



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFICACIA DE TRES MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN
EN MANDARINA (POKAN) PARA LA OBTENCIÓN DE
SNACKS DESHIDRATADOS
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR
LÓPEZ CEDEÑO JUAN ALBERTO**

**TUTOR
ING. VALLE LITUMA CECILIA MARIANA M.Sc**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **VALLE LITUMA CECILIA MARÍANA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFICACIA DE TRES MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN EN MANDARINA (POKAN) PARA LA OBTENCIÓN DE SNACKS DESHIDRATADOS**, realizado por el estudiante **LÓPEZ CEDEÑO JUAN ALBERTO**; con cédula de identidad N° **0951453562** de la carrera **INGENIERIA AGRONÓMICA**, Unidad Académica **GUAYAQUIL**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

.....
Ing. CECILIA VALLE LITUMA M. Sc

Guayaquil, 17 de marzo del 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EFICACIA DE TRES MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN EN MANDARINA (POKAN) PARA LA OBTENCIÓN DE SNACKS DESHIDRATADOS”**, realizado por el estudiante LÓPEZ CEDEÑO JUAN ALBERTO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Fanny Rodríguez Jarama, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Wilmer Baque Bustamante, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Cecilia Valle Lituma, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 17 de marzo del 2021

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios que día a día me regaló fuerzas para seguir adelante y aunque tuve momentos difíciles siempre me ayudaba a resolverlos.

Agradecimiento

Mi agradecimiento es para mis padres que me impulsaron a ser mejor todos los días, su apoyo moral y económico nunca me faltó. A mi esposa Bianca Loor por empezar juntos esta trayectoria y terminar graduados como meta final. A mi gran amigo Carlos Veintimilla que siempre estuvo conmigo compartiendo grandes anécdotas.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **LÓPEZ CEDEÑO JUAN ALBERTO** en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“EFICACIA DE TRES MÉTODOS DE DESHIDRATCIÓN EN MANDARINA (POKAN) PARA LA OBTENCIÓN DE SNACKS DESHIDRATADOS”** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 17 marzo del 2021

LÓPEZ CEDEÑO JUAN ALBERTO
C.I. 0951453562

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
Resumen.....	17
Abstract	18
1. Introducción	19
1.1 Antecedentes del problema.....	19
1.2 Planteamiento y formulación del problema	20
1.2.1 Planteamiento del problema	20
1.2.2 Formulación del problema	20
1.3 Justificación de la investigación.....	20
1.4 Delimitación de la investigación	21
1.5 Objetivo general	21
1.6 Objetivos específicos	21
1.7 Hipótesis.....	21
2. Marco teórico	22
2.1 Estado del arte	22
2.2 Bases teóricas.....	24
2.2.1 Descripción botánica de la mandarina	24
2.2.2 Características agro-morfológicas del cultivo de mandarina	24

2.2.3 Requerimientos edafoclimáticos	25
2.2.3.1. <i>Clima</i>	25
2.2.3.2. <i>Suelo</i>	25
2.2.3.3. <i>Fotoperiodo</i>	26
2.2.3.4. <i>Altitud</i>	26
2.2.3.5. <i>Precipitación</i>	26
2.2.4 Variedades.....	26
2.2.5 Producción mundial.....	27
2.2.6 Producción de deshidratados de frutas en Ecuador	27
2.2.7.1 <i>Tipos de deshidratación</i>	29
2.2.7.1.1. <i>Secadores directos</i>	29
2.2.7.1.2. <i>Secadores indirectos</i>	29
2.2.7.1.3. <i>Deshidratación por flujo de aire caliente</i>.....	30
2.2.7.1.4. <i>Deshidratación natural</i>	30
2.2.7.1.5. <i>Deshidratación a combustión interna indirecta</i>.....	31
2.2.7.1.6. <i>Secadores o deshidratadores eléctricos</i>.....	31
2.2.8 Periodo de velocidad de secado.....	31
2.2.8.1. <i>Velocidad constante</i>	31
2.2.8.2. <i>Periodo de velocidad de secado decreciente</i>	32
2.2.9 Temperatura	32
2.2.10 Humedad	34
2.2.11 <i>Técnicas para deshidratación de fruta</i>.....	35
2.2.11.1. <i>Escaldado</i>	35
2.2.11.2. <i>Acidificado</i>.....	35
2.2.11.3. <i>Sulfitado</i>.....	36

2.2.11.4. Azucarado.....	36
2.2.11.5. Osmosis.....	36
2.2.12 Etapas para el proceso de productos deshidratados	37
2.2.12.1. Cosecha	37
2.2.12.2. Transporte	38
2.2.12.3. Recepción.....	39
2.2.12.4. Lavado	39
2.2.12.5. Selección y/o clasificación	40
2.2.12.6. Pre-tratamiento.....	40
2.2.12.7. Almacenamiento y empaquetado.....	41
2.2.13 Industrialización de productos deshidratados	41
2.2.14 Aspectos físico - químicos de los productos deshidratados	43
2.2.15 Propiedades sensoriales	44
2.2.16 Aceptación del consumidor	46
2.3 Marco legal	46
3. Materiales y métodos.....	49
3.1 Enfoque de la investigación	49
3.1.1 Tipo de investigación	49
3.1.2 Diseño de investigación	49
3.2 Metodología.....	49
3.2.1 Variables	49
3.2.1.1. Variable independiente.....	49
3.2.1.2. Variables dependientes	49
3.2.2 Tratamientos	50
3.2.3 Diseño experimental	50

3.2.4 Recolección de datos	50
3.2.4.1. <i>Materia prima (recursos)</i>	50
3.2.4.2. <i>Materiales, Reactivos y Equipos para el Procesamiento</i>	51
3.2.4.3. <i>Métodos y técnicas</i>	51
3.2.5 Análisis estadístico	51
3.2.5.1. <i>Análisis funcional</i>	51
3.2.5.2. <i>Esquema del análisis de varianza (Andeva)</i>	52
3.2.5.3. <i>Análisis estadístico descriptivo</i>	52
3.2.5.4. <i>Hipótesis estadísticas</i>	52
3.2.5.5. <i>Manejo del ensayo</i>	52
3.2.5.5.1. <i>Manejo de materia prima</i>	52
3.2.5.5.2. <i>Manejo del proceso de deshidratación</i>	54
3.2.5.5.3. <i>Caracterización del producto final (snacks)</i>	56
3.2.5.5.4. <i>Análisis físico-químico, sensorial y microbiológico del snack</i> ...	57
4. Resultados	59
4.1 Comparación la eficacia de tres métodos de deshidratación en mandarina (Pokan), para la obtención de snacks deshidratados.	59
4.1.1 Temperatura	59
4.1.2 Tiempo	59
4.2 Análisis físico, químico, sensorial y microbiológico del producto obtenido.....	60
4.2.1 Análisis físicos	60
4.2.2 Análisis sensorial.....	66
4.2.2.1. <i>Deshidratador solar (evaluación etapa inicial)</i>	66
4.2.2.2. <i>Deshidratador solar (evaluación día 5)</i>	67

4.2.2.3. Deshidratador solar (evaluación día 10)	69
4.2.2.4. Deshidratador solar (evaluación día 15)	71
4.2.2.5. Deshidratador eléctrico (evaluación etapa inicial)	72
4.2.2.6. Deshidratador eléctrico (evaluación día 5)	74
4.2.2.7. Deshidratador eléctrico (evaluación día 10)	76
4.2.2.8. Deshidratador eléctrico (evaluación día 15)	77
4.2.2.9. Deshidratador a combustión (evaluación etapa inicial)	79
4.2.2.10. Deshidratador a combustión (evaluación día 5)	81
4.2.2.11. Deshidratador a combustión (evaluación día 10)	82
4.2.2.12. Deshidratador a combustión (evaluación día 15)	84
4.2.3 Análisis microbiológico	86
4.3 Determinación económica de los tres métodos de deshidratación	86
5. Discusión	87
6. Conclusiones	89
7. Recomendaciones	91
8. Bibliografía	92
9. Anexos	99

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de tratamientos.....	50
Tabla 2. Andeva.....	52
Tabla 3. Escala para el análisis sensorial.....	58
Tabla 4. Peso de mandarina deshidratada.....	62
Tabla 5. Tamaño de mandarina deshidratada	63
Tabla 6: Análisis de varianza - peso en mandarina deshidratada.....	101
Tabla 7: Análisis de varianza - tamaño en mandarina deshidratada.....	101
Tabla 8. Costos del deshidratador eléctrico	86
Tabla 9. Costos del deshidratador a combustión	86
Tabla 10. Costos del deshidratador solar	87

Índice de figuras

Figura 1. Temperatura de los tres métodos de deshidratación.....	60
Figura 2. Tiempo de los tres métodos de deshidratación en horas.....	60
Figura 3. Escala de color por método solar.....	62
Figura 4. Escala de color por método eléctrico.....	62
Figura 5. Escala de color por método a combustión.....	62
Figura 6. Contenido de humedad.....	63
Figura 7. Vida útil de la mandarina deshidratada por método solar.....	64
Figura 8. Vida útil de la mandarina deshidratada por método a combustión.....	65
Figura 9. Vida útil de la mandarina deshidratada por método eléctrico.....	65
Figura 10. Color en deshidratación solar en etapa inicial.....	66
Figura 11. Olor en deshidratación solar en etapa inicial.....	66
Figura 12. Sabor en deshidratación solar en etapa inicial.....	67
Figura 13. Aceptabilidad en deshidratación solar etapa inicial	67
Figura 14. Color en deshidratación solar a los 5 días.....	68
Figura 15. Olor en deshidratación solar a los 5 días.....	68
Figura 16. Sabor en deshidratación solar a los 5 días.....	68
Figura 17. Aceptabilidad en deshidratación solar a los 5 días.....	69
Figura 18. Color en deshidratación solar a los 10 días.....	69
Figura 19. Olor en deshidratación solar a los 10 días.....	70
Figura 20. Sabor en deshidratación solar a los 10 días.....	70
Figura 21. Aceptabilidad en deshidratación solar a los 10 días.....	70
Figura 22. Color en deshidratación solar a los 15 días.....	71
Figura 23. Olor en deshidratación solar a los 15 días.....	71
Figura 24. Sabor en deshidratación solar a los 15 días.....	72

Figura 25. Aceptabilidad en deshidratación solar a los 15 días.....	72
Figura 26. Color en deshidratación eléctrico en etapa inicial.....	72
Figura 27. Olor en deshidratación eléctrico en etapa inicial.....	73
Figura 28. Sabor en deshidratación eléctrico en etapa inicial.....	73
Figura 29. Aceptabilidad en deshidratación eléctrico en etapa inicial.....	74
Figura 30. Color en deshidratación eléctrico a los 5 días.....	74
Figura 31. Olor en deshidratación eléctrico a los 5 días.....	75
Figura 32. Sabor en deshidratación eléctrico a los 5 días.....	75
Figura 33. Aceptabilidad en deshidratación eléctrico a los 5 días.....	75
Figura 34. Color en deshidratación eléctrico a los 10 días.....	76
Figura 35. Olor en deshidratación eléctrico a los 10 días.....	76
Figura 36. Sabor en deshidratación eléctrico a los 10 días.....	77
Figura 37. Aceptabilidad en deshidratación eléctrico a los 10 días.....	77
Figura 38. Color en deshidratación eléctrico a los 15 días.....	78
Figura 39. Olor en deshidratación eléctrico a los 15 días.....	78
Figura 40. Sabor en deshidratación eléctrico a los 15 días.....	78
Figura 41. Aceptabilidad en deshidratación eléctrico a los 15 días.....	79
Figura 42. Color en deshidratación a combustión en etapa inicial.....	79
Figura 43. Olor en deshidratación a combustión en etapa inicial.....	80
Figura 44. Sabor en deshidratación a combustión en etapa inicial.....	80
Figura 45. Aceptabilidad en deshidratación a combustión en etapa inicial.....	80
Figura 46. Olor en deshidratación a combustión a los 5 días.....	81
Figura 47. Color en deshidratación a combustión a los 5 días.....	81
Figura 48. Sabor en deshidratación a combustión a los 5 días.....	82
Figura 49. Aceptabilidad en deshidratación a combustión a los 5 días.....	82

Figura 50. Color en deshidratación a combustión a los 10 días.....	83
Figura 51. Olor en deshidratación a combustión a los 10 días.....	83
Figura 52. Sabor en deshidratación a combustión a los 10 días.....	83
Figura 53. Aceptabilidad en deshidratación a combustión a los 10 días.....	84
Figura 54. Color en deshidratación a combustión a los 15 días.....	84
Figura 55. Olor en deshidratación a combustión a los 15 días.....	85
Figura 56. Sabor en deshidratación a combustión a los 15 días.....	85
Figura 57. Aceptabilidad en deshidratación a combustión a los 15 días.....	85
Figura 58. Costo de los tres métodos de deshidratación.....	86
Figura 59. Análisis de acidez titulable de la fruta.....	101
Figura 60. Análisis de humedad y microbiológico en método solar.....	102
Figura 61. Análisis de humedad y microbiológico en método eléctrico	103
Figura 62. Análisis de humedad y microbiológico en método a combustión.....	104
Figura 63. Planilla de análisis sensorial.....	105
Figura 64. Cosecha de la mandarina variedad Pokan.....	106
Figura 65. Selección de la fruta.....	106
Figura 66. Limpieza y lavado de la mandarina.....	107
Figura 67. Pesado y calibre de la mandarina.	107
Figura 68. Pelado y limpieza de lo gajos de mandarina.....	108
Figura 69. Gajos de mandarina en el deshidratador eléctrico.....	108
Figura 70. Gajos de mandarina en el deshidratador solar.....	109
Figura 71. Gajos de mandarina en el deshidratador a combustión	109
Figura 72. Horno a combustión y deshidratador eléctrico.....	110
Figura 73. Construcción del deshidratador solar.....	110
Figura 74. Repisas del deshidratador solar.....	111

Figura 75. Construcción de tablero.....	111
Figura 76. Unión de piso y porta bandejas.....	112
Figura 77. Construcción de bandejas para las mandarinas.....	112
Figura 78. Construcción de porta bandejas.....	113
Figura 79. Forrado con plástico negro.....	113
Figura 80. Recubrimiento con plástico blanco.....	114
Figura 81. Mandarina deshidratada por método a combustión.....	114
Figura 82. Mandarina deshidratada por método eléctrico.....	114
Figura 83. Mandarina deshidratada por método solar.....	115
Figura 84. Medición de grados brix.....	115
Figura 85. Análisis sensorial	116
Figura 86. Snacks de mandarina deshidratada.....	117
Figura 87. Escala de color en mandarina Pokan.....	117

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Manabí, cantón Chone recinto El Narciso en donde se llevó a cabo las pruebas de eficacia de tres métodos de deshidratación en mandarina de variedad Pokan, para la obtención de snacks de mandarina deshidratada se utilizó tres métodos (solar, eléctrico y combustión). Se realizó un diseño completamente al azar con análisis de varianza para las variables de peso y tamaño y un análisis descriptivo (medidas de tendencia central) para las variables de temperatura, tiempo, color, contenido de humedad y grado de aceptabilidad del producto final. Se empleó buenas prácticas de manufactura (BPM), realizando análisis físico químico, microbiológico y sensorial determinando su tiempo de vida útil. Se observó que el método de deshidratación eléctrico fue el que obtuvo mejores resultados con un 12% de humedad en la mandarina deshidratada, mientras que el tratamiento de deshidratación solar fue el que tuvo un mayor porcentaje de humedad con un 28%. El tiempo de vida útil se lo realizó observando la mandarina deshidratada hasta la presencia de hongos a temperatura ambiente en donde el método de deshidratación eléctrico fue el que tuvo un mayor tiempo de vida útil con presencia de hongos a los 35 días. En el análisis sensorial se determinó que el método de deshidratación eléctrico obtuvo mayor grado de aceptabilidad.

Palabras claves: Deshidratación, brix, sensorial, temperatura, tiempo

Abstract

The present research work was carried out in the province of Manabí, Chone canton, El Narciso enclosure where the efficacy tests of three methods of dehydration in Pokan mandarin variety were carried out, to obtain dehydrated mandarin snacks, three methods (solar, electric and combustion). A completely randomized design was carried out with analysis of variance for the weight and size variables and a descriptive analysis (measures of central tendency) for the variables of temperature, time, color, moisture content and degree of acceptability of the final product. Good manufacturing practices (GMP) were used, performing physical-chemical, microbiological and sensory analysis, determining their useful life time. It was observed that the electric dehydration method was the one that obtained the best results with 12% humidity in the dehydrated mandarin, while the solar dehydration treatment was the one that had the highest percentage of humidity with 28%. The shelf life was performed by observing the dehydrated mandarin until the presence of fungi at room temperature, where the electric dehydration method was the one with the longest shelf life with the presence of fungi at 35 days. In the sensory analysis it was determined that the electrical dehydration method obtained a higher degree of acceptability.

Keywords: Dehydration, brix, sensory, temperature, time

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

En la actualidad el cultivo de mandarina se cultiva en grandes extensiones en la provincia de Manabí, uno de los problemas que trae dicho cultivo es la falta de centros de acopio, el inadecuado manejo poscosecha que se le da a esta fruta, y el escaso conocimiento sobre la deshidratación, ocasionando la mayor parte de pérdidas económicas en el sector El Narciso, en los meses de agosto a septiembre por tal motivo los precios decaen. Los agricultores de la zona manifiestan que la pérdida de fruta es de gran magnitud en épocas de cosecha debido a que su producción está destinada a la venta informal la cual debe ser inmediata para no afectar la calidad de la fruta.

