,3	1,1500	0,002270	1,1614	60,58	71,12	22,30	17,39
510	8,5	1581,8	46,8	1,1273	0,002270	1,1387	61,00	71,35	21,76	16,97
520	8,7	1581,3	46,3	1,1045	0,002280	1,1159	61,42	71,58	21,23	16,55
530	8,8	1580,9	45,9	1,0864	0,001810	1,0955	61,75	71,77	20,80	16,22
540	9,0	1580,5	45,5	1,0682	0,001820	1,0773	62,08	71,95	20,38	15,89
550	9,2	1580,1	45,1	1,0500	0,001820	1,0591	62,42	72,13	19,94	15,55
560	9,3	1579,7	44,7	1,0318	0,001820	1,0409	62,75	72,30	19,52	15,22
570	9,5	1579,3	44,3	1,0136	0,001820	1,0227	63,08	72,47	19,10	14,89
580	9,7	1578,9	43,9	0,9955	0,001810	1,0046	63,42	72,65	18,66	14,55
590	9,8	1578,7	43,7	0,9864	0,000910	0,9910	63,58	72,73	18,46	14,39
600	10,0	1578,6	43,6	0,9818	0,000460	0,9841	63,67	72,77	18,34	14,30

S = 22 g

Tabla 15. T9 osmodeshidratado a 50 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		89,39	3,0632	0,003865	3,7589	25,51	39,70	65,90	51,38
370	6,2	1614,5	79,5	2,6136	0,044960	2,8384	33,75	48,67	56,71	44,22
380	6,3	1607,4	72,4	2,2909	0,032270	2,4523	39,67	54,86	49,12	38,30
390	6,5	1601,5	66,5	2,0227	0,026820	2,1568	44,58	59,47	42,82	33,39
400	6,7	1596,2	61,2	1,7818	0,024090	1,9023	49,00	63,20	37,16	28,97
410	6,8	1591,3	56,3	1,5591	0,022270	1,6705	53,08	66,29	31,92	24,89
420	7,0	1587,5	52,5	1,3864	0,017270	1,4728	56,25	68,47	27,86	21,72
430	7,2	1584,2	49,2	1,2364	0,015000	1,3114	59,00	70,19	24,33	18,97
440	7,3	1581,6	46,6	1,1182	0,011820	1,1773	61,17	71,45	21,55	16,80
450	7,5	1580,2	45,2	1,0545	0,006370	1,0864	62,33	72,08	20,06	15,64
460	7,7	1578,8	43,8	0,9909	0,006360	1,0227	63,50	72,69	18,56	14,47
470	7,8	1577,9	42,9	0,9500	0,004090	0,9705	64,25	73,07	17,60	13,72
480	8,0	1577,5	42,5	0,9318	0,001820	0,9409	64,58	73,23	17,17	13,39
490	8,2	1577,2	42,2	0,9182	0,001360	0,9250	64,83	73,35	16,85	13,14
500	8,3	1577,0	42,0	0,9091	0,000910	0,9137	65,00	73,43	16,63	12,97
510	8,5	1576,9	41,9	0,9045	0,000460	0,9068	65,08	73,47	16,53	12,89
520	8,7	1576,8	41,8	0,9000	0,000450	0,9023	65,17	73,51	16,42	12,80
530	8,8	1576,7	41,7	0,8955	0,000450	0,8978	65,25	73,55	16,31	12,72
540	9,0	1576,6	41,6	0,8909	0,000460	0,8932	65,33	73,59	16,21	12,64

S = 22 g

Tabla 16. T12 osmodeshidratado a 60 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		86,56	2,9345	0,004222	3,6945	27,87	42,95	62,27	48,55
370	6,2	1611,2	76,2	2,4636	0,047090	2,6991	36,50	51,64	53,19	41,47
380	6,3	1604,4	69,4	2,1545	0,030910	2,3091	42,17	57,27	45,92	35,80
390	6,5	1599,5	64,5	1,9318	0,022270	2,0432	46,25	60,92	40,68	31,72
400	6,7	1596,0	61,0	1,7727	0,015910	1,8523	49,17	63,33	36,94	28,80
410	6,8	1592,8	57,8	1,6273	0,014540	1,7000	51,83	65,38	33,53	26,14
420	7,0	1590,0	55,0	1,5000	0,012730	1,5637	54,17	67,06	30,52	23,80
430	7,2	1587,7	52,7	1,3955	0,010450	1,4478	56,08	68,36	28,07	21,89
440	7,3	1585,7	50,7	1,3045	0,009100	1,3500	57,75	69,43	25,93	20,22
450	7,5	1584,5	49,5	1,2500	0,005450	1,2773	58,75	70,04	24,65	19,22
460	7,7	1583,3	48,3	1,1955	0,005450	1,2228	59,75	70,64	23,37	18,22
470	7,8	1582,3	47,3	1,1500	0,004550	1,1728	60,58	71,12	22,30	17,39
480	8,0	1581,4	46,4	1,1091	0,004090	1,1296	61,33	71,54	21,34	16,64
490	8,2	1580,6	45,6	1,0727	0,003640	1,0909	62,00	71,90	20,48	15,97
500	8,3	1579,8	44,8	1,0364	0,003630	1,0546	62,67	72,26	19,62	15,30
510	8,5	1579,4	44,4	1,0182	0,001820	1,0273	63,00	72,43	19,20	14,97
520	8,7	1579,0	44,0	1,0000	0,001820	1,0091	63,33	72,60	18,78	14,64
530	8,8	1578,7	43,7	0,9864	0,001360	0,9932	63,58	72,73	18,46	14,39
540	9,0	1578,4	43,4	0,9727	0,001370	0,9796	63,83	72,86	18,14	14,14
550	9,2	1578,1	43,1	0,9591	0,001360	0,9659	64,08	72,98	17,81	13,89
560	9,3	1577,8	42,8	0,9455	0,001360	0,9523	64,33	73,11	17,49	13,64
570	9,5	1577,5	42,5	0,9318	0,001370	0,9387	64,58	73,23	17,17	13,39
580	9,7	1577,3	42,3	0,9227	0,000910	0,9273	64,75	73,31	16,96	13,22
590	9,8	1577,2	42,2	0,9182	0,000450	0,9205	64,83	73,35	16,85	13,14
600	10,0	1577,1	42,1	0,9136	0,000460	0,9159	64,92	73,39	16,74	13,05

S = 22 g

Tabla 17. T12 osmodeshidratado a 60 °C, con miel de abejas y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		86,56	2,9345	0,004222	3,6945	27,87	42,95	62,27	48,55
370	6,2	1610,8	75,8	2,4455	0,048900	2,6900	36,83	51,98	52,76	41,14
380	6,3	1602,8	67,8	2,0818	0,036370	2,2637	43,50	58,49	44,21	34,47
390	6,5	1596,5	61,5	1,7955	0,028630	1,9387	48,75	62,99	37,48	29,22
400	6,7	1591,4	56,4	1,5636	0,023190	1,6796	53,00	66,23	32,03	24,97
410	6,8	1587,1	52,1	1,3682	0,019540	1,4659	56,58	68,68	27,43	21,39
420	7,0	1583,9	48,9	1,2227	0,014550	1,2955	59,25	70,34	24,01	18,72
430	7,2	1582,1	47,1	1,1409	0,008180	1,1818	60,75	71,21	22,09	17,22
440	7,3	1581,0	46,0	1,0909	0,005000	1,1159	61,67	71,72	20,91	16,30
450	7,5	1580,0	45,0	1,0455	0,004540	1,0682	62,50	72,17	19,84	15,47
460	7,7	1579,1	44,1	1,0045	0,004100	1,0250	63,25	72,56	18,88	14,72
470	7,8	1578,4	43,4	0,9727	0,003180	0,9886	63,83	72,86	18,14	14,14
480	8,0	1577,7	42,7	0,9409	0,003180	0,9568	64,42	73,15	17,38	13,55
490	8,2	1577,2	42,2	0,9182	0,002270	0,9296	64,83	73,35	16,85	13,14
500	8,3	1576,8	41,8	0,9000	0,001820	0,9091	65,17	73,51	16,42	12,80
510	8,5	1576,6	41,6	0,8909	0,000910	0,8955	65,33	73,59	16,21	12,64
520	8,7	1576,4	41,4	0,8818	0,000910	0,8864	65,50	73,67	15,99	12,47
530	8,8	1576,3	41,3	0,8773	0,000450	0,8796	65,58	73,71	15,89	12,39
540	9,0	1576,2	41,2	0,8727	0,000460	0,8750	65,67	73,75	15,78	12,30