Cuando hay sobreproducción, los mercados se saturan de mandarinas provocando que los precios de la mandarina bajen considerablemente, lo cual causa pérdidas para los agricultores y comerciantes que tienen grandes sembríos de cítricos, en la actualidad el precio del ciento de mandarina está a 5 dólares, lo que prevé que esos precios incluso bajen a mayor producción de la fruta. Al sufrir la baja de precio los agricultores dejan de cosechar la fruta porque gastan más dinero en recogerla que en venderla, por lo que prefieren que se desperdicie en los árboles. Muchas veces los centros de acopio tienden a pagar menos dinero por la mandarina de menor calibre o grado de maduración por lo que esa fruta se comercializa en ciudades pequeñas siendo el intermediario el que se beneficia duplicando su valor comercial.

La falta de conocimiento por parte de los agricultores no les permite dar un valor agregado al producto, evitando numerosas pérdidas de producción en época de cosecha, donde el agricultor se ve obligado a bajar los precios disminuyendo sus ingresos económicos y afectando su calidad de vida.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La mayoría de agricultores omiten el proceso de agro industrialización de la mandarina desperdiciándose en las parcelas o usualmente regalando parte de la cosecha para consumo interno.

En el cantón Chone la fruta deshidratada es escasa al igual que el conocimiento de su proceso de deshidratación y esto se debe a la falta consumo ya que los productos deshidratados no llegan al sector rural del cantón porque son distribuidos en ciudades más grandes como son Guayaquil, Portoviejo, Manta y Quito. No obstante, los snacks de frutas deshidratadas se pueden posicionar como una alternativa saludable a la confitería o snacks convencionales, o utilizarse para aportar interés y variedad al mercado de la comida sana.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los productos derivados del cultivo de mandarina que se producen en la provincia de Manabí con valor agregado?

¿Los productores conocen sobre el proceso de deshidratación en el cultivo de mandarina?

¿Cuáles son los métodos de deshidratación para el cultivo de mandarina?

1.3 Justificación de la investigación

El trabajo cumplió con el fin de dar un valor agregado a la cosecha del cultivo de mandarina en el cantón Chone provincia de Manabí, recinto El Narciso conociendo su proceso de post cosecha y deshidratación de la fruta. Este estudio tuvo como resultado la evaluación de la calidad en la mandarina (Pokan), y concretar cuál fue el mejor método de deshidratación (solar, eléctrico, combustión) empelado en el cultivo de mandarina para la obtención de snacks deshidratados.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La investigación se realizó en un predio de una hectárea, ubicado en el recinto El Narciso a 15 minutos del cantón Chone provincia de Manabí, cuyas coordenadas son 603658,402 – 9918326,51.
- **Tiempo:** Duración de la investigación 7 meses.
- **Población:** La presente investigación estuvo dirigida a los fruticultores de la zona y con los resultados obtenidos puedan dar un valor agregado a sus cultivos de mandarina.

1.5 Objetivo general

Evaluar la eficacia de tres métodos mediante la deshidratación en mandarina (Pokan), para la obtención de snacks deshidratados.

1.6 Objetivos específicos

- Comparar la eficacia de tres métodos de deshidratación, para conseguir óptimos resultados en la obtención de snacks deshidratados a base de la mandarina (*Pokan*).
- Caracterizar mediante análisis físico, químico, sensorial y microbiológico las características bromatológicas del producto obtenido.
- Determinar cuál de los tres métodos de deshidratación es económicamente rentable para llevar a cabo su realización.

1.7 Hipótesis

Al menos un método de deshidratación obtendrá mejores resultados al deshidratar la mandarina de variedad *Pokan* y en la aceptación del consumidor.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

García, Muñiz, Hernández, Gonzáles y Fernández (2013) mencionan que en la actualidad el sector agroindustrial maneja numerosos tipos de procesos tecnológicos de preservación de la fruta de los cuales los más usados a nivel mundial es la deshidratación, donde resulta eficaz para la obtención de un producto comestible. Logrando extender el tiempo de duración de la fruta en el mercado, donde se aprovecha especialmente en la etapa de postcosecha impidiendo picos de pérdidas por sobreproducción. Las técnicas de deshidratación son: deshidratación solar, a combustión y con nuevas tecnologías se han implementado la deshidratación con aparatos electrónicos cabe mencionar que la deshidratación osmótica permite la remoción de agua donde el alimento a deshidratar es sumergido en una solución de agua en el cual incorpora componentes fisiológicamente activos, preservantes y saborizantes.

Ayala, Leiton y Serna (2017) afirman que para eliminar la humedad de los alimentos se recomienda que el aire que pasa por los productos en deshidratación esté en constante movimiento y renovación, esta ventilación se logra de forma natural gracias al efecto chimenea o en forma forzada mediante ventiladores, dependiendo del modelo del secadero. Los productos tienen que ser colocados de tal forma que haya suficiente espacio entre las partes que los componen para obtener un buen secado.

En la investigación de Zócalo, Gambeta, Rey, Gravina y Borges (2018) indican que el contenido en compuestos antioxidantes de cítricos se puede ver afectado por factores fisiológicos, como la maduración, así como por factores tecnológicos, como las condiciones de conservación y procesado. Por tanto, es necesario poseer

métodos optimizados para la determinación de capacidad antioxidante en estos productos, evaluando su evolución a lo largo de los distintos procesos postcosecha, se han desarrollado una gran cantidad de métodos para evaluar la capacidad antioxidante de cítricos basados en distintos aspectos, como la reducción de metales (FRAP), la capacidad de captación de radicales peroxilo (ORAC, TRAP), de radicales hidroxilo (ensayo de la deoxirribosa), entre otros.

Ayala, *et al.* (2017) menciona que en los cultivos de mandarinas, uno de los principales desórdenes reportados no relacionado a las bajas temperaturas es el colapso de la corteza, este desorden afecta principalmente a las mandarinas Clementinas y a las Satsumas, se manifiesta como manchas de color marrón distribuidas en el flavedo, y se asocia a largos períodos de almacenamiento, el daño celular se hace evidente en las capas subepidérmicas del flavedo lo que provoca un colapso con la consecuente fitotoxicidad del tejido por lo contrario la epidermis permanece inalterada. El desorden es relacionado con las condiciones ambientales durante la pre-cosecha y particularmente con la posición del fruto en el árbol, siendo los más afectados los ubicados en el interior.

Pérez (2017) cita que el proceso de deshidratación empieza en las células que evolucionan desde una estructura en equilibrio altamente organizada hasta un conjunto desordenado, debido a la deformación del material, las propiedades y los mecanismos de transporte resultan ser dependientes de la naturaleza del material, su contenido de humedad, su temperatura, y de su cambio de dimensiones. El diseño y la optimización de secaderos para alimentos de alto contenido de humedad requieren la formulación de ecuaciones que incorporen el proceso de deshidratación en forma realista exclusivamente los balances de materia y energía. Para resolver los mencionados balances se deben considerar los cambios de

volumen y de área superficial de las partículas individuales y la velocidad con que ocurren estos cambios en términos de las variables de operación del sistema. Los cambios también afectan, principalmente los del volumen y la porosidad, influyen considerablemente en las propiedades de transporte internas y externas de las partículas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Descripción botánica de la mandarina

Alfaro, Ramirez, Saavedra y Conteras (2013) en su investigación afirman que la mandarina corresponde a la clase de las Dicotiledóneas, subdivisión Angiospermas, división de las Traqueofitas, del orden Geraniales, suborden Geranineas, a la familia de las Rutáceas y de la subfamilia de las Aurantioideas, de la tribu Citreae y subtribu Citrinae, en la cual se encuentran 13 géneros, entre ellos el género Citrus, al cual pertenece la mandarina, este género es dividido en dos subgéneros: el Papeda donde incluye 6 especies no cultivadas y el subgénero Citrus, que posee 10 especies en el cual 8 son cultivadas en Ecuador, y es aquí que ubicamos a la Citrus reticulata, que comprende a todas las mandarinas de piel suelta entre ellas la mandarina Tangerina. Aunque es importante mencionar que Tanaka clasificó a la Tangerina en Citrus tangerina.

2.2.2 Características agro-morfológicas del cultivo de mandarina

Donis (2010) señala que árboles de mandarina pueden alcanzar una altura de 7,5 m con alta expansión de las ramas, gran parte del árbol es espinoso con hojas unifoliadas, pecíolos con pequeñas alas y articulados con la vaina de la hoja, las flores son de color blanco, simples y ubicadas en las axilas de las hojas, la raíz sólida pivotante con muchas raíces secundarias. El fruto es un tipo especial de baya denominada hesperidio las diferentes variedades de mandarina tienen forma

esférica ligeramente aplanada, es de tamaño mediano oscila entre los 40 y 86 mm, el peso puede variar desde los 50 a los 100 gramos.

Anderson (2016) indica que la mandarina es una fruta que posee una piel de un color característico anaranjado o amarillo vivo, es delgada, rugosa y despegable la pulpa, la cual está fraccionada entre 10 ó 12 gajos teniendo un sabor dulce agradable, su pulpa contiene, ácido cítrico, vitamina C, vitamina B azúcar reductora y caroteno.

Ayala *et al.* (2017) en su investigación mencionan que la mandarina de variedad Pokan es utilizada con muy buenos resultados y entre las principales características tenemos que se adapta a una amplia variedad de suelos, moderadamente tolerante a sequías y a sales, resistente a enfermedades gomosas, tolerante a tristeza de los cítricos, a exocortis, y xiloporosis, es susceptible a nemátodos, su tamaño de es mediano a grande con un alto rendimiento y buena calidad de fruta.

2.2.3 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.3.1. Clima

Rodríguez, Wiesner, Monroy y Fischer (2016) especifican que para el desarrollo vegetativo del cultivo de mandarina la temperatura óptima oscila entre los 23 y 34 °C. El cultivo se atrofia con temperaturas inferiores a los 13 °C y superiores a los 39 °C. La planta es más resistente al frío y tolerante a la sequía, pero con frutos sensibles, la temperatura es la que determina su desarrollo vegetativo, floración, cuajado y calidad de los frutos. Las temperaturas altas constantes conservan altos niveles de clorofilas y su color es permanentemente verde

2.2.3.2. Suelo

Paredes (2016) afirma en su investigación que el suelo recomendado debe ser permeable y poco calizos, tener una proporción equilibrada de elementos gruesos

y finos garantizando una buena aireación y facilitando el paso del agua, además de proporcionar una estructura que mantenga un buen estado de humedad y buena capacidad de cambio catiónico. El cultivo de mandarina no tolera la salinidad y son sensibles a la asfixia, además un buen drenaje es importante para la productividad del cultivo, suelos con pH entre 5.5 a 7.0

2.2.3.3. Fotoperiodo

“La mandarina se considera una planta neutra, aunque existen cultivares sensibles al fotoperiodo que se comportan como plantas de días cortos” (Donis, 2010, p.15).

2.2.3.4. Altitud

“Las altitudes aptas para el cultivo de mandarina oscilan entre 500 a 1000 msnm, en este amplio rango se debe seleccionar el tipo de variedad más adecuada para poder ser plantada” (Rodríguez, Castiblanco, Calderón, y Velásquez, 2017, p.78).

2.2.3.5. Precipitación

“Una precipitación de 1000 mm/año representa el límite por el cual el cultivo de mandarinas plantea necesidad de riegos, se desarrolla bien en zonas con precipitaciones de 1200 a 1500 mm/año” (Borsini, Albani y Ramallo, 2016, p.25).

2.2.4 Variedades

Entre las variedades más importantes de mandarina Donis (2010) menciona que son las siguientes:

Owari: Variedad originaria de Japón, es un árbol vigoroso, poco poblado de hojas, con ramas largas y mediano tamaño, las hojas son grandes de color oscuro cóncavas en unión al peciolo y con la nervadura central prominente. Su fruto es de tamaño medio a pequeño con un alto contenido en zumo.

Okitsu wase: Árbol de porte mediano y pendular, poco vigoroso y de follaje poco denso, posee hojas más grandes que las de la variedad “*Owarí*”, su fruto es más aplanado y de mayor tamaño presentando una maduración más precoz

Clementina fina: Árbol de tamaño grande con un buen vigor, de follaje denso, hojas lanceoladas pequeñas con muchas espinas cortas y débiles. Su producción de frutos es de baja calidad organoléptica, rico en zumo y sin semillas

Clemenules: Es un árbol grande, vigoroso, de hoja irregular, su fruto de mayor tamaño con maduración ligeramente más rápida, de corteza algo rugosa, fácil de pelar, elevado contenido en zumo y sin semillas

Fortune: Un híbrido de mandarina Clementina, árbol muy vigoroso, grande, de rápida entrada en producción y frágil debido a que puede desgarrarse por el viento o por el peso de la cosecha. Hojas anchas y coriáceas de color claro, su fruto de tamaño pequeño, de color naranja intenso con corteza fina y adherida, su contenido de sumo es elevado algo ácido. La polinización es cruzada y pueden encontrarse algunas semillas en sus frutos

2.2.5 Producción mundial

En la producción de cítricos Velázquez y Hevia (2016) afirman que los principales países que son productores de mandarina *Citrus reticulata* son Brasil (29%), Estados Unidos (11%), México (7%), India (6%), Indonesia, Italia, Colombia, Argentina y Ecuador presentan un 4% de producción total. Las exportaciones mundiales de cítricos en el 2019 llegaron cerca de los 28.000 millones de dólares de producción, llegando la mandarina al 23% como venta de fruto fresco.

2.2.6 Producción de deshidratados de frutas en Ecuador

Más de 9000 toneladas de frutas se deshidratan en el Ecuador ya que existen más de 15 empresas dedicadas a este negocio, el 10% de esta producción es para

el consumo interno. Estos productos se comercializan en distintos puntos de venta como son: delicatessen, supermercados y tiendas naturistas, donde se los puede encontrar desde 1,20 USD la funda de 50 gramos y 2,50 USD la funda de 120 gramos (Pérez, 2013).

2.2.7 Deshidratación

Anderson (2016) menciona que la deshidratación es un método antiguo de conservación de frutas, verduras y carnes conocido por el hombre en donde su principal función es la eliminación parcial o total del agua en el alimento evitando la actividad enzimática y la propagación de microorganismos. La deshidratación disminuye el peso y volumen de los alimentos, extendiendo la vida útil del producto final manteniendo su valor nutritivo, conservando sus características organolépticas (sabor, color, olor y textura) obteniendo un producto similar al de origen.

Según Pérez (2017), menciona que la deshidratación por método solar o en horno no ocasionan cambio alguno en el porcentaje de fibra del producto final, sin embargo, puede ocasionar pérdidas de componentes volátiles sensibles al calor, incluso en altas temperaturas de deshidratación se puede observar el oscurecimiento del producto final ocasionando alteraciones organolépticas (color, sabor, olor y textura).

Donis (2010) afirma que las alteraciones o pérdidas de nutrientes de una fruta sometida a un proceso de deshidratación dependen del método empleado y de las condiciones de almacenamiento, si los procedimientos se realizan con buenas prácticas de manufactura (BPM) aumentaría su vida útil disminuyendo la carga microbiana.

2.2.7.1. Tipos de deshidratación

En los tipos de deshidratación Bello, Panozzo, Almirón y Vázquez (2014) manifiestan que la fruta deshidratada es el producto obtenido a partir de frutas carnosas frescas aquellas cuya parte comestible posee menos el 50% de agua, las cuales se han reducido proporcionalmente la humedad mediante procesos de calor, por lo general la fruta deshidratada suele ser envasada en atmosfera protectora al vacío y conservada a temperatura ambiente.

2.2.7.1.1. Secadores directos

“Aquellos que se caracterizan por utilizar gases calientes para el suministro del calor en contacto directo con el alimento, fundamentalmente por convección arrastrando el líquido vaporizado” (Borsini, *et al.*, 2016, p.67).

2.2.7.1.2. Secadores indirectos

“En los cuales el calor se transmite al alimento por conducción a través de la pared que lo contiene, eliminándose el líquido vaporizado independientemente del medio calefactor” (Rodríguez, Monroy, Fischer, y Herrera, 2015, p.78).

Villarroel y Espinoza (2019) mencionan que las frutas tienen un aspecto muy importante para su preservación, el incremento de los microorganismos se interrumpe a partir de un nivel determinado de calor por lo que es esencial conocer los niveles de temperatura para el procesamiento de la fruta. La deshidratación es la extracción del agua de la fruta, disminuyendo los niveles de agua que tienden a detener el crecimiento de microorganismos, cuando una célula de la fruta se coloca al calor ella se deshidrata y su crecimiento se inhibe. El principio de la termodinámica es la fuerza principal detrás de la deshidratación, lo que indica que el calor y la ausencia de humedad en la fruta tiene influencia en la ausencia de microorganismos conservando mejor la fruta.

2.2.7.1.3. Deshidratación por flujo de aire caliente

El investigador Borsini *et al.* (2016) explica que la deshidratación por flujo de aire caliente es una técnica que por medio del calor se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación, lo que impide el crecimiento de algunas bacterias que no pueden vivir en medios secos. La cinética del proceso de secado utilizando aire caliente depende tanto de la geometría y espesor del producto como de las propiedades del aire de secado, como son la humedad relativa ambiental, temperatura y velocidad del flujo de aire.