S = 22 g

Tabla 18. T15 osmodeshidratado a 60 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		85,15	2,8705	0,00440	3,6625	29,04	44,52	60,46	47,14
370	6,2	1613,4	78,4	2,5636	0,03069	2,7171	34,67	49,68	55,53	43,30
380	6,3	1607,8	72,8	2,3091	0,02545	2,4364	39,33	54,53	49,56	38,64
390	6,5	1603,3	68,3	2,1045	0,02046	2,2068	43,08	58,11	44,75	34,89
400	6,7	1599,3	64,3	1,9227	0,01818	2,0136	46,42	61,06	40,46	31,55
410	6,8	1595,3	60,3	1,7409	0,01818	1,8318	49,75	63,79	36,19	28,22
420	7,0	1592,1	57,1	1,5955	0,01454	1,6682	52,42	65,81	32,77	25,55
430	7,2	1589,3	54,3	1,4682	0,01273	1,5319	54,75	67,46	29,78	23,22
440	7,3	1586,8	51,8	1,3545	0,01137	1,4114	56,83	68,84	27,11	21,14
450	7,5	1584,7	49,7	1,2591	0,00954	1,3068	58,58	69,94	24,87	19,39
460	7,7	1582,7	47,7	1,1682	0,00909	1,2137	60,25	70,93	22,73	17,72
470	7,8	1581,2	46,2	1,1000	0,00682	1,1341	61,50	71,63	21,12	16,47
480	8,0	1579,8	44,8	1,0364	0,00636	1,0682	62,67	72,26	19,62	15,30
490	8,2	1578,9	43,9	0,9955	0,00409	1,0160	63,42	72,65	18,66	14,55
500	8,3	1578,3	43,3	0,9682	0,00273	0,9819	63,92	72,90	18,02	14,05
510	8,5	1577,8	42,8	0,9455	0,00227	0,9569	64,33	73,11	17,49	13,64
520	8,7	1577,4	42,4	0,9273	0,00182	0,9364	64,67	73,27	17,06	13,30
530	8,8	1577,1	42,1	0,9136	0,00137	0,9205	64,92	73,39	16,74	13,05
540	9,0	1576,8	41,8	0,9000	0,00136	0,9068	65,17	73,51	16,42	12,80
550	9,2	1576,6	41,6	0,8909	0,00091	0,8955	65,33	73,59	16,21	12,64
560	9,3	1576,5	41,5	0,8864	0,00045	0,8887	65,42	73,63	16,10	12,55
570	9,5	1576,4	41,4	0,8818	0,00046	0,8841	65,50	73,67	15,99	12,47
580	9,7	1576,3	41,3	0,8773	0,00045	0,8796	65,58	73,71	15,89	12,39
590	9,8	1576,2	41,2	0,8727	0,00046	0,8750	65,67	73,75	15,78	12,30
600	10,0	1576,1	41,1	0,8682	0,00045	0,8705	65,75	73,78	15,67	12,22

S = 22 g

Tabla 19. T15 osmodeshidratado a 60 °C, con panela y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		85,15	2,8705	0,00440	3,6625	29,04	44,52	60,46	47,14
370	6,2	1611,5	76,5	2,4773	0,03932	2,6739	36,25	51,37	53,51	41,72
380	6,3	1603,8	68,8	2,1273	0,03500	2,3023	42,67	57,73	45,27	35,30
390	6,5	1597,7	62,7	1,8500	0,02773	1,9887	47,75	62,18	38,76	30,22
400	6,7	1592,5	57,5	1,6136	0,02364	1,7318	52,08	65,56	33,21	25,89
410	6,8	1588,3	53,3	1,4227	0,01909	1,5182	55,58	68,03	28,72	22,39
420	7,0	1584,9	49,9	1,2682	0,01545	1,3455	58,42	69,84	25,07	19,55
430	7,2	1582,6	47,6	1,1636	0,01046	1,2159	60,33	70,97	22,62	17,64
440	7,3	1580,8	45,8	1,0818	0,00818	1,1227	61,83	71,81	20,70	16,14
450	7,5	1579,0	44,0	1,0000	0,00818	1,0409	63,33	72,60	18,78	14,64
460	7,7	1577,9	42,9	0,9500	0,00500	0,9750	64,25	73,07	17,60	13,72
470	7,8	1576,5	41,5	0,8864	0,00636	0,9182	65,42	73,63	16,10	12,55
480	8,0	1575,5	40,5	0,8409	0,00455	0,8637	66,25	74,01	15,03	11,72
490	8,2	1575,0	40,0	0,8182	0,00227	0,8296	66,67	74,20	14,49	11,30
500	8,3	1574,7	39,7	0,8045	0,00137	0,8114	66,92	74,31	14,17	11,05
510	8,5	1574,5	39,5	0,7955	0,00090	0,8000	67,08	74,39	13,97	10,89
520	8,7	1574,3	39,3	0,7864	0,00091	0,7910	67,25	74,46	13,75	10,72
530	8,8	1574,1	39,1	0,7773	0,00091	0,7819	67,42	74,53	13,53	10,55
540	9,0	1574,0	39,0	0,7727	0,00046	0,7750	67,50	74,57	13,43	10,47