Osorio, Peñaloza, Maldonado, Jiménez y Salazar (2019) afirman que la deshidratación con aire caliente por medio de túneles es uno de los principales procesos de conservación de productos deshidratados, en este método el aire disponible conduce el calor a la fruta para retirar el agua. El proceso presenta evaporización en todo su ciclo de secado, en este tratamiento se tiene muy presente la humedad relativa del aire de secado y el flujo del aire. La deshidratación de la fruta consiste en pasar por un flujo de aire caliente, que varían de 2 a 8m/s, las temperaturas del aire dependen del producto a elaborarse y normalmente sus temperaturas tienen un rango de 40 a 70°C un tiempo de 2 hasta incluso 18 horas.

2.2.7.1.4. Deshidratación natural

Zócalo *et al.* (2018) explica que en el secado natural es un método económico y sencillo, se necesita de un clima de elevadas temperaturas y baja humedad. La fruta deshidratada al sol tiene un proceso más lento y su contenido de humedad no se reduce a menos del 15% por lo que no es apto para la industrialización utilizándose comúnmente de forma casera. Este método requiere de un extenso espacio al aire libre, donde la fruta se vuelva más susceptible a factores contaminantes como polvo, insectos o plagas. Lo recomendable para evitar un mal

proceso de deshidratación es necesario colocar una tela mosquitera para evitar insectos y para proteger el producto de la lluvia se deberá colocar bajo techo.

2.2.7.1.5. Deshidratación a combustión interna indirecta

Yidarte (2015) declara que la deshidratación a combustión es un sistema en donde se obtendrá una mayor eficacia debido a su mayor control de flujo de aire e intervalo de menor tiempo de secado será menor. La corriente del aire que circula es constante, y se vuelve una deshidratación eficiente, por los metros cuadrados de superficie disponible en sus bandejas, esto da la capacidad de carga del horno, se debe tener en cuenta que el aire es el que seca, la temperatura ayuda a romper la tensión superficial del agua contenida en el producto, esto proporciona la deshidratación.

2.2.7.1.6. Secadores o deshidratadores eléctricos

Estrada (2015) en su proyecto de deshidratación de frutas menciona que los deshidratadores eléctricos son equipos de uso casero, provistos de un sistema de calentamiento y ventilación forzada, que producen un flujo de aire caliente que al atravesar los alimentos elimina hasta un 15% de humedad conservando sus características organolépticas.

2.2.8 Periodo de velocidad de secado

2.2.8.1. Velocidad constante

Rojas (2014) define que la velocidad con que se elimina agua de la superficie del sólido es igual a la velocidad con que llega a ella desde el interior del mismo, entonces la velocidad de secado es igual a la velocidad de evaporación del agua, que será a su vez proporcional a la velocidad de flujo de calor que llega desde el aire al sólido. En tales condiciones, la temperatura de la interfase permanece constante y el calor que llega al sólido se invierte totalmente en evaporar el líquido.

Moraga, Zambra, Torres y Lemus (2015) indican que es importante la circulación del aire al momento de la deshidratación, la velocidad de la circulación del aire influye en la constancia de la deshidratación de la fruta proporcionando una ventilación adecuada, es preciso mantener el control de la calidad del aire caliente fomentando mecanismos que aseguren un nivel aséptico (sin microorganismos) del mismo, tanto del internamente como el que proviene de los equipos utilizados en el proceso.

2.2.8.2. Periodo de velocidad de secado decreciente

Becerá y Lagunas (2013) mencionan que la humedad del producto sigue disminuyendo hasta alcanzar la humedad de equilibrio es decir que la deshidratación lleva a un secado de la superficie del alimento y la zona de evaporación de agua se desplaza hacia el centro de este, de esta forma, la resistencia a la transferencia de calor y masa aumenta, y en consecuencia la tasa de secado disminuye.

Contreras, Duarte, Aparicio y Bautista (2020) menciona que en el proceso de secado la fruta se calienta y aumenta la temperatura de la interfase donde se produce una adaptación del material a las condiciones de secado, este periodo depende de numerosos factores y su durabilidad será en función del contenido inicial de humedad del sólido, su temperatura y la velocidad del aire. La calidad de la fruta deshidratada se relaciona con la velocidad de secado con ayuda de modelos de deshidratación adecuados para cada tipo de fruta donde se predice el comportamiento de la fruta sobre diferentes condiciones.

2.2.9 Temperatura

Velázquez y Hevia (2016) mencionan que la temperatura es un parámetro que se mantiene constante para cada tipo de fruta donde si se logra aumentar la

temperatura no lograría una buena calidad final del producto, la deshidratación causa cambios en las propiedades físicas como coagulación o colapso, cambios en la densidad y viscosidad del producto. Las temperaturas de secado superiores a 60°C en frutas con cáscara cerosa inducen a una disolución de una cantidad significativa de azúcares, donde se reduce la viscosidad e incrementando la movilidad del agua, donde se obtiene como resultado la reducción del tiempo de secado.

Rodríguez, Torregrosa y Salgado (2019) afirman que mientras mayor sea el diferencial de temperatura en el deshidratador, mayor será la intensidad de transferencia del calor al producto final donde existe una mayor energía para extraer la humedad. Por otro lado, cuando el agua se extrae de la fruta como vapor debe ser transportado afuera de deshidratador de lo contrario, la masa de aire se saturará de humedad, retrasando la extracción de calor. Un mayor volumen de aire será capaz de extraer mayor vapor que uno menor, entonces mientras más caliente sea el aire, mayor será la humedad que se podrá extraer de la fruta.

Márquez y Michelis, (2018) en sus investigaciones mencionan que las velocidades de deshidratación aumentan con mayor temperatura, por arriba de 190°C se inicia el oscurecimiento enzimático deteriorando el sabor; el incremento en el tiempo de secado de la fruta da como resultado una deshidratación más efectiva. En las primeras 2 horas del proceso de deshidratación, las velocidades de pérdida de agua e ingreso de sólidos son altas, a partir de las siguientes horas las velocidades sufren una depreciación. Las agencias reguladoras de países están comenzando a definir los estándares de calor para fruta deshidratada, donde podemos conocer gran variedad de métodos de conservación de los mismos.

2.2.10 Humedad

Velásquez y Saraz (2015) mencionan que las frutas poseen un mayor porcentaje de agua a diferencia de los otros alimentos, contienen grandes cantidades de agua libre incluida en los tejidos de fácil extracción. La cantidad de humedad desempeña un importante papel en reacciones de deterioro de los productos, se debe considerar de gran importancia conocer la cantidad de humedad de las frutas ya que la industria alimenticia identifica, manipula y controla los productos en las distintas etapas del proceso. Los porcentajes de humedad en fruta deshidratada oscilan entre 10% y 20% de humedad, de acuerdo con el método de deshidratación que se considere aplicar.

Domínguez, Castro, Correa, Saldamaga (2019) mencionan que existen varios métodos para determinar la humedad de las frutas deshidratadas y estos son: secado por estufa que su función principal es mientras más se reduzca el peso en el análisis, mayor es la cantidad de agua que pierde la fruta, el secado por estufa al vacío se relaciona directamente con la presión de vapor. El secado por destilación azeotrópica se enfoca en la destilación del agua con un líquido inmiscible y la técnica más usada es Karl Fischer cuyo método es el único que se utiliza con reactivos químicos como yodo, dióxido de azufre y una amida.

Según Carvalho, Bugno, Almodovar, Silva y Pinto (2020) afirman que el contenido de humedad de las frutas es un factor indicativo de su propensión al deterioro, el contenido de humedad es escaso para indicar la perecibilidad de una fruta al no tomar en cuenta las interacciones del agua con otros componentes del mismo. La actividad del agua está relacionada con el contenido de humedad de una fruta por medio de una isoterma de adsorción, la fruta fresca tiene mayor cantidad de agua, mientras que la fruta deshidratada tienen una actividad de agua

inferior, lo que permite una mejor conservación con estabilidad de almacenaje y venta.

2.2.11 Técnicas para deshidratación de fruta

Vanegas y Parra, (2015) mencionan que en la actualidad existen diferentes métodos y técnicas de secado mejorando sus desempeños en tiempo y porcentaje de humedad teniendo como ventaja un producto deshidratado económicamente rentable. Se escoge el mejor método dependiendo del tipo de alimento que se quiera deshidratar obteniendo un nivel de calidad óptimo para el consumidor en conjunto con el costo que se pueda justificar el producto final. En las industrias alimentarias existen métodos de deshidratación por convección del aire, secadores en forma de tambor o rodillo, secadores al vacío, entre otros. La mayoría sirven para alimentos líquidos y sólidos ajustándose a las necesidades de volúmenes y características de productos final obtenido

2.2.11.1. Escaldado

Ordoñez y Pardo (2018) mencionan que el método escaldado consiste en un tratamiento térmico donde se someten pedazos de fruta a temperaturas elevadas en un determinado periodo de tiempo donde se define según el tamaño, madurez y tipo de fruta, para luego enfriarlo rápidamente causando la eliminación de enzimas encargadas de descomponer el alimento, logrando así una textura blanda que mantiene su color.

2.2.11.2. Acidificado

Gracias a la técnica de acidificado se puede neutralizar el oscurecimiento por oxidación y pérdida de las vitaminas A y C, para poder lograrlo se procede a sumergir la fruta pelada y cortada en una solución ácida (6g de ácido cítrico/litro de agua) de 2 a 3 minutos y esto depende del tamaño de la fruta (Pérez, 2013).

2.2.11.3. Sulfitado

Ayala *et al.* (2017) afirman que para esta técnica se sumerge la fruta en una solución de 10g metabisulfito de sodio/litro de agua con un tiempo de 5 minutos para pedazos pequeños, es recomendable usar recipientes resistentes a la corrosión o de acero inoxidable para un mejor proceso, por medio de este método se conserva mejor las vitaminas en la fruta y no deja un sabor ácido.

2.2.11.4. Azucarado

Sanjinez, Branco, Takito y Corbari (2017) explican que el método azucarado es conocido como cristalización, el proceso es simplemente la adición de azúcar a las frutas durante el secado con la finalidad de acentuar el sabor y disminuir la actividad del agua, para tener una mejor cristalización es necesario tener el doble de cantidad de azúcar que de fruta a cristalizar.

2.2.11.5. Osmosis

Velásquez y Saraz (2015) señalan que el proceso de osmosis es un fenómeno donde dos soluciones varían su concentración por medio de una membrana semipermeable con el fin de igualar las concentraciones en ambos lados, las soluciones hipertónicas más utilizadas son jaleas azucaradas. Para este procedimiento se toma por kg de fruta a deshidratar, 400mL de agua y 600g de azúcar, luego de eso se lleva el recipiente a fuego lento agitando hasta que el azúcar sea diluido completamente, se retira el recipiente del fuego dejando enfriar el jarabe, cuando el jarabe esté preparado se le introduce la fruta en el envase dejando reposar por lo menos unas 6 horas.

Pérez y Castro (2020) en su investigación menciona que la deshidratación Osmótica en frutas permite reducir su contenido de agua desde un 50% hasta 60% de humedad, incrementando el contenido de sólidos solubles totales. Su

composición química permite obtener un producto final de buena calidad organoléptica y aceptación al consumidor. Esta técnica de conservación ayuda a preservar la calidad de las frutas deshidratadas evitando el deterioro y contaminación microbiológica durante la conservación y almacenaje.

Castro, Rodríguez y Vargas (2018) afirma que la técnica de deshidratación por ósmosis permite concentrar a temperatura ambiente alimentos sólidos, normalmente usan las frutas en trozos, que son inmersas en soluciones concentradas de azúcar. La ósmosis permite que el agua de las células de las frutas emerja a diluir el jarabe exterior, donde la fruta se concentra y el jarabe se disuelve paulatinamente con el agua, los compuestos solubles de la fruta son capaces de sobresalir de ésta a través de las paredes celulares. Estos compuestos favorecen a informar al jarabe el sabor, color y aroma de una determinada fruta, con frecuencia usan ese jarabe para servir para endulzar jugos, jaleas o mermeladas.

2.2.12 Etapas para el proceso de productos deshidratados

2.2.12.1. Cosecha

Pérez (2017) en su investigación menciona que la cosecha marca el final del ciclo de un fruto y hortalizas donde deben ser cosechadas con un estado de madurez adecuado, los frutos son removidos del árbol donde se aprovecha en sus diferentes formas para su proceso de industrialización, el momento óptimo de una especie y la variedad delimita el tiempo de conservación, la calidad organoléptica y la sensibilidad a daños mecánicos durante la postcosecha. El conocimiento de la fisiología de maduración en cítricos es eficaz para el establecimiento de los estándares que aseguran el momento oportuno de la cosecha y la mejor condición de la fruta durante el almacenaje.

Valero, Colina y Ineichen (2015) mencionan que en el cultivo de mandarina se cosecha entre los meses de agosto a octubre en estos meses desempeña su mayor producción y calidad para el consumo en fresco, un método usado en la recolección de mandarinas es cosecharlas con cuidado evitando golpes o agujeros que afecten la calidad y su conservación, usualmente el equipo adecuado para la recolección de la mandarina es con un saco plástico o de yute, escalera de madera preferible de unos 4 metros dependiendo del árbol y tijera de podar bien afilada. La mandarina una vez cosechada no se deja expuesta al sol y debe de colocarse sobre un manto seco para evitar la humedad del suelo.

Zagaceta, Palma, Aguilar y Fernández (2020) testifica que para cosechar la mandarina se debe considerar algunos parámetros como la madurez de cosecha, tiempo de cosecha, transporte y almacenamiento. La recolección de la mandarina es manual y mecanizada en ambos métodos debe evitarse el tirón de la fruta para no dañar la corteza que luego prolifera hongos internamente. En el transporte de la fruta se usan gavetas de plástico con capacidad para 18 a 20 kg con un aproximado de 130 a 150 mandarinas por gaveta. La cosecha de mandarina se realiza cuando el color amarillo anaranjado y/o rojo envuelve un 85% de la superficie de la mandarina y una fracción de sólidos solubles es igual o mayor a 5.

2.2.12.2. Transporte

Rojas (2014) afirma que el transporte se debe realizar con el mayor cuidado en contenedores de poco volumen, para impedir que el producto sufra daños, ataques microbiológicos o se altere, también se utilizan los cajones cosecheros que son de madera con adecuada ventilación, poseen listones en los bordes tanto en la parte superior como inferior en donde permite cargar unos sobre otros sin que el fondo de los superiores toque las frutas de los cajones situados debajo. Se puede evitar

daños físicos de la fruta evitando caminos con irregularidades en el suelo desde la plantación hasta el galpón de empaque, otro factor importante para tener en cuenta es evitar la exposición de los frutos a la acción directa del sol disminuyendo la transpiración de la fruta.

2.2.12.3. Recepción

“Es fundamental observar ciertas características tales como: el estado fitosanitario, las características organolépticas (color, olor, textura), la temperatura, y grados brix. Una vez recibidas las materias primas deben procesarse en el menor tiempo posible para mantener inalterada su calidad” (Rodríguez, Monroy, Barrera, Núñez, y Ligarreto, 2017, p.97)

Borsini *et al.* (2016) mencionan que las mandarinas se reciben con las características de índice de madurez ($IM = \text{Brix} / \% \text{Acidez}$), el porcentaje de acidez titulable debe ser de 0.5% y en grados Brix un porcentaje de 7 a 12, al mismo tiempo debe cumplir las características organolépticas tales como: color anaranjado uniforme característico a la variedad, suave, limpia, sin deformaciones, olor aromático y buena textura, las mandarinas que se consideran descartables son con defectos y daños que afectan la pulpa incluyendo un daño patológico los cuales son producidos por heridas o golpes, mosca de la fruta, pudrición, corte de tijera, hongos, entre otros.

2.2.12.4. Lavado

García *et al.* (2013) indican que para el lavado debe utilizarse agua potable para eliminar restos de tierra, cuerpos extraños, hojas, frutas u hortalizas descompuestas y residuos de agroquímicos, el lavado es un paso importante en la línea de empaque donde se realiza el primer tratamiento fungicida, con la finalidad

de desinfectar la superficie del fruto inactivando las esporas de hongos que puedan estar presentes en las heridas ocasionadas por la cosecha.

Según Moreno, León, Giraldo y Ríos (2017) el agua es el principal componente para el lavado de las mandarinas y depende de la presión y velocidad que utilizan para eliminar impurezas como tierra, hojas o hasta insectos, el agua libre tiene propiedades muy similares a las del agua en una solución diluida, o bien del agua pura, se puede congelar. En la mandarina la permeabilidad del tejido varía con la madurez de la fruta, su estructura física, ambiente de almacenamiento, compactación de tejido, espacios intercelulares y contenido de sólidos solubles. Está demostrado que en el lavado a presión la fruta sufre un daño en las células vegetales lo cual se usa con regularidad micro aspersores o nebulizadores controlados con manómetros digitales de presión evitando el fuerte golpe en la fruta.