S = 22 g

Tabla 20. T18 osmodeshidratado a 60 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 50 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		87,24	2,9655	0,004136	3,7100	27,30	42,18	63,14	49,23
370	6,2	1612,1	77,1	2,5045	0,046100	2,7350	35,75	50,84	54,15	42,22
380	6,3	1605,6	70,6	2,2091	0,029540	2,3568	41,17	56,32	47,20	36,80
390	6,5	1600,6	65,6	1,9818	0,022730	2,0955	45,33	60,13	41,86	32,64
400	6,7	1597,1	62,1	1,8227	0,015910	1,9023	48,25	62,59	38,12	29,72
410	6,8	1594,5	59,5	1,7045	0,011820	1,7636	50,42	64,31	35,33	27,55
420	7,0	1592,4	57,4	1,6091	0,009540	1,6568	52,17	65,63	33,09	25,80
430	7,2	1590,4	55,4	1,5182	0,009090	1,5637	53,83	66,83	30,96	24,14
440	7,3	1588,4	53,4	1,4273	0,009090	1,4728	55,50	67,97	28,82	22,47
450	7,5	1586,9	51,9	1,3591	0,006820	1,3932	56,75	68,79	27,22	21,22
460	7,7	1585,4	50,4	1,2909	0,006820	1,3250	58,00	69,58	25,61	19,97
470	7,8	1583,9	48,9	1,2227	0,006820	1,2568	59,25	70,34	24,01	18,72
480	8,0	1582,4	47,4	1,1545	0,006820	1,1886	60,50	71,07	22,41	17,47
490	8,2	1581,4	46,4	1,1091	0,004540	1,1318	61,33	71,54	21,34	16,64
500	8,3	1580,4	45,4	1,0636	0,004550	1,0864	62,17	71,99	20,26	15,80
510	8,5	1579,4	44,4	1,0182	0,004540	1,0409	63,00	72,43	19,20	14,97
520	8,7	1578,4	43,4	0,9727	0,004550	0,9955	63,83	72,86	18,14	14,14
530	8,8	1577,5	42,5	0,9318	0,004090	0,9523	64,58	73,23	17,17	13,39
540	9,0	1577,0	42,0	0,9091	0,002270	0,9205	65,00	73,43	16,63	12,97
550	9,2	1576,6	41,6	0,8909	0,001820	0,9000	65,33	73,59	16,21	12,64
560	9,3	1576,3	41,3	0,8773	0,001360	0,8841	65,58	73,71	15,89	12,39
570	9,5	1576,1	41,1	0,8682	0,000910	0,8728	65,75	73,78	15,67	12,22
580	9,7	1575,9	40,9	0,8591	0,000910	0,8637	65,92	73,86	15,45	12,05
590	9,8	1575,8	40,8	0,8545	0,000460	0,8568	66,00	73,90	15,35	11,97
600	10,0	1575,7	40,7	0,8500	0,000450	0,8523	66,08	73,94	15,25	11,89

S = 22 g

Tabla 21. T18 osmodeshidratado a 60 °C, con sacarosa y una concentración de jarabe a 70 °Brix y secado a 60 °C en el secador de bandejas

t (min)	t (h)	P1 (g)	P2 (g)	(P2-S)/S (g)	dy/dt	Ym	PP (%)	PA (%)	CNH (%)	HS(%)
0	0,0		120,0	4,4545			0,00	0,00	100,00	77,97
360	6,0		87,24	2,9655	0,004136	3,7100	27,30	42,18	63,14	49,23
370	6,2	1611,2	76,2	2,4636	0,050190	2,7146	36,50	51,64	53,19	41,47
380	6,3	1602,3	67,3	2,0591	0,040450	2,2614	43,92	58,87	43,67	34,05
390	6,5	1595,4	60,4	1,7455	0,031360	1,9023	49,67	63,73	36,30	28,30
400	6,7	1590,3	55,3	1,5136	0,023190	1,6296	53,92	66,89	30,85	24,05
410	6,8	1586,2	51,2	1,3273	0,018630	1,4205	57,33	69,16	26,47	20,64
420	7,0	1583,7	48,7	1,2136	0,011370	1,2705	59,42	70,44	23,79	18,55
430	7,2	1581,5	46,5	1,1136	0,010000	1,1636	61,25	71,49	21,44	16,72
440	7,3	1579,4	44,4	1,0182	0,009540	1,0659	63,00	72,43	19,20	14,97
450	7,5	1577,5	42,5	0,9318	0,008640	0,9750	64,58	73,23	17,17	13,39
460	7,7	1576,3	41,3	0,8773	0,005450	0,9046	65,58	73,71	15,89	12,39
470	7,8	1575,5	40,5	0,8409	0,003640	0,8591	66,25	74,01	15,03	11,72
480	8,0	1575,1	40,1	0,8227	0,001820	0,8318	66,58	74,16	14,61	11,39
490	8,2	1574,7	39,7	0,8045	0,001820	0,8136	66,92	74,31	14,17	11,05
500	8,3	1574,4	39,4	0,7909	0,001360	0,7977	67,17	74,42	13,85	10,80
510	8,5	1574,2	39,2	0,7818	0,000910	0,7864	67,33	74,49	13,65	10,64
520	8,7	1574,1	39,1	0,7773	0,000450	0,7796	67,42	74,53	13,53	10,55
530	8,8	1574,0	39,0	0,7727	0,000460	0,7750	67,50	74,57	13,43	10,47
540	9,0	1573,9	38,9	0,7682	0,000450	0,7705	67,58	74,60	13,33	10,39

S = 22 g

ANEXO 2

Análisis de datos

1. Osmodeshidratación

Tabla 22. Variación de la Pérdida de peso (PP (%)) en muestras de mango

Variable dependiente			Repeticiones			Promedio
% Pérdida de peso			1	2	3	
A1	B1	C1 T1	21,22	21,27	21,47	21,32
		C2 T2	23,63	24,01	23,73	23,79
		C3 T3	26,17	27,23	26,17	26,52
	B2	C1 T4	23,47	23,72	24,74	23,98
		C2 T5	24,30	23,67	25,18	24,38
		C3 T6	26,99	27,08	27,18	27,08
	B3	C1 T7	16,59	17,02	17,43	17,01
		C2 T8	18,24	19,29	18,25	18,59
		C3 T9	25,61	25,76	25,17	25,51
A2	B1	C1 T10	25,19	25,11	25,07	25,12
		C2 T11	27,09	27,27	27,22	27,19
		C3 T12	27,92	27,88	27,82	27,87
	B2	C1 T13	24,63	25,08	24,85	24,85
		C2 T14	25,59	25,18	24,75	25,17
		C3 T15	28,73	29,21	29,19	29,04
	B3	C1 T16	17,73	18,65	18,23	18,20
		C2 T17	20,32	20,32	20,36	20,33
		C3 T18	27,06	27,10	27,76	27,30

Tabla 23. Análisis de Varianza para % Pérdida de peso

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:T° de osmodeshidratación	47,6392	1	47,6392	26,81	0,0000
B:Agente osmótico	230,71	2	115,355	64,91	0,0000
C:Concentración	288,336	2	144,168	81,13	0,0000
Residuos	85,3008	48	1,77710		
Total (corregido)	651,986	53			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de peso por T° de osmodeshidratación

Tabla 24. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por T° de osmodeshidratación

T° de osmodeshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °C	27	23,1330	0,256551	X
60 °C	27	25,0115	0,256551	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °C - 60 °C	*	-1,87852	0,729496

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de peso por Agente osmótico

Tabla 25. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Agente osmótico

Agente osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Sacarosa	18	21,1606	0,31421	X
Miel de abejas	18	25,3039	0,31421	X
Panela	18	25,7522	0,31421	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Miel de abejas - Panela		-0,448333	1,0748
Miel de abejas - Sacarosa	*	4,143330	1,0748
Panela - Sacarosa	*	4,591670	1,0748

* indica una diferencia significativa

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de peso por Concentración

Tabla 26. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Concentración

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °Brix	18	21,7483	0,31421	X
60 °Brix	18	23,2444	0,31421	X
70 °Brix	18	27,2239	0,31421	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °Brix - 60 °Brix	*	-1,49611	1,0748
50 °Brix - 70 °Brix	*	-5,47556	1,0748
60 °Brix - 70 °Brix	*	-3,97944	1,0748

* indica una diferencia significativa.