2.2.12.5. Selección y/o clasificación

Márquez y Michelis (2015) sugieren que en el proceso de selección su objetivo principal es la agrupación por tamaños de la fruta para compensar los estándares de calidad en el mercado internacional, para la eliminación de fruta de muy baja calidad se procede a la separación manual antes de la entrada a la línea de selección mecanizada. La separación por tamaño, peso, longitud o diámetro se realiza por un proceso mecanizado para el cual existe una gran variedad de equipos específicos para cada cultivo.

2.2.12.6. Pre-tratamiento

Es una etapa que se realiza para ayudar a conservar las características organolépticas (color, olor, textura, sabor) de un alimento lo más similares posibles a las de origen luego del proceso de deshidratado. Ejemplo: escaldado, sulfitado,

deshidratado osmótico, inmersión en soluciones con aditivos (Spiazzi y Mascheroni, 2015).

2.2.12.7. Almacenamiento y empaquetado

Ordóñez y Pardo (2018) denomina que el almacenamiento se debe efectuar en un ambiente seco, oscuro, controlando insectos y conservando así la calidad del producto terminado, el proceso de empaquetado de las mandarinas se lo realiza en envases adecuados para una mejor transporte y distribución.

Acosta, Chávez y Castellanos (2020) designa que los envases más utilizados para el almacenamiento pueden ser de cartón, cajas de madera (sin clavos internos), bolsas de polietileno o plástico, el uso de mallas de plástico es muy usado. Las cajas deben tener la suficiente resistencia para soportar el peso de fruta en los pallets y contar con pequeños orificios adecuados que permitan un agarre para su transporte y almacenamiento.

2.2.13 Obtención de productos deshidratados

Ordoñez, Esparza y Vanegas (2020) mencionan que es importante que en las industrias alimenticias cumplan rigurosamente los procesos de manipulación y conservación de la fruta disminuyendo alteraciones provocadas por agentes químicos, físicos o biológicos que son el principal responsable del deterioro de alimentos, entre los métodos de conservación más importantes y utilizados son por tratamientos de calor, refrigeración, adición de azúcar, fermentación y deshidratación.

Almeida *et al.* (2020) afirma que en el jugo de las frutas se encuentran membranas celulares que son soluciones diluidas con sólidos que oscilan entre el 5% a 18% de concentración. Las industrias alimenticias tienden a usar la fruta entera o en trozos y sumergirla en una solución de jarabe de azúcar con un 70%

de concentración presentando el fenómeno de ósmosis. En el interior de los jugos existen células que están compuestas por sustancias disueltas en agua, como son: ácidos, pigmentos, minerales, azúcares, vitaminas, etc.

García, Muñiz, Hernández, Gonzales y Fernández (2017) menciona que el secado de fruta es uno de los procesos comerciales más usados en las industrias alimenticias conservando frutas y hortalizas, sin perder sus propiedades nutricionales, la principal función en las industrias de alimentos es la eliminación del agua permitiendo el almacenamiento seguro durante un extenso período de tiempo, las frutas deshidratadas tienen una mayor ventaja en almacenamiento y transporte en comparación con los frescos. Gracias a la deshidratación de frutas nos permite alargar la vida útil de un producto deshidratado sin preservantes y conservantes en donde el producto final oscila entre los 30 a 60 días en un ambiente seco y sellado, logrando tener acceso a mercados más distantes con mejores precios.

En la deshidratación, Michelis *et al.* (2016) afirman que al convertir una fruta fresca en un producto deshidratado se adiciona un valor agregado a la materia prima utilizada, existen muchos alimentos deshidratados que forman parte del desarrollo y formulación de nuevos productos industrializados, proporcionando fuentes de vitaminas, minerales y proteínas, son incorporados en alimentos funcionales como postres, yogurt, galletas, pasteles, entre otros y consumidos diariamente como dieta balanceada.

Villalba, Herrera, y Rodríguez (2014) mencionan que el fruto de mandarina como materia prima es usualmente consumida como un producto fresco, en el proceso de industrialización la mandarina se puede aprovechar para productos derivados como conservas, zumo, mermelada o la confitura, se le otorga un valor agregado

mediante la elaboración de licor de mandarina extraído de la corteza, en la medicina natural como extracción de aceites esenciales y en productos deshidratados para consumo propio.

Becerá y Lagunas (2013) señalan los productos deshidratados necesitan múltiples condiciones de tratamiento, conservación y manipulación en donde su principal causa de deterioro es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), teniendo complicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes como para distribuidores y consumidores. En la conservación de alimentos el control microbiológico de Aerobios mesófilos nos certifica el número general de microorganismos o patógenos presentes en el producto final. Debe considerarse como un indicador del proceso higiénico que tuvo el producto

Romero y Cueva (2020) mencionan que los microorganismos pueden contener más del 80% de agua, esta agua la obtienen de la fruta que proliferan. Mediante la deshidratación los microorganismos detienen la proliferación y esto se efectúa con la técnica de deshidratación total. Sin embargo, para algunos microorganismos la deshidratación parcial puede contener bacterias y mohos, y estos se encuentran a menudo creciendo en las frutas semi-deshidratadas, donde encuentran condiciones favorables para su multiplicación.

2.2.14 Aspectos físico - químicos de los productos deshidratados

“Contenido de jugo con un mínimo del 40% del peso de la fruta, su Índice de madurez es igual o mayor a 7.0, como mínimo un 0.75% y con un máximo 1.40%” (Márquez y Michelis, 2015, p.58).

Pinzón, Villa y Nieto (2015) mencionan que la deshidratación ocasiona cambios sensoriales, físicos y químicos en los alimentos, los cambios físicos están ligados

al endurecimiento, encogimiento y termoplasticidad de los alimentos deshidratados, los cambios químicos favorecen a la calidad final de los productos deshidratados con sus características de sabor, color, textura, viscosidad, valor nutritivo y duración en el almacenamiento, dependiendo de la composición del alimento y la rigidez del método de secado. El peso de la fruta original llega a disminuir 8 veces su forma natural una vez deshidratada.

Villa, Nieto y Pinzón (2015) indican que una dificultad de la deshidratación de frutas es la rehidratación, los principios básicos son las características físicas y químicas, la mayor transformación empieza con el encogimiento y la distorsión de las células capilares de la fruta, por otro lado, la desnaturalización de las proteínas es producida por el calor y la concentración de sales en el momento del secado.

Yidarte (2015) menciona que las frutas deshidratadas tienden a llegar a niveles intermedios de humedad donde los valores de secado oscilan entre 10% y 20%, las frutas deshidratadas mantienen sus propiedades sensoriales y tienen una buena resistencia al ataque microbiano, dentro de la calidad, el costo de las frutas deshidratadas están influenciados por las condiciones de secado; entonces la calidad se evalúa por la cantidad de degradaciones físicas y bioquímicas que suceden en la fruta deshidratada dependiendo de la temperatura, el tiempo de secado y la actividad de agua que se logre evaporar.

2.2.15 Propiedades sensoriales

“La calidad de frutas y verduras abarca las propiedades sensoriales como apariencia, textura y sabor, los valores nutritivos, componentes químicos, propiedades mecánicas, propiedades funcionales” (Zócalo et al. 2018, p.76).

Moreno *et al.* (2017) mencionan que la deshidratación de frutas conlleva diversos cambios o efectos en el aspecto físico de las mismas, las perturbaciones

producidas en la estructura celular de la fruta cambian en transferencia de masa. De esta forma, el proceso de deshidratación de una fruta debe cumplir con parámetros de sabor, color y olor al producto inicial para satisfacer las necesidades y requerimientos del consumidor.

Márquez y Michelis (2015) señalan que para los análisis sensoriales se utiliza un control del mantenimiento de la calidad de los mismos durante y al final del proceso que este vaya a sufrir, las principales características que se evalúan son olor, sabor, color y textura, estos parámetros son calificados con una evaluación sensorial permitiendo controlar la calidad organoléptica y predecir la aceptabilidad que tendrá en el producto final a nivel de consumidor. Las pruebas sensoriales en frutas deshidratadas son una oportunidad para que los consumidores tengan un producto de buena calidad y por medio de los resultados de las pruebas sensoriales es más fácil aplicar mejoras que incrementen la calidad en del producto final.

Rojas (2014) menciona que para los métodos de deshidratación se debe tener en cuenta la textura, existe un colapso en la estructura de las frutas deshidratadas y esto se debe a la remoción del agua con el desbalance que ejerce la presión que se genera entre la parte interna y externa del material de la fruta ocasionando encogimiento, cambios en la porosidad, deformación y fracturas.

En estudios elaborados por Estrada (2015) se encontró una alta semejanza entre la textura y el contenido de agua, se incrementa la firmeza de la fruta con la pérdida de agua, la reducción de agua en las frutas deshidratadas induce a una reducción en la movilidad de sólidos produciendo una viscosidad el todo el proceso de deshidratado.

“Dentro de estas características organolépticas se menciona el color uniforme y característico a la variedad, aroma adecuado, sabor propio con equilibrio en los

grados brix y el % de acidez, su textura compacta limpia y fresca” (Bello, Eyman, Almirón, y Cocco, 2015, p.98)

2.2.16 Aceptación del consumidor

Para que el consumidor considere un producto aceptable Estrada, Restrepo, Saumett y Pérez (2018) mencionan que el color será el principal atributo que marque la aceptabilidad del consumidor por lo general un color similar al producto en estado fresco, además de otros aspectos como el tamaño, sabor, olor y color que se puedan o no percibir. Otro de los aspectos para tener en cuenta es el encogimiento que la fruta que esta pueda sufrir debido al proceso de secado, que puede ser considerada como un aspecto negativo, ya que uno de los objetivos de la Industria Alimentaria, a parte del de producir alimentos que sean agradables para el consumidor, es el de hacer que estos sean a su vez fáciles de consumir.

2.3 Marco legal

Normativas INEN en el procesamiento de productos deshidratados:

CPE INEN-CODEX CAC/RCP5 3 192 Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas (CAC/RCP 53-2003, IDT)

El Código de prácticas de higiene alcanza habilidades para la producción primaria con el debido envasado de frutas y hortalizas frescas, siendo su principal consumidor los mercados internacionales, obteniendo un producto inocuo y comestible principalmente las frutas y verduras que van a consumirse de forma cruda.

NTE INEN 1529-5:2006 Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP

Esta técnica se basa en la certeza de que un microorganismo vital esté presente en una muestra de alimento, al ser inoculado en un medio de cultivo sólido que se reproducirá y formará una colonia visible. Se realizan diluciones decimales de la suspensión inicial y se procede a inocular el medio de cultivo a 30°C en un tiempo determinado de 72 horas y luego se cuenta el número de colonias formadas. El conteo sirve para la medición de microorganismo por gr o por cm³ (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEM], 2016, p.3).

Las normativas de Agrocalidad para productos deshidratados desde la cosecha hasta su debido procesamiento indican lo siguiente:

Capítulo IX

De las prácticas de cosecha y poscosecha Agrocalidad

Art. 21 De las prácticas de cosecha

Deberán cumplirse las siguientes disposiciones relacionadas con prácticas de cosecha y poscosecha:

Se debe recolectar el producto del cultivo de forma tal que se mantenga su calidad y sanidad, y se evite la contaminación durante el proceso de cosecha.

Según el tipo de cultivo y la zona climática, se deben evitar las tareas durante altas temperaturas, alta humedad ambiental, presencia de rocío y luego de una lluvia, entre otras condiciones climatológicas adversas.

El equipo utilizado en la cosecha que entre en contacto con los productos deberá estar diseñado adecuadamente para permitir su limpieza, desinfección y mantenimiento, así como lavado y desinfectado cada vez que se realicen nuevas tareas de cosecha.

El transporte de productos debe hacerse en medios adecuados, dependiendo del tipo de producto, y de forma tal que se eviten golpes y sacudidas bruscas que produzcan daños en los mismos.

Art. 23 De las instalaciones

Las instalaciones para actividades de poscosecha deben cumplir con las siguientes características:

- Ser diseñadas y construidas de acuerdo con el reglamento de buenas prácticas de procesamiento.

- Contar con sistemas de desagüe y eliminación de desechos construidos de manera que se evite el peligro de contaminación de los alimentos o del abastecimiento de agua potable.

- Estar libres de escombros y basura.

- Ser diseñadas, construidas o adaptadas para prevenir la entrada de plagas (por ejemplo ventanas con malla mosquitera) así como de contaminantes.

- Contar con techos, paredes, pisos, puertas y ventanas construidos con materiales impermeables no porosos, no tóxicos, de fácil lavado y desinfección.

- Poseer pisos con un material resistente al tránsito y antideslizante, y que se realiza

presentando una pendiente adecuada que facilite el desagüe y la máxima limpieza.

- Los sanitarios no deberán tener acceso directo ni comunicación con las zonas donde se manipula el producto.

- Las lámparas, ventanales y vidrios deben estar protegidos para evitar que los cristales se dispersen en caso de que se rompan.

- Los sumideros deben estar protegidos para evitar la introducción de plagas.

- El equipo y maquinaria deben estar en buen estado, protegidos y calibrados de acuerdo con las especificaciones del proveedor.

- Las instalaciones deben limpiarse y desinfectarse antes y después de las actividades de trabajo, y se deben supervisar las condiciones de higiene durante el transcurso de la jornada de trabajo.

- Se debe poseer una instalación para tratamientos de agua y desechos sólidos líquidos.

Art.24 Del proceso de lavado

Deberán cumplirse las siguientes disposiciones relacionadas con el proceso de lavado:

Se debe utilizar agua que cumpla con las especificaciones microbiológicas y físico-químicas establecidas en la normativa nacional correspondiente a agua para uso y consumo humano.

La empacadora debe contar con instalaciones apropiadas para el almacenamiento y distribución del agua usada en el manejo poscosecha.

El agua de las tinajas de lavado debe cambiarse al iniciar las actividades diarias, así como cuando se determine la acumulación de suciedad y sólidos sedimentables.

Para el lavado de las frutas y hortalizas es necesario medir y controlar la temperatura, el tiempo de contacto de las frutas y hortalizas con el agua de lavado, así como monitorear la cantidad de cloro o del desinfectante en uso para asegurar que se mantenga en niveles efectivos. La concentración del desinfectante utilizado deberá comprobarse y anotarse de forma sistemática, para lograr una adecuada desinfección.

En la medida de lo posible, se deben utilizar productos biodegradables para la limpieza y desinfección de los equipos, maquinarias, utensilios, así como de los productos.

Art.25 De la clasificación

Deberán cumplirse las siguientes disposiciones:

Limpiar y desinfectar la zona de clasificación del producto una vez concluidas las actividades diarias.

En la línea de selección y clasificación, se deben eliminar los productos muy maduros o con presencia de daños mecánicos, por mal manejo o por plagas.

Los/las trabajadores/as deberán utilizar guantes en caso de que así se lo requiera, delantales y cubre-pelo durante toda la jornada de trabajo. Es importante que, al empezar sus actividades, después de ir al baño o al alejarse del área de trabajo se laven y desinfecten las manos.

Los/las trabajadores/as deberán estar debidamente capacitados para desempeñar adecuadamente sus labores.

Art. 28 De la higiene de equipos y utensilios

Deberán cumplirse las siguientes disposiciones:

Se evitará, en la medida de lo posible, el uso de madera y otros materiales que no permitan la limpieza y desinfección adecuada. En caso de que se utilicen varios materiales, éstos deben ser tratados de forma adecuada para asegurar su limpieza y desinfección.

Lavar, desinfectar y escurrir las herramientas, recipientes, cubetas, cajas y envases antes de ser usados.

Mantener limpia y en buen estado la vestimenta -botas, guantes, cubre-pelo, cubrebocas y delantales-, inspeccionarla periódicamente y reemplazarla cuando su deterioro represente un peligro de contaminación (Agrocalidad, 2014, p.19).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación efectuada fue experimental con un nivel de conocimiento descriptivo se demostró que método de deshidratación presento una mejor eficacia para la obtención de snacks de mandarina deshidratada. Se utilizó programas estadísticos (Infostat) para comparar las variables a medir.

3.1.2 Diseño de investigación

Investigación experimental: El diseño que se implemento fue un diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones, determinando el proceso de deshidratación del cultivo de mandarina, permitiendo relacionar los resultados de las variables dependientes con las independientes.

Investigación descriptiva: Permitió obtener información mediante MDT (mediadas de tendencia central) y el análisis de los resultados con la finalidad de obtener una relación entre variables propuestas y resultados obtenidos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Las variables que se utilizaron son de tipo dependiente e independiente

3.2.1.1. Variable independiente

En las variables independientes se utilizaron los tres métodos de deshidratación (solar, eléctrico, combustión)

3.2.1.2. Variables dependientes

Las variables dependientes en el trabajo de titulación comprenden:

- Caracterización física de la mandarina
- Procesamiento de la mandarina

- Evaluación físico–químico, sensorial y microbiológico de snacks.
- Tiempo de vida útil utilizando los resultados de la investigación.
- Producto final

3.2.2 Tratamientos

Para esta investigación se propuso medir el grado de deshidratación de la mandarina con tres métodos de deshidratación, donde se midió su eficacia de acuerdo con las variables de tiempo y temperatura, se experimentó con los siguientes valores:

Tabla 1. Descripción de tratamientos

Tratamientos	Tiempo/horas	Temperatura
Solar	84	28 a 30 °C
Horno a combustión a gas	4	180 °C
Deshidratador eléctrico	24	71 °C

López, 2021

3.2.3 Diseño experimental

Según la investigación se realizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 repeticiones y un análisis estadístico descriptivo para las variables a medir.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. *Materia prima (recursos)*

El material vegetal que se utilizó para la investigación fue mandarina (*Citrus reticulata*) de la variedad *Pokan*, se recolectaron 150 mandarinas de forma manual en donde se seleccionó la fruta de mejor calidad en estado de madurez comercial (color anaranjado claro y textura firme), conservado los frutos en gavetas plásticas a temperatura ambiente.

3.2.4.2. Materiales, reactivos y equipos para el procesamiento

- **Materiales:** Cuchillo, guantes, gorro, bolsas ziploc, vaso de precipitación, hojas de control, sticker con identificación de la muestra, cepillo, toalla absorbente, fósforos, colador.
- **Equipos:** Refractómetro, termómetro, balanza analítica, calibrador deshidratador eléctrico, horno, deshidratador solar
- **Recurso humano:** Tesista y tutora
- **Recursos económicos:** La investigación se financió por recursos del tesista

3.2.4.3. Métodos y técnicas

- **Método inductivo:** Se verificó los resultados cumpliendo con lo propuesto en la investigación.
- **Método deductivo:** Se obtuvo datos precisos relacionando con la experiencia de investigaciones acorde al tema.
- **Método sintético:** Se estableció resultados con el fin de contribuir a la discusión y conclusión del tema presentado.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

El análisis estadístico de los tratamientos se realizó con ayuda del software Infostat para la evaluación de las variables peso y tamaño de la fruta deshidratada en la cual se empleó la prueba de Tukey al 5% de error, con un nivel de confianza del 95%. Para tener un control de datos se utilizó el programa Excel en donde los datos obtenidos fueron insertados para respaldar la información obtenida.

3.2.5.2. Esquema del análisis de varianza (Andeva)

Tabla 2. Andeva

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	$(t - 1)$	2
Error	$t (r-1)$	6
Total	$tr - 1$	8

López, 2021

3.2.5.3. Análisis estadístico descriptivo

Se midieron de forma descriptiva las siguientes variables:

- **Análisis físico químico:** Temperatura, tiempo, color, acidez titulable, grados brix de la fruta, contenido de humedad y tiempo de vida útil
- **Análisis sensorial:** Color, olor, sabor y aceptabilidad
- **Análisis microbiológico:** Aerobios mesófilos

3.2.5.4. Hipótesis estadísticas

Ho: Ninguno de los tratamientos aplicados manifestó eficacia en los resultados de deshidratación

Ha: Al menos uno de los tratamientos empleados presentó un mejor resultado en deshidratación.

3.2.5.5. Manejo del ensayo

3.2.5.5.1. Manejo de materia prima

Para este proyecto se cosechó la mandarina variedad *Pokan* en etapa de madurez comercial del área experimental ubicado en recinto Narciso perteneciente al cantón Chone. La fruta se recolectó en los meses de septiembre para su procesamiento.

- **Caracterización física de la fruta**

Peso de la fruta (gr): Se tomó el peso en gr de las mandarinas con una balanza analítica.

Diámetro del fruto (cm): Se midió la fruta con ayuda de un calibrador

Escala de color de la mandarina: Con fotografías se realizó una escala de color en madurez comercial. (ver fig. 86, p.117)

Contenido de zumo (mm): Se tomó al azar 15 mandarinas previamente lavadas, las cuales se pelaron y se exprimieron en un vaso de precipitación y con ayuda de un colador se separaron las semillas del zumo, luego con la ayuda de una balanza analítica se procedió a medir el zumo obtenido de cada una de las mandarinas en un vaso de precipitación.

- **Caracterización química de la fruta**

Sólidos solubles totales / grados brix: Se compró un refractómetro el cual es un instrumento óptico y preciso, su funcionamiento se enfoca en el estudio de la refracción de la luz y es utilizado para medir el índice de refracción de líquidos y sólidos translucidos permitiendo analizar el porcentaje de la muestra en grados brix.

El refractómetro que se utilizó en el trabajo experimental mide los grados brix de 0% hasta 30% en diferentes frutas. Una vez obtenido el jugo de la mandarina se procedió a poner dos gotas de jugo en el prisma del refractómetro para luego observar que resultado. Una vez realizada la lectura nos dio un valor de 10 %, se lo realizó 3 veces más para corroborar el valor obtenido. (ver fig. 78, p.109)

Acidez titulable: Para determinar la acidez titulable de las mandarinas se realizó un análisis en el Laboratorio Inspectorate, en el cual utilizaron la metodología AOAC 19th 942.15 (ácido láctico) con 500 gr de muestra. El proceso consiste en la

reacción que obtiene al combinar una solución de hidróxido de sodio con el jugo de la mandarina. (ver fig. 59, pg.101)

3.2.5.5.2. Manejo del proceso de deshidratación

Pesado: La fruta se pesó de manera individual en una balanza analítica para determinar la cantidad de materia prima que se trabajará.

Selección y clasificación: En el proceso de selección se descartaron las mandarinas que presentaron daños externamente luego se clasificó la fruta cuidadosamente de acuerdo con su forma, tamaño y color.

Lavado y desinfección: Para el lavado de las mandarinas se utilizó agua potable y con ayuda de un cepillo de cerdas blandas se retiró las impurezas adheridas en la corteza de la fruta, en el proceso de desinfección se realizó una inmersión de la mandarina en agua clorada con una concentración de 100 ppm durante 10 minutos, después se lavó la fruta con suficiente agua para eliminar trazas de agua clorada.

Pelado: Para la extracción de la cáscara de mandarina se realizó de forma manual, una vez pelada se apartó los gajos de la fruta para tener una mejor manipulación

Deshidratado: El trabajo experimental fue realizado con tres métodos de deshidratación, se procedió a medir la temperatura y el tiempo de la fruta deshidratada con ayuda de un termómetro y con un cronómetro. Los métodos de deshidratación se redactan a continuación:

- **Método de deshidratación solar:** Se construyó con tablas tipo laurel prieto, fueron cepilladas y cortadas a la medida requerida para el armado. Se utilizó 6 metros de plástico negro para forrar el cajón del deshidratador, para un mejor anclaje del plástico se usó una perforadora con grapas para madera de

55mm. Para poder construir las repisas del deshidratador se cortaron 4 cuartones de madera pino sus medidas fueron 15x20 por lado y de largo 1.50 mt. Los cuatro cuartones fueron pegados con goma y reforzados con tornillos de dos pulgadas para una mayor durabilidad. Las bandejas del deshidratador se armaron con pequeñas tiras de madera de 45 x 35 cm, con una malla de color verde para poder colocar la fruta a deshidratar, en total se armaron 5 bandejas. Para que el calor se concentre y tenga una mayor eficiencia se colocó 4 metros de plástico blanco en el deshidratador cubriéndolo todo, eso permite que el calor no se pierda internamente, el plástico fue asegurado con grapas para madera. Se obtuvieron 50 mandarinas al azar de la variedad Pokan, se realizó el proceso de lavado, pelado y separación de los contenedores de jugo (ñejos), luego en cada una de las bandejas se colocó 25 ñejos dando un total de 125 por las 5 bandejas. El deshidratador solar alcanzó una temperatura de 33 °C y todo el proceso de deshidratación tuvo una duración de 84 horas hasta obtener la mandarina deshidratada.

- **Método de deshidratación a combustión:** También llamado horno o estufa, permite alcanzar temperaturas de 110°C hasta 180°C controlándolo con una perilla, su principal fuente de combustión es el gas de uso doméstico. Para este tratamiento se obtuvo 50 mandarinas de la variedad Pokan. Una vez lavadas, peladas y separadas entre si, se procedió a colocar la fruta en dos bandejas antiadherente de 60 x 40 cm en el cual su grado de almacenaje es aún mayor, en cada bandeja se ubicaron 75 ñejos de mandarina para deshidratar dando un total de 150 por las dos bandejas. El tiempo de deshidratado fue de 4 horas a una temperatura de 180°C hasta obtener la mandarina deshidratada.

- **Método de deshidratación eléctrico:** Fue adquirido en un almacén de electrodomésticos, es un deshidratador con un peso de 2.66 Kg, dimensiones de LxAxP (cm) 16.5 x 33.3 x 34 también soporta temperaturas de 35°C a 71°C con cinco bandejas apilables, su capacidad de deshidratar es de 3.5 Kg por fruta. Para este proceso se usaron 50 mandarinas de la variedad Pokan, se efectuó el proceso de lavado, pelado y separación de ñejos. En cada bandeja se ubicaron 25 ñejos de mandarina dando un total 125 ñejos en las 5 bandejas. Se utilizó una temperatura de 71°C en un tiempo estimado de 24 horas hasta obtener la mandarina deshidratada.

Envasado y Sellado: Para el envasado se lo realizó en atmósfera modificada pasiva, la fruta deshidratada se colocó en bolsas tipo ziploc esterilizadas previamente y selladas correctamente sin exceso de aire.

Pesado del envase: Las bolsas ziploc se colocaron en una balanza analítica, donde se determinó el peso del producto final envasado.

Almacenamiento: Al envasar la mandarina deshidratada se trabajó a temperatura ambiente, el snack fue ubicado en un lugar seco y fresco, libre de humedad que pudiera dañar el producto.

3.2.5.5.3. Caracterización del producto final (snacks)

Color: Anaranjado oscuro.

Olor: Característico a la fruta sin olores extraños.

Sabor: Ligeramente ácido.

Peso neto: 500 gr

Empaque: Bolsa de propileno de 500gr con cierre hermético

3.2.5.5.4. Análisis físico-químico, sensorial y microbiológico del snack

La vida de un producto consta del período de conservación bajo circunstancias determinadas, cuando se produce una tolerable disminución de calidad del producto tales como sus características físicas, químicas, nutricionales, microbiológicas y sensoriales, algunos de estos parámetros son considerado como inaceptable, entonces el producto ha llegado al fin de su vida útil. Los productos se realizaron con la formulación adecuada donde cumplen los parámetros especificados en las Normas Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

- **Análisis físico químico**

Color de la fruta deshidratada: Se observó el color de la fruta deshidratada durante el almacenamiento a los 1, 5, 10 y 15 días, teniendo diferencias de color a medida que el tiempo transcurre en la investigación.

Peso de la fruta deshidratada: Se obtuvo el peso inicial de los gajos de la mandarina y se comparó con el peso de los gajos de la mandarina deshidratada, mediante los tres métodos de deshidratación se obtuvieron 3 valores de peso.

Tamaño de la fruta deshidratada: Se midió la mandarina deshidratada con ayuda de un calibrador y se anotaron los valores de acuerdo con el proceso de deshidratación.

Contenido de humedad en fruta deshidratada: Se obtuvo 500 gr de mandarina deshidratada por cada método de deshidratación (solar, eléctrico y combustión, las muestras se enviaron al Laboratorio Inspectorate en cual determinaron la humedad mediante el método (AOAC 20th 920.151).

- **Análisis microbiológico**

Para los análisis microbiológicos se obtuvieron 500 gr de muestras por cada método de deshidratación (solar, eléctrico y combustión), los cuales fueron

realizados en el Laboratorio Inspectorate. El análisis que se realizó fue Aerobios mesófilos con la metodología (AOAC, Ed. 20, 2016;990.12).

- **Análisis sensorial**

Evaluación sensorial: Color, olor, sabor y aceptabilidad

La calidad sensorial de la fruta deshidratada se evaluó inmediatamente tras el proceso de deshidratación durante la etapa inicial (1er día) y periódicamente durante los días 5,10 y 15, determinando cuál de los tratamientos obtuvo mejores atributos de calidad por un período de tiempo. Los 10 panelistas fueron escogidos de forma aleatoria e instruidos previamente, realizaron un análisis descriptivo de las muestras dando su opinión en características de sabor, color, olor y grado de aceptabilidad de la fruta deshidratada, se aplicó una prueba de preferencia - aceptación con escala hedónica, donde el panel de catadores calificó la aceptabilidad de las muestras según la siguiente escala:

Tabla 3. Escala para el análisis sensorial

Escala	Valoración
1	No me gusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

López,2021

4. Resultados

4.1 Comparación la eficacia de tres métodos de deshidratación en mandarina (Poka), para la obtención de snacks deshidratados.

4.1.1 Temperatura

Se realizó un análisis descriptivo obteniendo diferentes temperaturas dado en grados centígrados y como resultado el tratamiento T1 correspondiente al deshidratador solar tuvo menor temperatura con 33°C, seguido por el tratamiento T3 correspondiente al deshidratador por combustión donde su temperatura fue mayor que los tratamientos restantes con 180°C y el tratamiento T2 que corresponde al deshidratador eléctrico conservó una temperatura de 71°C. Cabe indicar que la temperatura inicial de las muestras con las que se empezaron el ensayo fue de 28°C (temperatura ambiente).

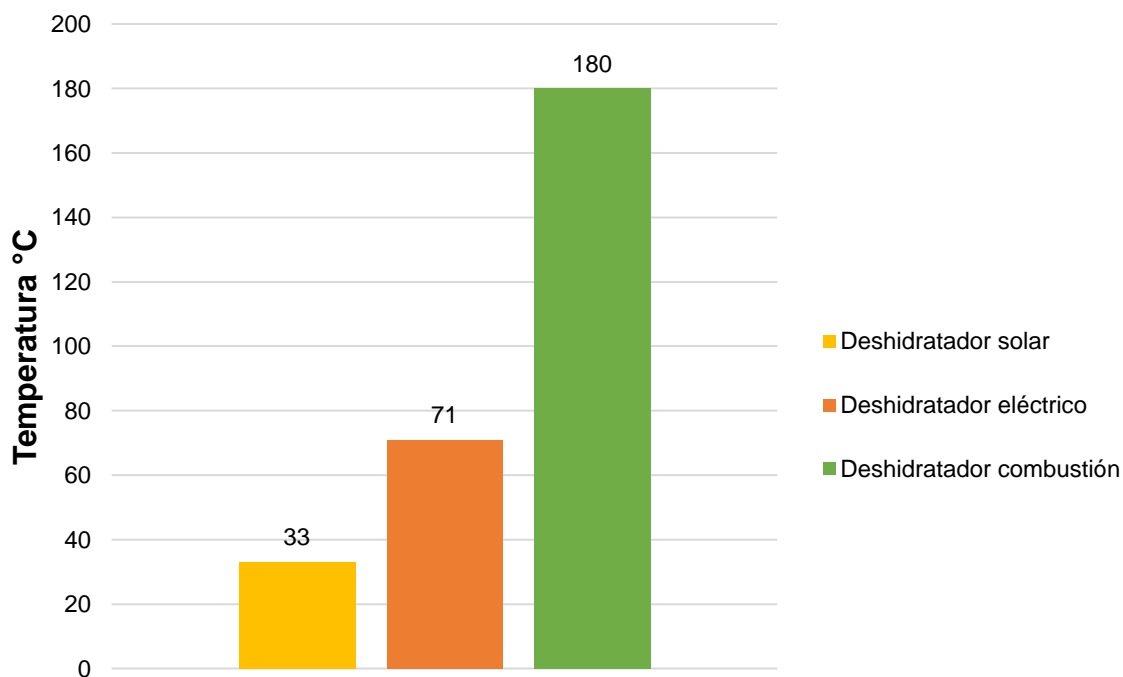


Figura 1. Temperatura de los tres metodos de deshidratación López, 2021

4.1.2 Tiempo

Se demostró la efectividad de diferencia de tiempo correspondiente a cada método de deshidratación obteniendo un resultado en el cual el tratamiento T1

respectivo al deshidratador solar tuvo un mayor tiempo de deshidratación con un lapso de 84 horas, seguido por el tratamiento T2 perteneciente al deshidratador eléctrico donde su rango de tiempo en deshidratar la mandarina fue de 24 horas y el tratamiento T3 referente al deshidratador a combustión obtuvo un menor tiempo con 4 horas.

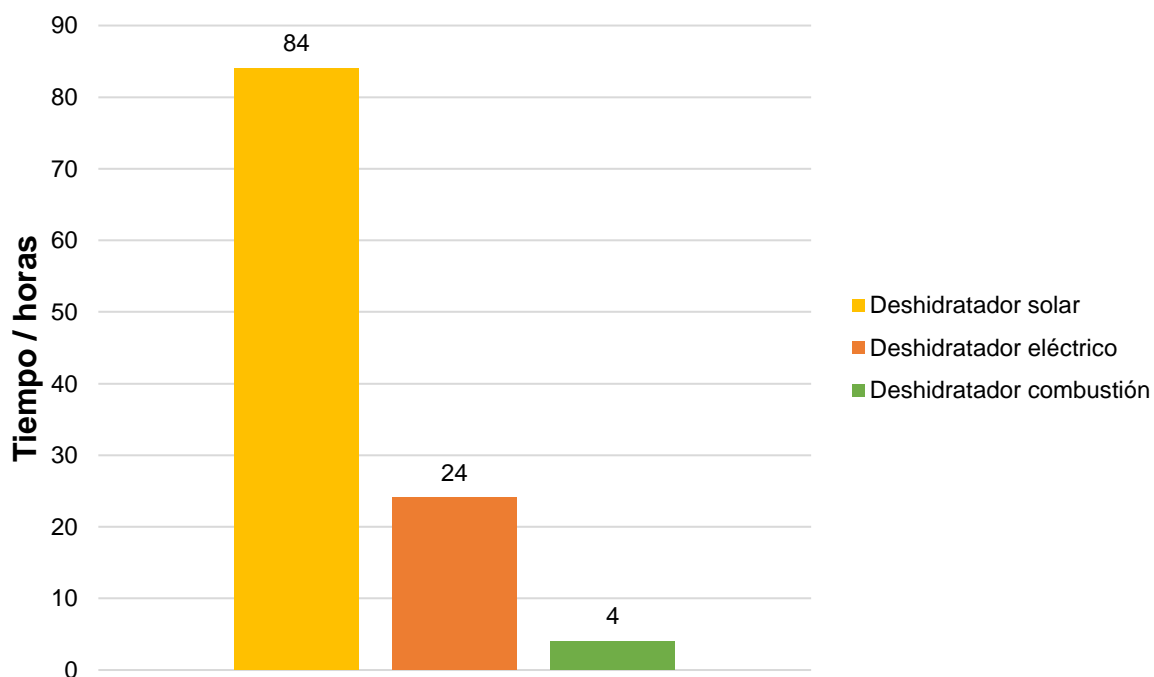


Figura 2. Tiempo de los tres metodos de deshidratación en horas
López, 2021

4.2 Análisis físico, químico, sensorial y microbiológico del producto obtenido.

4.2.1 Análisis físicos

Color de mandarina deshidratada: En las figuras 3, 4 y 5 se observó que la mandarina deshidratada obtuvo un cambio de color al someterse al calor y con el paso de los días su tonalidad se fue tornando oscura, la observación se realizó en un periodo de 15 días, esta reacción de color fue muy semejante en los tres métodos de deshidratación durante ese espacio de tiempo.