Tabla 27. Variación de la Pérdida de agua (PA (%)) en muestras de mango

Variable dependiente		Repeticiones			Promedio	
% Pérdida de agua		1	2	3		
A1	B1	C1 T1	33,82	33,52	33,41	33,58
		C2 T2	37,30	37,52	36,91	37,24
		C3 T3	40,86	42,02	40,43	41,10
	B2	C1 T4	36,83	37,38	38,33	37,51
		C2 T5	37,99	37,49	38,80	38,09
		C3 T6	42,00	42,01	41,61	41,87
	B3	C1 T7	26,57	26,83	27,19	26,86
		C2 T8	28,95	30,62	28,60	29,39
		C3 T9	39,68	39,74	39,68	39,70
A2	B1	C1 T10	39,11	38,91	39,41	39,14
		C2 T11	41,57	42,42	42,11	42,03
		C3 T12	42,99	42,99	42,88	42,95
	B2	C1 T13	38,50	39,01	38,78	38,76
		C2 T14	39,41	39,16	39,07	39,21
		C3 T15	44,02	44,80	44,74	44,52
	B3	C1 T16	28,44	29,74	29,35	29,18
		C2 T17	32,06	32,08	32,14	32,09
		C3 T18	42,01	42,03	42,51	42,18

Tabla 28. Análisis de Varianza para % Pérdida de agua

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:T° de osmodeshidratación	101,819	1	101,81900	26,32	0,0000
B:Agente osmótico	500,789	2	250,39400	64,73	0,0000
C:Concentración	596,693	2	298,34600	77,12	0,0000
Residuos	185,681	48	3,86835		
Total (corregido)	1384,98	53			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de agua por T° de osmodeshidratación

Tabla 29. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por T° de osmodeshidratación

T° de osmodeshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °C	27	36,1515	0,378513	X
60 °C	27	38,8978	0,378513	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °C - 60 °C	*	-2,7463	1,07629

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de agua por Agente osmótico

Tabla 30. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Agente osmótico

Agente osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Sacarosa	18	33,2344	0,463582	X
Miel de abejas	18	39,3433	0,463582	X
Panela	18	39,9961	0,463582	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Miel de abejas - Panela		-0,652778	1,58575
Miel de abejas - Sacarosa	*	6,108890	1,58575
Panela - Sacarosa	*	6,761670	1,58575

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de agua por Concentración

Tabla 31. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Concentración

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °Brix	18	34,1739	0,463582	X
60 °Brix	18	36,3444	0,463582	X
70 °Brix	18	42,0556	0,463582	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °Brix - 60 °Brix	*	-2,17056	1,58575
50 °Brix - 70 °Brix	*	-7,88167	1,58575
60 °Brix - 70 °Brix	*	-5,71111	1,58575

* indica una diferencia significativa.

Tabla 32. Variación de los Sólidos ganados (SG (%)) en muestras de mango

Variable dependiente			Repeticiones			Promedio
% Sólidos ganados			1	2	3	
A1	B1	C1 T1	15,19	14,97	15,03	15,06
		C2 T2	16,20	16,51	16,29	16,33
		C3 T3	17,12	17,76	17,13	17,34
	B2	C1 T4	15,78	16,21	16,76	16,25
		C2 T5	16,75	16,49	17,25	16,83
		C3 T6	17,72	17,79	17,90	17,80
	B3	C1 T7	12,76	12,50	12,79	12,68
		C2 T8	13,61	14,00	13,61	13,74
		C3 T9	17,05	17,41	16,74	17,07
A2	B1	C1 T10	17,34	17,27	17,14	17,25
		C2 T11	17,58	17,85	17,81	17,75
		C3 T12	18,19	18,15	18,10	18,15
	B2	C1 T13	16,49	16,69	16,67	16,62
		C2 T14	17,29	17,29	17,09	17,22
		C3 T15	18,11	18,38	18,36	18,28
	B3	C1 T16	13,72	14,06	13,87	13,88
		C2 T17	14,72	14,52	14,77	14,67
		C3 T18	17,45	17,70	17,95	17,70

Tabla 33. Análisis de Varianza para % Sólidos ganados

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:T° de osmodeshidratación	11,7974	1	11,797400	25,92	0,0000
B:Agente osmótico	54,0684	2	27,034200	59,40	0,0000
C:Concentración	55,2976	2	27,648800	60,75	0,0000
Residuos	21,8454	48	0,455113		
Total (corregido)	143,009	53			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para % Sólidos ganados por T° de osmodeshidratación

Tabla 34. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Sólidos ganados por T° de osmodeshidratación

T° de osmodeshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °C	27	15,9007	0,129831	X
60 °C	27	16,8356	0,129831	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °C - 60 °C	*	-0,934815	0,36917

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Sólidos ganados por Agente osmótico

Tabla 35. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Sólidos ganados por Agente osmótico

Agente osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Sacarosa	18	14,9572	0,15901	X
Miel de abejas	18	16,9794	0,15901	X
Panela	18	17,1678	0,15901	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Miel de abejas - Panela		-0,188333	0,543915
Miel de abejas - Sacarosa	*	2,022220	0,543915
Panela - Sacarosa	*	2,210560	0,543915

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Sólidos ganados por Concentración

Tabla 36. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Sólidos ganados por Concentración

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °Brix	18	15,2911	0,15901	X
60 °Brix	18	16,0906	0,15901	X
70 °Brix	18	17,7228	0,15901	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °Brix - 60 °Brix	*	-0,799444	0,543915
50 °Brix - 70 °Brix	*	-2,431670	0,543915
60 °Brix - 70 °Brix	*	-1,632220	0,543915

* indica una diferencia significativa.

Tabla 37. Variación del Contenido neto de humedad (CNH (%)) en muestras de mango

Variable dependiente			Repeticiones			Promedio
% CNH			1	2	3	
A1	B1	C1 T1	72,61	72,36	72,07	72,35
		C2 T2	68,53	68,01	69,08	68,54
		C3 T3	64,59	63,71	64,74	64,35
	B2	C1 T4	69,37	68,58	66,84	68,26
		C2 T5	68,04	68,74	66,14	67,64
		C3 T6	63,51	63,74	63,21	63,49
	B3	C1 T7	79,90	79,09	77,94	78,98
		C2 T8	76,79	75,99	76,84	76,54
		C3 T9	65,67	65,52	66,52	65,90
	A2	B1	C1 T10	66,47	66,50	66,54
C2 T11			63,36	63,30	63,26	63,31
C3 T12			62,22	62,26	62,32	62,27
B2		C1 T13	67,48	66,66	66,58	66,91
		C2 T14	65,74	66,21	67,30	66,42
		C3 T15	60,85	60,25	60,29	60,46
B3		C1 T16	77,48	75,70	76,33	76,50
		C2 T17	74,02	73,74	73,81	73,86
		C3 T18	63,68	63,13	62,60	63,14

Tabla 38. Análisis de Varianza para % Contenido neto de humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:T° de osmodeshidratación	118,667	1	118,66700	29,09	0,0000
B:Agente osmótico	528,929	2	264,46400	64,83	0,0000
C:Concentración	668,427	2	334,21400	81,93	0,0000
Residuos	195,798	48	4,07912		
Total (corregido)	1511,82	53			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para % Contenido neto de humedad por T° de osmodeshidratación

Tabla 39. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por T° de osmodeshidratación

T° de osmodeshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
60 °C	27	66,5956	0,388688	X
50 °C	27	69,5604	0,388688	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °C - 60 °C	*	2,96481	1,10522

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Contenido neto de humedad por Agente osmótico

Tabla 40. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Agente osmótico

Agente osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Panela	18	65,5294	0,476044	X
Miel de abejas	18	66,2183	0,476044	X
Sacarosa	18	72,4861	0,476044	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Miel de abejas - Panela		0.688889	1,62838
Miel de abejas - Sacarosa	*	-6.26778	1,62838
Panela - Sacarosa	*	-6.95667	1,62838

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Contenido neto de humedad por Concentración

Tabla 41. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Concentración

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
70 °Brix	18	63,2672	0,476044	X
60 °Brix	18	69,3833	0,476044	X
50 °Brix	18	71,5833	0,476044	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °Brix - 60 °Brix	*	2,20000	1,62838
50 °Brix - 70 °Brix	*	8,31611	1,62838
60 °Brix - 70 °Brix	*	6,11611	1,62838

* indica una diferencia significativa.