Figura 3. Escala de color por método solar
López, 2021



Figura 4. Escala de color por método eléctrico
López, 2021



Figura 5. Escala de color por método a combustión
López, 2021

Peso de mandarina deshidratada: De acuerdo con el análisis de varianza realizado se determinó un coeficiente de variación es de 9.14% y un p-valor de 0.0003, siendo menor al 0,05 de la prueba de Tukey. (ver tabla 6, pg. 99)

Se demostró la efectividad de diferencia significativa estadística en la tabla 4; teniendo como resultado que el T1 correspondiente al deshidratador solar tuvo un peso de 2.93 gr, seguido por el T3 correspondiente al deshidratador por combustión donde su peso fue 2.44gr y el T2 que corresponde al deshidratador eléctrico obtuvo un peso de 1.42 gr.

Tabla 4. Peso de mandarina deshidratada

N°	Tratamiento	Peso (gr)	
1	Deshidratador solar	2.93	a
2	Deshidratador a combustión	2.44	a
3	Deshidratador eléctrico	1.42	b
Promedio		2.26	
E.E		0.12	
C.V%		9.14	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)
López, 2021

Tamaño de mandarina deshidratada: En el análisis de varianza realizado se determinó un coeficiente de variación de 12.90% y un p-valor de 0.0859, siendo menor al 0,05 de la prueba de Tukey. (ver tabla 7, pg. 99)

Se demostró que no hay diferencia significativa estadística en la tabla 5, teniendo como resultado que el T1 correspondiente al deshidratador solar tuvo un tamaño de 0.67 mm, seguido por el T3 correspondiente al deshidratador por combustión donde su tamaño fue de 0.57mm y el T2 que corresponde al deshidratador eléctrico obtuvo un tamaño de 0.50mm

Tabla 5. Tamaño de mandarina deshidratada

N°	Tratamiento	Tamaño (mm)	
1	Deshidratador solar	0.67	a
2	Deshidratador eléctrico	0.50	a
3	Deshidratador a combustión	0.57	a
Promedio		0.57	
E.E		0.04	
C.V%		12.90	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)
López, 2021

Contenido de humedad en fruta deshidratada: En la figura 6 se muestran los promedios del contenido de humedad en la fruta deshidratada mediante los tres métodos de deshidratación obtenidos en el Laboratorio Inspectorate en donde se observó que el método eléctrico obtuvo un menor porcentaje de humedad con un 12%, todo lo contrario, con el método de deshidratación solar donde su porcentaje de humedad fue mayor con un valor de 28%. El método de deshidratación a combustión obtuvo un resultado de 14% en contenido de humedad.

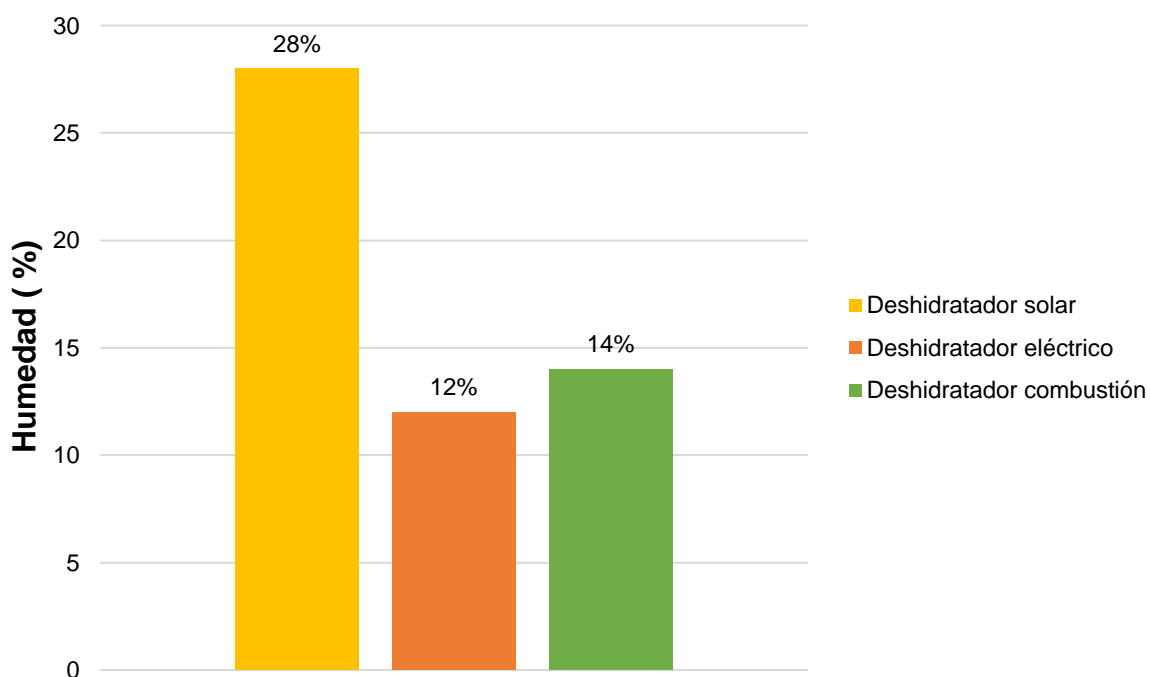


Figura 6. Contenido de humedad
López, 2021

Tiempo de vida útil: Para determinar el tiempo de vida útil se observó la mandarina deshidratada hasta la presencia de hongos a temperatura ambiente. En las figuras 7, 8 y 9 se muestra que el método de deshidratación solar obtuvo presencia de hongos una vez cumplido los 20 días, en el método de deshidratación a combustión se consiguió presencia de hongos una vez cumplido los 25 días, mientras que el método de deshidratación eléctrico fue el que tuvo un mayor tiempo de vida útil con presencia de hongos a los 35 días.



Figura 7. Vida útil de la mandarina deshidratada por método solar.
López, 2021



Figura 8. Vida útil de la mandarina deshidratada por metodo a combustión
López, 2021



Figura 9. Vida útil de la mandarina deshidratada por metodo eléctrico
López, 2021

4.2.2 Análisis sensorial

4.2.2.1. Deshidratador solar (evaluación etapa inicial)

En las figuras 10, 11, 12 y 13 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada en la etapa inicial obtuvo un 40% (me gusta mucho), en olor con un 60% (me gusta extremadamente), sabor con 60% (Me gusta mucho) y aceptabilidad con 50% (me gusta mucho).



Figura 10. Color en deshidratación solar en etapa inicial
López, 2021



Figura 11. Olor en deshidratación solar en etapa inicial
López, 2021



Figura 12. Sabor en deshidratación solar en etapa inicial
López, 2021



Figura 13. Aceptabilidad en deshidratación solar en etapa inicial
López, 2021

4.2.2.2. Deshidratador solar (evaluación día 5)

En las figuras 14, 15, 16 y 17 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 5 días obtuvo un 60% (me gusta extremadamente), en olor con un 70% (me gusta mucho), sabor con 50% (Me gusta mucho) y aceptabilidad con 80% (me gusta extremadamente).



Figura 14. Color en deshidratación solar a los 5 días.
López, 2021



Figura 15. Olor en deshidratación solar a los 5 días.
López, 2021



Figura 16. Sabor en deshidratación solar a los 5 días
López, 2021.



Figura 17. Aceptabilidad en deshidratación solar a los 5 días. López, 2021.

4.2.2.3. Deshidratador solar (evaluación día 10)

En las figuras 18, 19, 20 y 21 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 10 días obtuvo un 50% (me gusta extremadamente), en olor con un 60% (me gusta mucho), sabor con 90% (me gusta extremadamente) y aceptabilidad con 80% (me gusta extremadamente).



Figura 18. Color en deshidratación solar a los 10 días. López, 2021.



Figura 19. Olor en deshidratación solar a los 10 días.
López, 2021.



Figura 20. Sabor en deshidratación solar a los 10 días.
López, 2021



Figura 21. Aceptabilidad en deshidratación solar a los 10 días.
López, 2021

4.2.2.4. Deshidratador solar (evaluación día 15)

En las figuras 22, 23, 24 y 25 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 15 días obtuvo un 50% (me gusta extremadamente), en olor con un 60% (me gusta mucho), sabor con 90% (me gusta extremadamente) y aceptabilidad con 80% (me gusta extremadamente).



Figura 22. Color en deshidratación solar a los 15 días.
López, 2021



Figura 23. Olor en deshidratación solar a los 15 días.
López, 2021



Figura 24. Sabor en deshidratación solar a los 15 días.
López, 2021



Figura 25. Aceptabilidad en deshidratación solar a los 15 días.
López, 2021

4.2.2.5. Deshidratador eléctrico (evaluación etapa inicial)

En las figuras 26, 27, 28 y 29 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada en etapa inicial obtuvo un 90% (me gusta extremadamente), en olor con un 80% (me gusta extremadamente), sabor con 90% (me gusta extremadamente) y aceptabilidad con 80% (me gusta extremadamente).



Figura 26. Color en deshidratación eléctrico en etapa inicial.
López, 2021



Figura 27. Olor en deshidratación eléctrico en etapa inicial.
López, 2021



Figura 28. Sabor en deshidratación eléctrico en etapa inicial
López, 2021



Figura 29. Aceptabilidad en deshidratación eléctrica en etapa inicial
López, 2021

4.2.2.6. Deshidratador eléctrico (evaluación día 5)

En las figuras 30, 31, 32 y 33 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 5 días obtuvo un 90% (me gusta extremadamente), en olor con un 90% (me gusta extremadamente), sabor con 90% (me gusta extremadamente) y aceptabilidad con 90% (me gusta extremadamente).



Figura 30. Color en deshidratación eléctrica a los 5 días
López, 2021



Figura 31. Olor en deshidratación eléctrica a los 5 días
López, 2021



Figura 32. Sabor en deshidratación eléctrica a los 5 días
López, 2021



Figura 33. Aceptabilidad en deshidratación eléctrica a los 5 días
López, 2021

4.2.2.7. Deshidratador eléctrico (evaluación día 10)

En las figuras 34, 35, 36 y 37 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 10 días obtuvo un 90% (me gusta extremadamente), en olor con un 90% (me gusta extremadamente), sabor con 90% (me gusta extremadamente) y aceptabilidad con 90% (me gusta extremadamente)



Figura 34. Color en deshidratación eléctrico a los 10 días
López, 2021



Figura 35. Olor en deshidratación eléctrico a los 10 días
López, 2021



Figura 36. Sabor en deshidratación eléctrico a los 10 días
López, 2021



Figura 37. Aceptabilidad en deshidratación eléctrico a los 10 días
López, 2021

4.2.2.8. Deshidratador eléctrico (evaluación día 15)

En las figuras 38, 39, 40 y 41 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 15 días obtuvo un 90% (me gusta extremadamente), en olor con un 90% (me gusta extremadamente), sabor con 90% (me gusta extremadamente) y aceptabilidad con 90% (me gusta extremadamente)



Figura 38. Color en deshidratación eléctrico a los 15 días
López, 2021



Figura 39. Olor en deshidratación eléctrico a los 15 días
López, 2021



Figura 40. Sabor en deshidratación eléctrico a los 15 días
López, 2021



Figura 41. Aceptabilidad en deshidratación eléctrico a los 15 días
López, 2021

4.2.2.9. *Deshidratador a combustión (evaluación etapa inicial)*

En las figuras 42, 43, 44 y 45 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada en etapa inicial obtuvo un 50% (me disgusta levemente), en olor con un 60% (me gusta levemente), sabor con 50% (me gusta moderadamente) y aceptabilidad con 40% (me gusta mucho).



Figura 42. Color en deshidratación a combustión en etapa inicial.
López, 2021



Figura 43. Olor en deshidratación a combustión en etapa inicial.
López, 2021



Figura 44. Sabor en deshidratación a combustión en etapa inicial.
López, 2021



Figura 45. Aceptabilidad en deshidratación a combustión en etapa inicial.
López, 2021

4.2.2.10. Deshidratador a combustión (evaluación día 5)

En las figuras 46, 47, 48 y 49 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 5 días se obtuvo un 60%(me gusta moderadamente), en olor con un 70% (me gusta levemente), sabor con 70% (me gusta levemente) y aceptabilidad con 40% (me gusta mucho).



Figura 46. Color en deshidratación a combustión a los 5 días.
López, 2021



Figura 47. Olor en deshidratación a combustión a los 5 días.
López, 2021



Figura 48. Sabor en deshidratación a combustión a los 5 días. López, 2021



Figura 49. Aceptabilidad en deshidratación a combustión a los 5 días. López, 2021

4.2.2.11. Deshidratador a combustión (evaluación día 10)

En las figuras 50, 51, 52 y 53 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 10 días se obtuvo un 60% (me gusta moderadamente), en olor con un 70% (me gusta levemente), sabor con 70% (me gusta levemente) y aceptabilidad con 40% (me gusta mucho).



Figura 50. Color en deshidratación a combustión a los 10 días.
López, 2021



Figura 51. Olor en deshidratación a combustión a los 10 días.
López, 2021



Figura 52. Sabor en deshidratación a combustión a los 10 días.
López, 2021



Figura 53. Aceptabilidad en deshidratación a combustión a los 10 días. López, 2021

4.2.2.12. Deshidratador a combustión (evaluación día 15)

En las figuras 54, 55, 56 y 57 se pudo observar que el color de la variedad de la mandarina deshidratada a los 15 días se obtuvo un 60% (me gusta moderadamente), en olor con un 70% (me gusta levemente), sabor con 70% (me gusta levemente) y aceptabilidad con 40% (me gusta mucho).



Figura 54. Color en deshidratación a combustión a los 15 días. López, 2021



Figura 55. Olor en deshidratación a combustión a los 15 días.
López, 2021



Figura 56. Sabor en deshidratación a combustión a los 15 días.
López, 2021



Figura 57. Aceptabilidad en deshidratación a combustión a los 15 días.
López, 2021

4.2.3 Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico de la mandarina deshidratada se envió a laboratorio Inspectorate 3 muestras de 500 gr por cada método de deshidratación, donde los resultados obtenidos con la metodología (AOAC, Ed. 20, 2016;990.12) fue de 3×10 para los tres métodos utilizados, lo cual significa que hay ausencia de tubos positivos de aerobios mesófilos, lo que indica que se llevó a cabo un adecuado manejo de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). (Ver fig. 60 pg.102, fig. 61 pg.103 y fig. 62 pg. 104).

4.3 Determinación económica de los tres métodos de deshidratación

La diferencia económica de los tres métodos de deshidratación se muestran en las tablas 8, 9 y 10, siendo el deshidratador eléctrico el más rentable con un costo total de 85 dólares, el deshidratador a combustión tuvo un mayor costo total con un valor de 153 dólares, y el deshidratador solar con un costo de 90 dólares.

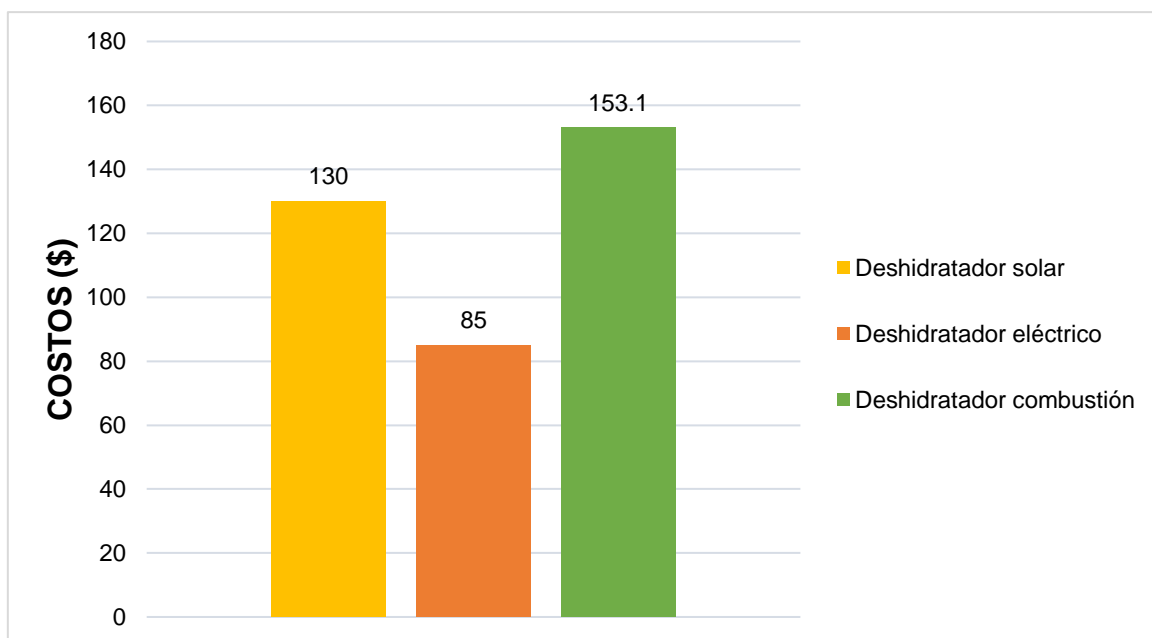


Figura 58. Costo de los tres métodos de deshidratación. López, 2021

5. Discusión

Considerando los resultados obtenidos en el proyecto de investigación sobre la eficacia de tres métodos de deshidratación en mandarina (pokan), se demostró que se cumple la hipótesis anteriormente planteada de que al menos un método de deshidratación obtuvo mejores resultados al deshidratar la mandarina y en la aceptación del consumidor.

En los resultados obtenidos se comprobó que el método con mayor eficacia para deshidratar la mandarina es el método eléctrico en donde se trabajó con una temperatura constante de 71C° obteniendo una deshidratación homogénea conservando sus características organolépticas, concuerdo con Estrada (2015) que menciona que el deshidratador eléctrico tiene un sistema de calentamiento y ventilación forzada con temperaturas de 30 a 80 °C que producen un flujo de aire caliente que al atravesar los alimentos conservando sus características organolépticas.

Las mediciones de acidez titulable y grados brix de la mandarina como fruta fresca fueron obtenidos, teniendo como un respaldo de información una acidez titulable de 0.58 (ácido cítrico) y en grados Brix un 10% lo que concuerda con lo dicho Borsini *et al.*, (2016) donde menciona que las mandarinas para exportación deben tener un porcentaje de acidez titulable de 0.5% y en grados Brix un porcentaje de 7 a 12%.

Se deshidrató la mandarina por medio de 3 métodos y aunque visualmente la cantidad de humedad era la misma, sus resultados variaron gracias a los análisis realizados en el laboratorio Inspectorate en donde fue método de deshidratación eléctrico que obtuvo un menor porcentaje de humedad con un 12% se concuerda

con Velásquez y Saraz (2015) que mencionan que los porcentajes de humedad en fruta deshidratada oscilan entre 10% y 20% de humedad.

En el trabajo experimental se obtuvo el tiempo de vida útil de la mandarina deshidratada, en donde el método de deshidratación eléctrico fue el que obtuvo mejores resultados. Se pudo observar presencia de hongo a los 35 días dándole un promedio de vida útil como producto final lo que se relaciona con García *et al.* (2017) donde menciona que usualmente la vida útil de un producto deshidratado sin preservantes y conservantes oscila entre los 30 a 60 días en un ambiente seco y sellado.

El análisis microbiológico se lo realizó para los tres métodos de deshidratación en donde se enviaron 500gr de muestras de mandarina deshidratada a laboratorios Inspectorate, los resultados obtenidos fueron de 3×10^0 y significa ausencia de tubos positivos de aerobios mesófilos lo cual concuerda con Becerá y Lagunas (2013) donde menciona que el control microbiológico de aerobios mesófilos certifica el número general de microorganismos o patógenos presentes en el producto final.

6. Conclusiones

Obtenidos los resultados se evidenció que el método más eficaz para deshidratar mandarina es el método eléctrico debido a que conservo sus características de peso, color, sabor y forma durante 15 días, esto es debido a que el deshidratador eléctrico permitió trabajar con una temperatura de 71C° con flujo de aire caliente constante en un tiempo de 24 horas, permitiendo tener una deshidratación homogénea. La mandarina deshidratada mediante el deshidratador eléctrico obtuvo una mayor aceptabilidad en el análisis sensorial y esto se debe a que conservo sus características organolépticas siendo de total agrado para los catadores no entrenados con un grado de aceptabilidad del 90%.

Se observo que el color de la fruta deshidratada cambió en un periodo de 15 días teniendo diferencias de color por cada método de deshidratación a medida que transcurrió el tiempo.

Se pudo concluir que el color de la mandarina deshidratada por los tres métodos de deshidratación a los 5 y 10 días permaneció casi idéntico, a partir del día 15 su tonalidad se fue tornando oscura, este proceso se debe al pardeamiento enzimático iniciado por enzimas propias de la fruta.

El método que presento menor contenido de humedad fue el deshidratador eléctrico con un porcentaje de 12%, esto se debe a que su funcionamiento cuenta con un sistema de flujo de calor uniforme y constante que permitió una deshidratación más homogénea a diferencia del método solar y combustión.

Se concluye que la mandarina deshidratada por los tres métodos de deshidratación presentó ausencia de Aerobios Mesófilos, esto debido a que se trabajó con buenas prácticas de manufactura en todo el proyecto experimental.

Se concluye que el deshidratador eléctrico fue el que menor inversión requirió, siendo de los tres métodos el más rentable económicamente, fácil de manejar y transportar, a diferencia del deshidratador solar y combustión que su inversión inicial supera los 100 dólares.

.

7. Recomendaciones

Se recomienda usar el horno a combustión con una temperatura máxima de 100°C para evitar que el producto se queme y con una mayor capacidad de almacenaje para poder deshidratar grandes cantidades.

Se recomienda utilizar diferentes cortes en la mandarina como por ejemplo en rodajas con cáscaras y observar el tiempo de deshidratación con los diferentes métodos.

Trabajar con temperaturas mayor a 70°C para que la fruta alcance el porcentaje adecuado de humedad porque a mayor humedad en la fruta deshidratada menor será el tiempo de vida útil debido a la proliferación de microorganismos.

En lo posible realizar un análisis microbiológico a la mandarina deshidratada para descartar Salmonela y Escherichia coli obteniendo un plus en los mercados nacionales.

Tener muy presente las normas de higiene en todo el proceso de deshidratación evitando una contaminación directa o cruzada por mala manipulación de utensilios

Comparar dos variedades de mandarinas con los mismos métodos utilizados en este proyecto.

8. Bibliografía

- Agrocalidad. (abril de 2014). Aseguramiento de la calidad del agro –Agrocalidad. Recuperado el 2 de agosto de 2019, de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/05/Normas%20de%20regulacion.pdf>
- Acosta, M., Chávez, A., Castellanos, F. (2020). «Effect of vacuum immersion frying in “tommy atkins” hand drives osmotically dehydrated». *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 18(1):14-24. doi: 10.18684/bsaa.v18n1.1427.
- Alfaro, B., Rodríguez, H., Saavedra, M., y Contreras, E. (2013). «Manejo de citrus reticulata blanco variedad W. Murcott en Chao». 71.
- Almeida, J., Kummer, A., Carranza, G., Campos, L., Széliga, M., Acevedo, M., Gervasoni, R., Wiecheteck, G. (2020). «Eficiencia de un sistema piloto de desalinización de agua salobre». *ingeniería sanitaria e Ambiental* 25(1):107-14. doi: 10.1590/s1413-41522020181646.
- Anderson, C. (2016). Manual para productores de naranja y mandarina de la región del Río Uruguay. Concordia, Entre Ríos Argentina: INTA, Estación Experimental Agropecuaria Concordia.
- Ayala, A., Leiton, Y., y Serna, L. (2017). «Changes in mechanical properties during osmotic dehydration of yellow pitahaya». *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 15(2):39-48. doi: 10.18684/BSAA(15)39-48.
- Becerá, M., y Lagunas, D. (2013). «Empleo del método de secado convectivo combinado para la deshidratación de papaya (Carica papaya L.), variedad Maradol roja». 22:7.

- Bello, F., Panozzo, M., Almiron, N. y Vázquez, D. (2014). «Evaluación de condiciones de proceso y conservación en la calidad de mandarina Satsuma». RIA. Revista de investigaciones agropecuarias 40(3):244-51.
- Bello, F., Eyman, L., Almirón, N. y Cocco, A. (2015). «Cartillas para determinar el índice de color de mandarinas y naranjas». 4.
- Borsini, Ariel A., Oscar A. Albani, y Laura A. Ramallo. 2016. «Aplicacion de diferentes tecnicas de Secado en frutas de Diospyros kaki var. 'Fuyu'». Revista de Ciencia y Tecnología (26):65-70.
- Carvalho, G., Bugno, A., Almodovar, Silva, F., Pinto, T. (2020). «Validation and Applicability of an Alternative Method for Dialysis Water and Dialysate Quality Analysis». Brazilian Journal of Nephrology 42(2):163-74. doi: 10.1590/2175-8239-jbn-2019-0203.
- Castro, A., Rodríguez, L. y Vargas, E. (2018). «Dry gooseberry (physalis peruviana l) with pretreatment of osmotic dehydration». Vitae 15(2):226-31.
- Contreras, N., Duarte, D., Aparicio, D., Bautista, A. N. (2020). «Intestinal coccidian: an overview epidemiologic worldwide and Colombia». Infectio 24(2):112-25. doi: 10.22354/in.v24i2.843.
- Domínguez, M., Castro, C., Correa, M., Saldamaga, J. (2019). «State of the Art: Desalination Using Membrane Technologies as an Alternative for the Problem of Fresh Water Shortage». Revista Ingenierías Universidad de Medellín 18(35):69-89. doi: 10.22395/rium.v18n35a5.
- Donis, R. (2010). «"Recomendaciones en el cultivo de la mandarina (Citrus Reticulata)». 77.
- Estrada, E. (2015). «Efecto de la fertilización sobre los parámetros de calidad de frutas en variedades de naranjas y mandarinas». 4.

- Estrada, H., Restrepo, C., Saumett, H. y Pérez, L. (2018). «Osmotic Dehydration and Hot Air Drying on Mango, Guava and Lemon to Obtain Functional Ingredients». *Información tecnológica* 29(3):197-204. doi: 10.4067/S0718-07642018000300197.
- García, A., Muñiz, S., Hernández, A., González, M. y Fernández, D. (2013). «Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa)». *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 22(1):62-69.
- García, A., Muñiz, S., Hernández, A., González, M., y Fernández, D.(2017). «Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa)». *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 22(1):62-69.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEM. (2016). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Requisitos. Recuperado en formato el 3 de octubre de 2019, <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-5.pdf>
- Márquez, C., y Michelis, A. (2015). «Propiedades de lechos fijos durante la deshidratación convectiva de cerezas, guindas y rosa mosqueta: cambios de volumen y porosidad». *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28(2):311-16. doi: 10.1590/S0101-20612008000200007.
- Márquez, C., y Michelis, A. (2018). «Propiedades de lechos fijos durante la deshidratación convectiva de cerezas, guindas y rosa mosqueta: cambios de volumen y porosidad». *Food Science and Technology* 28(2):311-16. doi: 10.1590/S0101-20612008000200007.

- Michelis, A., Pirone, B., Vullioud, M., Ochoa, M., Kessler, A. y Márquez, C. (2016). «Cambios de volumen, área superficial y factor de forma de Heywood durante la deshidratación de cerezas (*Prunus avium*)». *Food Science and Technology* 28(2):317-21. doi: 10.1590/S0101-20612008000200008.
- Moraga, N., Zambra, C., Torres, P. y Lemus, R. (2015). «Fluid dynamics, heat and mass transfer modeling by finite volume method for agrofood processes». *dyna* 78(169):140-49.
- Moreno, A., León, D., Giraldo, G. y Ríos, E. (2017). «Volatile compounds profile analysis of mango (*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins) Treated by combined methods». *Revista Colombiana de Química* 39(1):61-72.
- Ordóñez, R., Pardo, L. (2018). «Cuantificación de hierro, calcio y fósforo en procesos térmicos aplicados al borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec)». *Idesia (Arica)* 36(2):275-81. doi: 10.4067/S0718-34292018005000802.
- Ordoñez, L., Esparza, J. y Vanegas, P. (2020). «Agro-Industrial Potential of the Mandarina Epicarp a Natural Coloring Alternative in Bread». *Tecnológicas* 23(48):19-31. doi: 10.22430/22565337.1465.
- Rodríguez, J., Wiesner, L., Monroy, H. y Fischer, G. (2016). «Performance of Arrayana mandarin on six rootstocks in acid soils of the piedemonte Llanero of Colombia». *Agronomía Colombiana* 24(2):266-73.
- Rodríguez, J., Castiblanco G., Calderón, G., y Velásquez, R. (2017). «Yield and quality potential of 13 commercial varieties and hybrids of citrus in the conditions of the Piedmont Plains of Colombia». *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 5(2):171-85.
- Rodríguez, J., Monroy, H., Fischer, G. y Herrera, A. (2015). «Crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina (*Citrus reticulata*) 'Arrayana' en

- condiciones del piedemonte del Meta, Colombia». *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 3(2):149-60. doi: 10.17584/rcch.2009v3i2.1208.
- Rodríguez, J., Monroy, J., Barrera, S., Núñez, V. y Ligarreto, G. (2017). «Caracterización morfo-agronómica y molecular de mandarina 'Arrayana' en el piedemonte del Meta (Colombia)». *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 13(1):5. doi: 10.21930/rcta.vol13_num1_art:234.
- Osorio, F., Peñaloza, A., Maldonado, Y., Jiménez, H., Salazar, R. (2019). «Evaluación de la deshidratación osmótica para el enriquecimiento con compuestos bioactivos en manzana». *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 10(5):1151-56. doi: 10.29312/remexca.v10i5.1770.
- Paredes, J. (2015). «"manejo postcosecha de frutas y hortalizas"».
- Pérez, M. (2013). «Apoyo del sector público para el desarrollo de los agronegocios incluyentes - Análisis del modelo institucional de Honduras. Estudios de casos de países - América Latina.» 40.
- Pérez, O., Viega, L., Castro, M. (2020). «Diferentes dinámicas de agua en hojas pos-antesis afecta el peso final del grano de trigo». *Agrociencia Uruguay* 24(1). doi: 10.31285/agro.24.109.
- Pérez, J. (2017). «Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas». 11.
- Pinzón, M., Villa, C. y Nieto, J. (2015). «Color and flavor changes on the osmotic solution, used in the osmotic dehydration of tree tomato». *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 9(2):121-29.
- Rodríguez, J., Torregroza, A., Salgado, R., (2019). «Kinetics of mass transfer during osmotic dehydration of auyama (Caribbean pumpkin) in ternary solutions». *DYNA* 86(209):120-25. doi: 10.15446/dyna.v86n209.72895.

- Rojas, C. (2014). «Aplicación de choques de CO₂ a temperatura ambiental y de curado en mandarinas cv. Ortanique. Influencia sobre la fisiología y calidad del fruto.» 5.
- Romero, C., y Cueva, N. (2020). «Influencia de las fases lunares en el injerto de mandarina criolla (*Citrus reticulata*) sobre el patrón mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) en el distrito río Blanco, Chulumani». *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 7(1):40-47.
- Sanjinez, E., Branco, I., Takito, S. y Corbari, J. (2017). «Influencia de la deshidratación osmótica y de la adición de cloruro de calcio en la conservación de kivis minimamente procesados». *Food Science and Technology* 30:205-9. doi: 10.1590/S0101-20612010000500031.
- Spiazzi, E. y Mascheroni, R. (2015). «Modelo de deshidratación osmótica de alimentos vegetales para mandarina (Pokan)». *MAT Serie A* 4:23-32. doi: 10.26422/MAT.A.2001.4.spi.
- Valero, Y., Colina, J. y Ineichen, E. (2015). «Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*)». *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 62(4):363-69.
- Vanegas, P., y Parra, A. (2015). «Designing, constructing and evaluating a dynamic prototype dryer for obtaining rolled dehy- dehydrated fruit pulp». *Ingeniería e Investigación* 31(1):163-70.
- Velásquez, H. y Saraz, J. 2015. «Experimental advances of the post harvesting handling engineering of colombians fruits: resistance mechanical of uchuva fruits (*Physalis peruviana*)». *DYNA* 75(154):39-46.
- Velásquez, C. y Hevia, J. (2016). «Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos) Tomado el 26 de junio de 2007

de:<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm>». . . Higiene 136.