2. Secado

Tabla 42. Variación de la pérdida de peso (PP (%)) en muestras de mango osmodeshidratado

Variable dependiente % Pérdida de peso	Repeticiones			Promedio	
	1	2	3		
50 °C	T3 (A)	62,51	62,50	62,49	62,50
	T6 (B)	62,81	62,85	62,83	62,83
	T9 (C)	63,67	63,69	63,65	63,67
	T12 (D)	64,91	64,91	64,94	64,92
	T15 (E)	65,75	65,74	65,76	65,75
	T18 (F)	66,07	66,08	66,09	66,08
60 °C	T3 (A)	62,57	62,59	62,58	62,58
	T6 (B)	62,50	62,52	62,48	62,50
	T9 (C)	65,30	65,33	65,36	65,33
	T12 (D)	65,65	65,69	65,67	65,67
	T15 (E)	67,50	67,52	67,48	67,50
	T18 (F)	67,56	67,58	67,60	67,58

Tabla 43. Análisis de Varianza para % Pérdida de peso

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:Temperatura de secado	7,31703	1	7,317030	36,52	0.0000
B:Fruta	104,595	5	20,919000	104,42	0.0000
Residuos	5,80982	29	0,200339		
Total (corregido)	117,722	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de peso por Temperatura de secado

Tabla 44.Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Temperatura de secado

Temperatura de secado	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °C	18	64,2917	0,105498	X
60 °C	18	65,1933	0,105498	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °C - 60 °C	*	-0,901667	0,305144

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de peso por Fruta

Tabla 45. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de peso por Fruta

Fruta	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
A	6	62,540	0,182729	X
B	6	62,665	0,182729	X
C	6	64,500	0,182729	X
D	6	65,295	0,182729	X
E	6	66,625	0,182729	X
F	6	66,830	0,182729	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B		-0,125	0,787905
A - C	*	-1,960	0,787905
A - D	*	-2,755	0,787905
A - E	*	-4,085	0,787905
A - F	*	-4,290	0,787905
B - C	*	-1,835	0,787905
B - D	*	-2,630	0,787905
B - E	*	-3,960	0,787905
B - F	*	-4,165	0,787905
C - D	*	-0,795	0,787905
C - E	*	-2,125	0,787905
C - F	*	-2,330	0,787905
D - E	*	-1,330	0,787905
D - F	*	-1,535	0,787905
E - F		-0,205	0,787905

* indica una diferencia significativa.

Tabla 46. Variación de la pérdida de agua (PA (%)) en muestras de mango osmodeshidratado-secado.

Variable dependiente	Repeticiones			Promedio	
	1	2	3		
50 °C	T3 (A)	72,16	72,17	72,18	72,17
	T6 (B)	72,32	72,36	72,34	72,34
	T9 (C)	72,77	72,79	72,75	72,77
	T12 (D)	73,38	73,38	73,41	73,39
	T15 (E)	73,78	73,77	73,79	73,78
	T18 (F)	73,93	73,94	73,95	73,94
60 °C	T3 (A)	72,20	72,22	72,21	72,21
	T6 (B)	72,17	72,19	72,15	72,17
	T9 (C)	73,56	73,59	73,62	73,59
	T12 (D)	73,73	73,77	73,75	73,75
	T15 (E)	74,57	74,59	74,55	74,57
	T18 (F)	74,58	74,60	74,62	74,60

Tabla 47. Análisis de Varianza para % Pérdida de agua

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Temperatura de secado	1,5625	1	1,562500	35,30	0,0000
B: Fruta	24,6821	5	4,936420	111,51	0,0000
Residuos	1,2838	29	0,044269		
Total (corregido)	27,5284	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de agua por Temperatura de secado

Tabla 48. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Temperatura de secado

Temperatura de secado	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °C	18	73,0650	0,0495922	X
60 °C	18	73,4817	0,0495922	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °C - 60 °C	*	-0,416667	0,14344

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Pérdida de agua por Fruta

Tabla 49. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Pérdida de agua por Fruta

Fruta	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
A	6	72,190	0,0858962	X
B	6	72,255	0,0858962	X
C	6	73,180	0,0858962	X
D	6	73,570	0,0858962	X
E	6	74,175	0,0858962	X
F	6	74,270	0,0858962	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B		-0,065	0,370374
A - C	*	-0,990	0,370374
A - D	*	-1,380	0,370374
A - E	*	-1,985	0,370374
A - F	*	-2,080	0,370374
B - C	*	-0,925	0,370374
B - D	*	-1,315	0,370374
B - E	*	-1,920	0,370374
B - F	*	-2,015	0,370374
C - D	*	-0,390	0,370374
C - E	*	-0,995	0,370374
C - F	*	-1,090	0,370374
D - E	*	-0,605	0,370374
D - F	*	-0,700	0,370374
E - F		-0,095	0,370374

* indica una diferencia significativa.

Tabla 50. Variación del contenido neto de humedad (CNH (%)) en muestras de mango osmodeshidratado-secado.

Variable dependiente	Repeticiones			Promedio	
	1	2	3		
50 °C	T3 (A)	19,83	19,84	19,85	19,84
	T6 (B)	19,44	19,40	19,42	19,42
	T9 (C)	18,34	18,32	18,36	18,34
	T12 (D)	16,75	16,75	16,72	16,74
	T15 (E)	15,67	15,68	15,66	15,67
	T18 (F)	15,26	15,25	15,24	15,25
60 °C	T3 (A)	19,75	19,73	19,74	19,74
	T6 (B)	19,84	19,82	19,86	19,84
	T9 (C)	16,24	16,21	16,18	16,21
	T12 (D)	15,80	15,76	15,78	15,78
	T15 (E)	13,43	13,41	13,45	13,43
	T18 (F)	13,35	13,33	13,31	13,33

Tabla 51. Análisis de Varianza para % Contenido neto de humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Temperatura de secado	12,0062	1	12,006200	36,55	0,0000
B: Fruta	171,983	5	34,396600	104,72	0,0000
Residuos	9,52512	29	0,328453		
Total (corregido)	193,514	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para % Contenido neto de humedad por Temperatura de secado

Tabla 52. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Temperatura de secado

Temperatura de secado	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50 °C	18	16,3883	0,135083	X
60 °C	18	17,5433	0,135083	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50 °C - 60 °C	*	1,155	0,390713

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para % Contenido neto de humedad por Fruta

Tabla 53. Método: 95 porcentaje Tukey HSD para % Contenido neto de humedad por Fruta

Fruta	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
A	6	14,290	0,23397	X
B	6	14,550	0,23397	X
C	6	16,260	0,23397	X
D	6	17,275	0,23397	X
E	6	19,630	0,23397	X
F	6	19,790	0,23397	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B		0,160	1,00885
A - C	*	2,515	1,00885
A - D	*	3,530	1,00885
A - E	*	5,240	1,00885
A - F	*	5,500	1,00885
B - C	*	2,355	1,00885
B - D	*	3,370	1,00885
B - E	*	5,080	1,00885
B - F	*	5,340	1,00885
C - D	*	1,015	1,00885
C - E	*	2,725	1,00885
C - F	*	2,985	1,00885
D - E	*	1,710	1,00885
D - F	*	1,970	1,00885
E - F		0,260	1,00885

* indica una diferencia significativa.

3. Evaluación sensorial

Tabla 54. Resultados obtenidos del aspecto general del análisis sensorial de mango osmodeshidratado-secado

Panelista o Bloques	Tratamientos						Total
	C ₅₀ °C	C ₆₀ °C	D ₅₀ °C	D ₆₀ °C	E ₅₀ °C	F ₅₀ °C	
1	4	5	3	3	1	6	22
2	3	3	5	4	1	3	19
3	7	4	6	7	2	4	30
4	5	6	6	5	2	3	27
5	4	5	3	5	2	6	25
6	4	4	7	4	3	5	27
7	3	4	6	4	2	4	23
8	4	5	6	3	2	4	24
9	4	4	7	4	2	4	25
10	4	4	6	4	2	4	24
11	3	4	7	4	1	5	24
12	3	4	6	5	2	4	24
Total	48	52	68	52	22	52	294

a) Cuadro ANVA

Tabla 55. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 54

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Tratamiento	93,1666667	5	18,6333333	18,8042813	2,38	*
Bloque	13,8333333	11	1,25757576	1,26911315	1,97	
Error	54,5	55	0,99090909			
Total	161,5	71				

Conclusión: Como $F_c = 18,8042813$ es mayor al F_t , entonces rechazamos H_0 y aceptamos H_a . Existe diferencia significativa entre los efectos por lo menos con uno de los tratamientos sobre la variable respuesta (aspecto general de mango deshidratado)

b) Prueba Tukey

Tabla 56. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 54

Trat.	E ₅₀ °C	C ₅₀ °C	C ₆₀ °C	D ₆₀ °C	F ₅₀ °C	D ₅₀ °C
X	1,833	4,000	4,333	4,333	4,333	5,667
Claves	I	II	III	IV	V	VI

Tabla 57. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 56 mediante la prueba Tukey

Comparación	Diferencia		ALS(T)	Sig.=0,05
I-II	2,167	>	1,198794	*
I-III	2,500	>	1,198794	*
I-IV	2,500	>	1,198794	*
I-V	2,500	>	1,198794	*
I-VI	3,834	>	1,198794	*
II-III	0,333	<	1,198794	n.s
II-IV	0,333	<	1,198794	n.s
II-V	0,333	<	1,198794	n.s
II-VI	1,667	>	1,198794	*
III-IV	0,000	<	1,198794	n.s
III-V	0,000	<	1,198794	n.s
III-VI	1,334	>	1,198794	*
IV-V	0,000	<	1,198794	n.s
IV-VI	1,334	>	1,198794	*
V-VI	1,334	>	1,198794	*

Clave	Grupos Homogéneos
I	
II	X
III	XX
IV	XXX
V	XXX
VI	

Conclusión: Podemos afirmar a un nivel de 5% de probabilidad, que el tratamiento D₅₀ °C es el mejor, alcanzando un calificativo por los panelistas de me gusta

Tabla 58. Resultados obtenidos del color del análisis sensorial de mango osmodeshidratado

Panelista o Bloques	Tratamientos						Total
	C ₅₀ °C	C ₆₀ °C	D ₅₀ °C	D ₆₀ °C	E ₅₀ °C	F ₅₀ °C	
1	3	2	6	4	1	5	21
2	4	5	6	4	3	4	26
3	5	3	5	7	2	7	29
4	4	5	6	4	2	3	24
5	6	7	6	2	2	5	28
6	5	5	6	5	1	4	26
7	3	4	6	4	2	4	23
8	4	4	7	5	2	5	27
9	3	3	6	4	2	4	22
10	5	4	6	4	2	4	25
11	3	4	6	3	1	4	21
12	5	4	6	3	2	4	24
Total	50	50	72	49	22	53	296

a) Cuadro ANVA

Tabla 59. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 58

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Tratamiento	106,277778	5	21,25555560	23,3551609	2,38	*
Bloque	12,7777778	11	1,16161616	1,2763596	1,97	
Error	50,0555556	55	0,91010101			
Total	169,111111	71				

Conclusión: Como $F_c = 23,3551609$ es mayor al F_t , entonces rechazamos H_0 y aceptamos H_a . Existe diferencia significativa entre los efectos por lo menos con uno de los tratamientos sobre la variable respuesta (color de mango deshidratado).

b) Prueba Tukey

Tabla 60. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 58

Trat.	E ₅₀ °C	D ₆₀ °C	C ₅₀ °C	C ₆₀ °C	F ₅₀ °C	D ₅₀ °C
X	1,833	4,083	4,167	4,167	4,417	6,000
Claves	I	II	III	IV	V	VI

Tabla 61. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 60 mediante la prueba Tukey

Comparación	Diferencia		ALS(T)	Sig.=0,05
I-II	2,250	>	1,148875	*
I-III	2,334	>	1,148875	*
I-IV	2,334	>	1,148875	*
I-V	2,584	>	1,148875	*
I-VI	4,167	>	1,148875	*
II-III	0,084	<	1,148875	n.s
II-IV	0,084	<	1,148875	n.s
II-V	0,334	<	1,148875	n.s
II-VI	1,917	>	1,148875	*
III-IV	0,000	<	1,148875	n.s
III-V	0,250	<	1,148875	n.s
III-VI	1,833	>	1,148875	*
IV-V	0,250	<	1,148875	n.s
IV-VI	1,833	>	1,148875	*
V-VI	1,583	>	1,148875	*

Clave	Grupos Homogéneos
I	
II	X
III	XX
IV	XXX
V	XXX
VI	

Conclusión: Podemos afirmar a un nivel de 5% de probabilidad, que el tratamiento D₅₀ °C es el mejor, alcanzando un calificativo por los panelistas de me gusta.

Tabla 62. Resultados obtenidos del olor del análisis sensorial de mango osmodeshidratado

Panelista o Bloques	Tratamientos						Total
	C ₅₀ °C	C ₆₀ °C	D ₅₀ °C	D ₆₀ °C	E ₅₀ °C	F ₅₀ °C	
1	6	1	5	4	1	4	21
2	4	5	4	4	5	5	27
3	4	4	7	4	3	7	29
4	4	6	5	4	3	4	26
5	5	7	3	4	4	5	28
6	4	4	7	5	5	6	31
7	4	4	6	4	2	4	24
8	3	3	6	5	2	4	23
9	3	4	7	4	3	5	26
10	3	4	5	4	2	4	22
11	3	4	6	3	2	4	22
12	4	4	6	4	3	4	25
Total	47	50	67	49	35	56	304

a) Cuadro ANVA

Tabla 63. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 62

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Tratamiento	46,4444444	5	9,28888889	8,16696270	2,38	
Bloque	17,4444444	11	1,58585859	1,39431616	1,97	
Error	62,5555556	55	1,13737374			
Total	126,444444	71				

Conclusión: Como $F_c = 8,16696270$ es menor al F_t , aceptamos H_0 . Existe diferencia significativa entre los efectos por lo menos con uno de los tratamientos sobre la variable respuesta (olor de mango deshidratado).