- Villa, C., Nieto, J. y Pinzón, M. (2015). «Compositional and microbiological changes associated with successive osmodehydration cycles of tree tomato». *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 7(1):29-35.
- Villalba, L., Herrera, A. y Rodríguez, J. (2014). «Parámetros de calidad en la etapa de desarrollo y maduración en frutos de dos variedades y un cultivar de mandarina (*Citrus reticulata Blanco*) Parameters regarding quality during development and maturation stages in fruit from two varieties of a mandarin orange cultivar (*Citrus reticulata Blanco*)». 18(1):14.
- Villarroel, J., Espinoza, B. (2019). «Evaluación del proceso fermentativo de la mandarina king (*Citrus nobilis l.*) Aplicando bentonita, albumina y pectinasa para su clarificación». *Revista Universidad y Sociedad* 11(5):496-506.
- Yidarte, E. (2015). «Estudio de la floración, fructificación y producción de dos variedades de naranja, (*Citrus sinensis oesbeck*), y dos de mandarina, (*Citrus reticulata blanco*), en condiciones climáticas de Palmira, Valle del Cauca». 14.
- Zagaceta, M., Palma, R., Aguilar, K. y Fernández, J. (2020). «Efecto del tiempo de reposo en la cinética de deshidratación de los granos de maíz nixtamalizados». *Información tecnológica* 31(3):149-58. doi: 10.4067/S0718-07642020000300149.
- Zócalo, P., Gambetta, G., Rey, F., Gravina, A. y Borges, A. (2018). «Manchado de mandarina *Satsuma 'Okitsu'*: descripción anatómica, efecto de factores ambientales y manejo postcosecha». *Agrociencia Uruguay* 22(2):36-47. doi: 10.31285/agro.22.2.5.

9. Anexos

Tabla 6: Análisis de varianza - peso en mandarina deshidratada

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (mm)	9	0.93	0.91	9.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.56	2	1.78	41.47	0.0003
Tratamiento	3.56	2	1.78	41.47	0.0003
Error	0.26	6	0.04		
Total	3.81	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51883

Error: 0.0429 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	2.93	3	0.12 A
T3	2.44	3	0.12 A
T2	1.42	3	0.12 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

López, 2021

Tabla 7: Análisis de varianza - tamaño en mandarina deshidratada

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño (mm)	9	0.56	0.41	12.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	2	0.02	3.80	0.0859
Tratamiento	0.04	2	0.02	3.80	0.0859
Error	0.03	6	0.01		
Total	0.08	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	0.67	3	0.04 A
T3	0.57	3	0.04 A
T2	0.50	3	0.04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

López, 2021

Tabla 8. Costo del deshidratador eléctrico

Materiales	Costo (\$)
Deshidratador eléctrico	75.00
Luz eléctrica	10.00
Total	85.00

López, 2021

Tabla 9. Costo del deshidratador a combustión

Materiales	Costo (\$)
Horno	150.00
Tanque de gas	3.00
Caja de fosforo	0.10
Total	153.10

López, 2021

Tabla 10. Costo del deshidratador solar

Materiales	Costo (\$)
Madera	65.00
Plástico transparente	3.50
Grapa para madera	20.00
Plástico Negro	14.00
Malla mosquitera	25.00
Goma	2.50
Total	130

López, 2021



Informe de ensayo							
Guayaquil OL N°: 103213/4							
Datos del cliente							
Cliente:	Juan Alberto López Cedeño						
Dirección:	Guayaquil						
Solicitado por:	Juan Alberto López Cedeño						
Muestreo realizado El Cliente por:	Tipo de muestreo: N/A						
Fecha de N/A muestreo:	Hora de muestreo: N/A	Lugar de N/A muestreo:					
Fecha de recepción: 20/10/2020	Fecha de análisis: 20/10/2020	Reporte final: 29/10/2020					
<p>NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en el laboratorio. La identificación de las muestras es responsabilidad del cliente, Bureau Veritas Ecuador S.A. no se responsabiliza por la información proporcionada. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Preguntas o comentarios comuníquese al: 042-399192, Ext. 107-110 o 120 La información contenida en este certificado está sujeta a validación por las partes interesadas.</p>							
Datos de la Muestra							
Información verificada por el personal de Recepción:							
Tipo: Mandarina	Cantidad: 500g	Envase: Cerrado					
Información proporcionada por el cliente:							
Identificación de la muestra:	M1.- Producto: Fruta fresca Mandarina.						
Resultados							
Parámetros	Métodos	AZL A	SAE	Unidad	Resultados	LOQ	LOD
*Acidez (Como ácido cítrico)	INSP-LAB-SOP-023/AOAC 19th 942.15			%	0.58		

Las opciones / interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE y AZLA.

Notas:

LOQ: Límite de cuantificación, LOD: Límite de detección, ND: No detectable al límite de detección

(±)U Incertidumbre) U EXPANDIDA, basada en un nivel de confianza de K = 2 (95%)

(*) Parámetro fuera del alcance de Acreditación

(**) Por fuera de rango de validación del método

(*) Parámetros Subcontratados

Dra. Martha Navarrete
Gerente de Laboratorio

Figura 59. Análisis de acidez titulable de la fruta López, 2021



Informe de ensayo								
Guayaquil OL N°: 103213-114								
Datos del cliente								
Cliente:		Juan Alberto López Cedeño						
Dirección:		Guayaquil						
Solicitado por:		Juan Alberto López Cedeño						
Muestreo realizado El Cliente por:			Tipo de muestreo: N/A					
Fecha de N/A muestreo:		Hora de muestreo: N/A		Lugar de N/A muestreo:				
Fecha de recepción: 20/10/2020		Fecha de análisis: 20/10/2020		Reporte final: 20/10/2020				
<p>NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en el laboratorio. La identificación de las muestras es responsabilidad del cliente; Bureau Veritas Ecuador S.A. no se responsabiliza por la información proporcionada. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Preguntas o comentarios comuníquese al: 042-399190, Ext. 107-110 o 120. La información contenida en este certificado está sujeta a validación por las partes interesadas.</p> <p>Laboratorio de Ensayo Acreditado por A2LA con certificado No - 2185-01 y 2185-02. Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 07-006.</p>								
Datos de la Muestra								
Información verificada por el personal de Recepción								
Tipo: Mandarina		Cantidad: 500g		Envase: Cerrado				
Información proporcionada por el cliente:								
Identificación de la muestra: M2.- Producto: Mandarina deshidratada de manera solar.								
Resultados de Microbiología								
Parámetros	Métodos	A2LA	SAE	Unidad	Resultados			
Aerobios Mesófilos	BVE-CTD-LAB-SCP-0244(AOAC, Ed. 20, 2016,990.12)	✓	✓	UFC/g	3x10			
Resultados de Bromatología								
Parámetro	Método	A2LA	SAE	Unidad	Resultados	LOQ	LOD	(±)U
*Humedad	AOAC 20th 920.151			%	28.1			

Las opciones / interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA.

Nota:

LOQ: Límite de cuantificación, LOD: Límite de detección, ND: No detectable al límite de detección.

(±)U Incertidumbre U EXPANDIDA basada en un nivel de confianza de K = 2 (95%)

+3 Significa ausencia de tubos positivos, +10 Significa ausencia en una dilución de 1/10.

+1 Significa ausencia en una siembra directa, +1.1 significa ausencia de tubos positivos.

+1.8 significa ausencia de tubos positivos.

(*) Parámetro fuera del alcance de Acreditación

(**) Por fuera de rango de validación del método

(*) Parámetros Subcontratados

Dra. Martha Navarrete
Gerente de Laboratorio

Figura 60. Analisis de humedad y microbiologico en metodo solar López, 2021



Informe de ensayo								
Guayaquil CL N°: 103213-1/4								
Datos del cliente								
Cliente: Juan Alberto López Cedeño								
Dirección: Guayaquil								
Solicitado por: Juan Alberto López Cedeño								
Muestreo realizado El Cliente por:			Tipo de muestras: N/A					
Fecha de N/A muestreo:		Hora de muestreo: N/A		Lugar de N/A muestreo:				
Fecha de recepción: 20/10/2020		Fecha de análisis: 20/10/2020		Reporte final: 20/10/2020				
<p>NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en el laboratorio. La identificación de las muestras es responsabilidad del cliente, Bureau Veritas Ecuador S.A. no se responsabiliza por la información proporcionada. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Preguntas o comentarios comuníquense al: 042-399192. Ed. 107-110 o 120. La información contenida en este certificado está sujeta a validación por las partes interesadas.</p>								
<p>Laboratorio de Ensayo Acreditado por A2LA con certificado No. 2185.0 y 2185.02. Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 07-806.</p>								
Datos de la Muestra								
Información verificada por el personal de Recepción								
Tipo: Mandarina		Cantidad: 500g		Envase: Cerrado				
Información proporcionada por el cliente								
Identificación de la muestra: M3 - Producto: Mandarina deshidratada de forma eléctrica.								
Resultados de Microbiología								
Parámetro	Método	A2LA	SAE	Unidad	Resultados			
Aerobios Mesófilos	BVE-CTD-LAB-SOP-034A/AOAC, Ed. 20, 2016:990 (2)	✓	✓	UFC/g	3x10			
Resultados de Bromatología								
Parámetro	Método	A2LA	SAE	Unidad	Resultados	LOQ	LOD	(±)U
Humedad	AOAC 2010.020.151			%	12			

Las opiniones / interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA.

Notas:

LOQ: Límite de cuantificación, LOD: Límite de detección, ND: No detectable al límite de detección.

(±)U (incertidumbre) U EXPANDEDIA, basada en un nivel de confianza de K = 2 (95%)

*3 Significa ausencia de tubos positivos, +10 Significa ausencia en una dilución de 1/10.

<1 Significa ausencia en una muestra directa, <1.1 significa ausencia de tubos positivos.

<1.1 Significa ausencia de tubos positivos.

[*] Parámetro fuera del alcance de Acreditación.

[**] Por fuera de rango de validación del método.

[*] Parámetros Subcontratados.

Dra. Martha Navarrete
Gerente de Laboratorio

Figura 61. Analisis de humedad y microbiologico en metodo eléctrico López, 2021



Informe de ensayo								
Guayaquil OL N°: 103213-1/4								
Datos del cliente								
Cliente:	Juan Alberto López Cedeño							
Dirección:	Guayaquil							
Solicitado por:	Juan Alberto López Cedeño							
Muestreo realizado por:	El Cliente		Tipo de muestreo: N/A					
Fecha de N/A muestreo:	Hora de muestreo:	N/A		Lugar de N/A muestreo:				
Fecha de recepción:	20/10/2020	Fecha de análisis:	20/10/2020	Reporte final:	20/10/2020			
<p>NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en el laboratorio. La identificación de las muestras es responsabilidad del cliente, Bureau Veritas Ecuador S.A. no se responsabiliza por la información proporcionada. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Preguntas o comentarios comuníquese al: 043-399192. Ed. 107-110 o 120. La información contenida en este certificado está sujeta a validación por las partes interesadas.</p> <p>Laboratorio de Ensayo Acreditado por A2LA con certificado No. 2185.01 y 2185.02. Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 07-008.</p>								
Datos de la Muestra								
Información verificada por el personal de Recepción.								
Tipo:	Mandarina	Cantidad:	500g	Envase:	Cerrado			
Información proporcionada por el cliente.								
Identificación de la muestra: M4 - Producto: Mandarina deshidratada a combustión.								
Resultados de Microbiología								
Parámetro	Método	A2LA	SAE	Unidad	Resultados			
Aeróbica Mesófila	BVE-CTD-LAB-SCP-024A/ACAC, Ed. 20, 2016:99, 12)	✓	✓	UFC/g	3x10			
Resultados de Bromatología								
Parámetro	Método	A2LA	SAE	Unidad	Resultados	LOQ	LOD	(±)U
*Humedad	AOAC 20th 920.151			%	14			

Las opiniones / interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA.

Notas:

LOQ: Límite de cuantificación, LOD: Límite de detección, ND: No detectable al límite de detección.

(±)U (incertidumbre) U EXPANDIDA, basada en un nivel de confianza de K = 2 (95%)

>3 Significa ausencia de tubos positivos, <1.0 Significa ausencia en una dilución de 1/10.

<1 Significa ausencia en una siembra directa, <1.1 significa ausencia de tubos positivos

<1.2 significa ausencia de tubos positivos.

(*) Parámetro fuera del alcance de Acreditación

(†) Por fuera de rango de validación del método

(‡) Parámetros Subcontratados

Dra. Martha Navarrete
Gerente de Laboratorio

Figura 62. Análisis de humedad y microbiológico en método a combustión López, 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

PLANILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Para cada característica a evaluar de la muestra marque con una (x) aquel que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o desagrado que le producen las muestras.

Nombre:		Fecha:						Hora:		
T1: Deshidratador solar	Evaluación	No me gusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
	Color									
	Olor									
	Sabor									
	Aceptabilidad									
T2: Deshidratador eléctrico	Evaluación	No me gusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
	Color									
	Olor									
	Sabor									
	Aceptabilidad									
T3: Deshidratador a combustión	Evaluación	No me gusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
	Color									
	Olor									
	Sabor									
	Aceptabilidad									

Observaciones: _____

Gracias por su colaboración

Figura 63. Planilla de análisis sensorial

López, 2021



Figura 64. Cosecha de la mandarina variedad Pokan
López, 2021



Figura 65. Selección de la mandarina
López, 2021



Figura 66. Limpieza y lavado de la mandarina
López, 2021



Figura 67. Pesado y calibre de la mandarina.
López, 2021



Figura 68. Pelado y limpieza de los gajos de mandarina
López, 2021



Figura 69. Gajos de mandarina en el deshidratador eléctrico
López, 2021



Figura 70. Gajos de mandarina en el deshidratador solar
López, 2021



Figura 71. Gajos de mandarina en el deshidratador a combustión
López, 2021



Figura 72. Horno a combustión y deshidratador eléctrico
López, 2021



Figura 73. Construcción del deshidratador solar
López, 2021



Figura 74. Repisas del deshidratador solar
López, 2021



Figura 75. Construcción de tablero
López, 2021



Figura 76. Unión de piso y porta bandejas
López, 2021



Figura 77. Construcción de bandejas para las mandarinas
López, 2021



Figura 78. Construcción de porta bandejas
López, 2021



Figura 79. Forrado con plástico negro
López, 2021



Figura 80. Recubrimiento con plástico blanco
López, 2021



Figura 81. Mandarina deshidratada por método a combustión
López, 2021



Figura 82. Mandarina deshidratada por método eléctrico
López, 2021



Figura 83. Mandarina deshidratada por método solar
López, 2021



Figura 84. Medición de grados brix
López, 2021



Figura 85. Análisis sensorial
López, 2020



Figura 86. Snacks de mandarina deshidratada
López, 2021

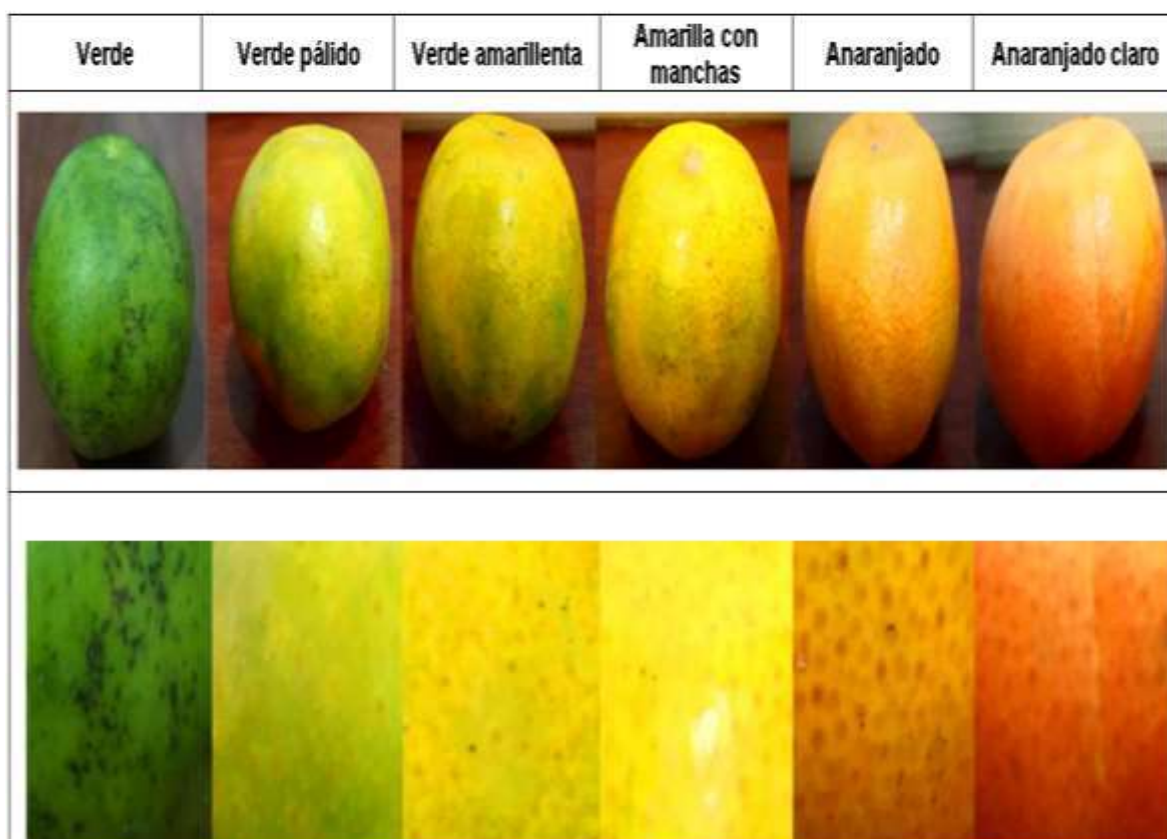


Figura 87. Escala de color en mandarina Pokan
López, 2021.