b) Prueba Tukey

Tabla 64. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 62

Trat.	E ₅₀ °C	C ₅₀ °C	D ₆₀ °C	C ₆₀ °C	F ₅₀ °C	D ₅₀ °C
X	2,917	3,917	4,083	4,167	4,667	5,583
Claves	I	II	III	IV	V	VI

Tabla 65. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 64 mediante la prueba Tukey

Comparación	Diferencia		ALS(T)	Sig.=0,05
I-II	1,000	<	1,284336	n.s
I-III	1,166	<	1,284336	n.s
I-IV	1,250	<	1,284336	n.s
I-V	1,750	>	1,284336	*
I-VI	2,666	>	1,284336	*
II-III	0,166	<	1,284336	n.s
II-IV	0,250	<	1,284336	n.s
II-V	0,750	<	1,284336	n.s
II-VI	1,666	>	1,284336	*
III-IV	0,084	<	1,284336	n.s
III-V	0,584	<	1,284336	n.s
III-VI	1,500	>	1,284336	*
IV-V	0,500	<	1,284336	n.s
IV-VI	1,416	>	1,284336	*
V-VI	0,916	<	1,284336	n.s

Clave	Grupos Homogéneos
I	X
II	XX
III	XX
IV	XX
V	XX
VI	X

Conclusión: Podemos afirmar a un nivel de 5% de probabilidad, que el tratamiento D₅₀ °C es el mejor, alcanzando un calificativo por los panelistas de me gusta.

Tabla 66. Resultados obtenidos del sabor del análisis sensorial de mango osmodeshidratado

Panelista o Bloques	Tratamientos						Total
	C ₅₀ °C	C ₆₀ °C	D ₅₀ °C	D ₆₀ °C	E ₅₀ °C	F ₅₀ °C	
1	5	4	3	3	1	6	22
2	5	3	5	5	3	4	25
3	7	5	5	6	2	4	29
4	6	6	7	6	5	5	35
5	6	6	3	5	5	5	30
6	5	4	7	5	5	6	32
7	4	4	6	4	3	5	26
8	3	4	6	4	3	3	23
9	4	4	7	4	3	4	26
10	3	3	6	5	3	4	24
11	4	4	5	4	3	4	24
12	5	3	6	3	3	4	24
Total	57	50	66	54	39	54	320

a) Cuadro ANVA

Tabla 67. Análisis de varianza de los datos de la Tabla 66

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Tratamiento	32.6111111	5	6,52222222	6,39940535	2,38	*
Bloque	29.1111111	11	2,64646465	2,59663033	1,97	
Error	56.0555556	55	1,01919192			
Total	117.777778	71				

Conclusión: Como $F_c = 6,39940535$ es mayor al F_t , entonces rechazamos H_0 y aceptamos H_a . Existe diferencia significativa entre los efectos por lo menos con uno de los tratamientos sobre la variable respuesta (sabor de mango deshidratado)

b) Prueba Tukey

Tabla 68. Ordenamiento de los promedios de los tratamientos de la Tabla 66

Trat.	E ₅₀ °C	C ₆₀ °C	D ₆₀ °C	F ₅₀ °C	C ₅₀ °C	D ₅₀ °C
X	3,250	4,167	4,500	4,500	4,750	5,500
Claves	I	II	III	IV	V	VI

Tabla 69. Comparación y significación de los tratamientos de la Tabla 68 mediante la prueba Tukey

Comparación	Diferencia		ALS(T)	Sig.=0,05
I-II	0,917	<	1,215781	n.s
I-III	1,250	>	1,215781	*
I-IV	1,250	>	1,215781	*
I-V	1,500	>	1,215781	*
I-VI	2,250	>	1,215781	*
II-III	0,333	<	1,215781	n.s
II-IV	0,333	<	1,215781	n.s
II-V	0,583	<	1,215781	n.s
II-VI	1,333	>	1,215781	*
III-IV	0,000	<	1,215781	n.s
III-V	0,250	<	1,215781	n.s
III-VI	1,000	<	1,215781	n.s
IV-V	0,250	<	1,215781	n.s
IV-VI	1,000	<	1,215781	n.s
V-VI	0,750	<	1,215781	n.s

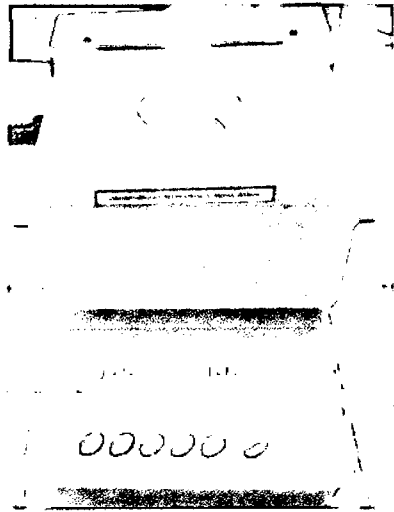
Clave	Grupos Homogéneos
I	X
II	XX
III	XX
IV	XX
V	XX
VI	X

Conclusión: Podemos afirmar a un nivel de 5% de probabilidad, que el tratamiento D₅₀ °C es el mejor, alcanzando un calificativo por los panelistas de me gusta.

ANEXO 3

Fotografías de la ejecución de la tesis

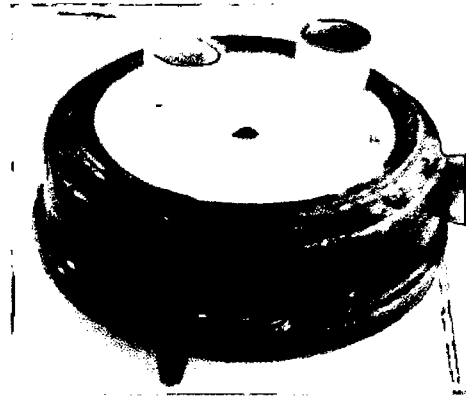
Análisis fisicoquímico del mango



Fotografía 1. Medición de la humedad



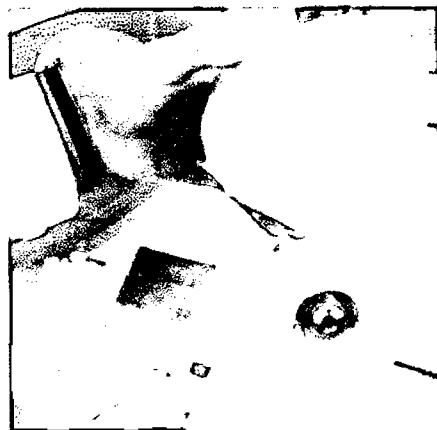
Fotografía 2. Determinación de ácido
ascórbico



Fotografía 3. Determinación de cenizas



Fotografía 4. Determinación de acidez
titulable



Fotografía 5. Medición de los sólidos
solubles (°Brix)

Agentes osmóticos



Fotografía 6. Medición de los °Brix



Fotografía 7. Preparación del agente osmótico

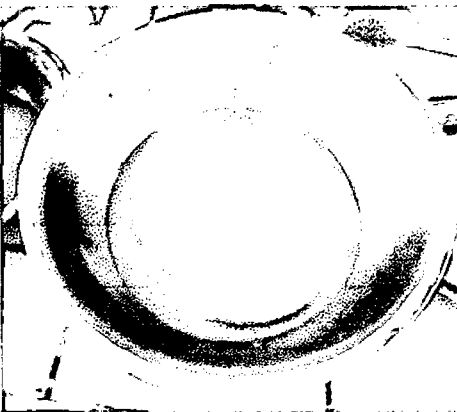
Proceso de osmodeshidratación y control



Fotografía 8. Pelado y cortado del mango



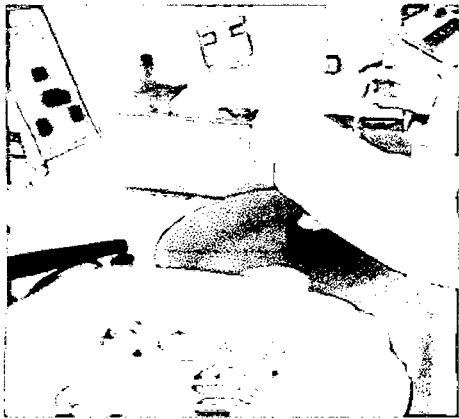
Fotografía 10. Medias rodajas



Fotografía 9. Escaldado



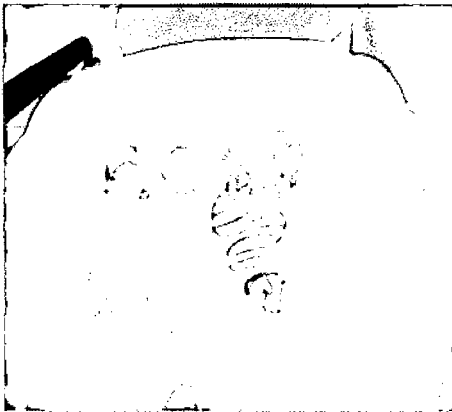
Fotografía 11. Pesado de la pulpa del mango



Fotografía 12. Retiro del baño maría



Fotografía 15. Incorporación de muestras



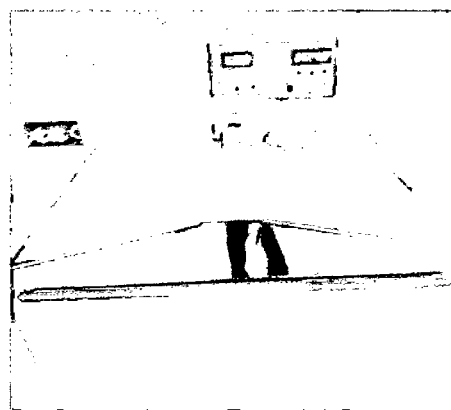
Fotografía 13. Ecurrido



Fotografía 16. Regreso al baño maría



Fotografía 14. Control de peso

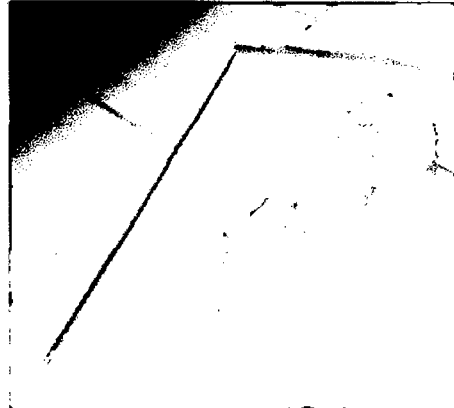


Fotografía 17. Proceso de Osmodeshidratación

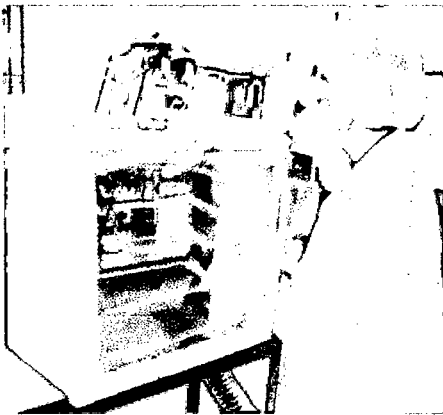
Proceso de secado



Fotografía 18. Secado



Fotografía 20. Enfriado

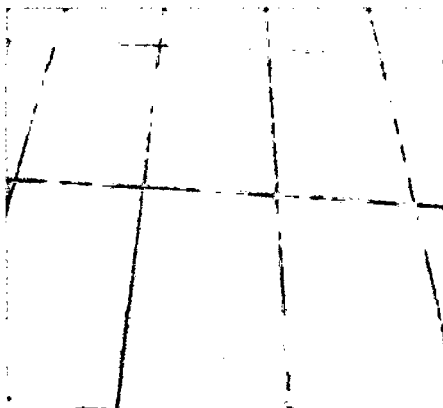


Fotografía 19. Control de peso



Fotografía 21. Envasado

Evaluación sensorial



Fotografía 22. Rehidratación

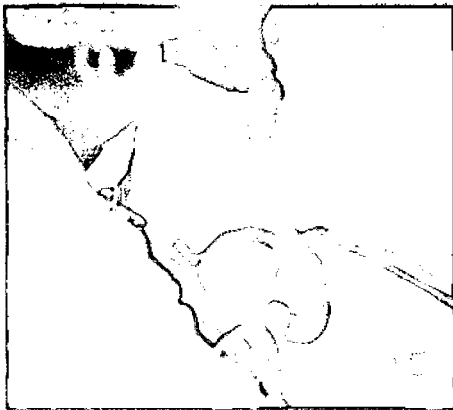


Fotografía 23. Evaluación



Fotografía 24. Evaluación

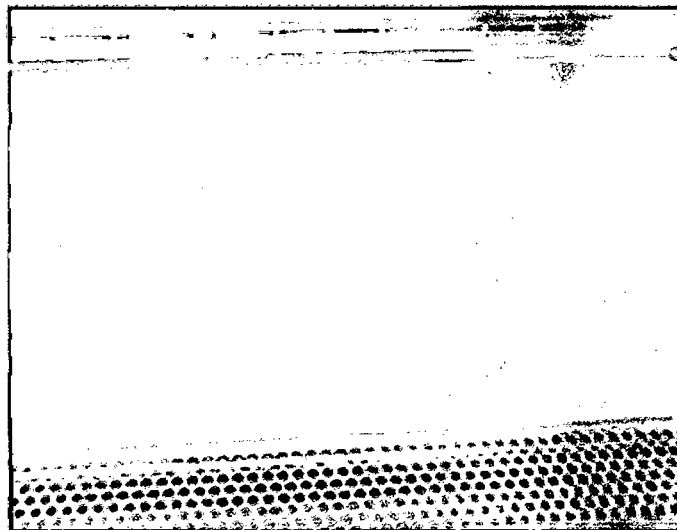
Análisis microbiológico



Fotografía 25. Preparación de la muestra



Fotografía 26. Preparación de diluciones



Fotografía 27. Sembrado en medio de cultivo



Fotografía 28. Recuento de bacterias mesófilas



Fotografía 29. Recuento de mohos y levaduras

ANEXO 4

Formato de prueba de aceptabilidad: Test de escala hedónica

EVALUACIÓN SENSORIAL DE MANGO (KENT) DESHIDRATADO OSMÓTICAMENTE Y SECADO EN SECADOR DE BANDEJAS

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Mango (Kent) deshidratado osmóticamente y secado en secador de bandejas

Observe las muestras de medias rodajas de mango que se le presenta y evalúe la apariencia física e indique según en la escala, la opinión sobre ellas

Escala Hedónica

Me desagrada muchísimo	1
Me desagrada	2
Me desagrada un poco	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta un poco	5
Me gusta	6
Me gusta muchísimo	7

Colocar el número de acuerdo a su calificación para las siguientes características de cada muestra.

Características	Muestras					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Aspecto general						
Color						
Olor						
Sabor						

Comentarios:.....
.....
.....

Gracias por su evaluación

ANEXO 5

Balance de materia

