



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**Deshidratación de níspero (*Eriobotrya japonica*) por métodos combinados:
deshidratación osmótica y secado por aire caliente**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autora

Lucy Medali Vega Quiroz

Asesor

Dr. Danton Jorge Miranda Cabrera

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Lucy Medali Vega Quiroz	43883134	17 -09-2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Danton Jorge Miranda Cabrera	07046189	0000-0003-2594-4000
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS PREGRADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Edwin Antonio Macavilca Ticlayauri	23015970	0000-0001-8404-776X
Sarela Carmela Alfaro Cruz	08488439	0000-0001-7383-8056
Felix Bustamante Bustamante	44229029	0000-0001-9061-1718

Deshidratación de níspero (*Eriobotrya japonica*) por métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
3	ru.dgb.unam.mx Fuente de Internet	<1 %
4	repositorio.ual.es Fuente de Internet	<1 %
5	transparencia.uaustral.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.chapingo.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
7	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
8	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

A Dios, por estar a mi lado cada día, por brindarme la sabiduría y perseverancia para poder culminar con mucho esfuerzo y dedicación este trabajo.

A mi padre Daniel Vega, a pesar de que ya no está presente conmigo se esforzó mucho para brindarme la herencia más valiosa y sé que estaría muy orgulloso por mis logros.

A mi madre María Quiroz, que con su paciencia y su apoyo incondicional fueron mis pilares para seguir adelante y poder lograr este objetivo.

A mis hermanos Jhonny y Jimmy, por su confianza y constante apoyo.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por permitir que logre cumplir esta meta.

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, quien me brindó la posibilidad de formarme como persona y profesional.

Al Ing. Danton Miranda, asesor de este trabajo de investigación, por brindarme su tiempo, conocimientos y ser un guía para el desarrollo de esta tesis.

A Edward Candela, una persona muy especial, mi soporte durante todo el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Ing. Eduardo Avelar, por sus palabras de aliento y ánimo para seguir adelante y no rendirme en la realización de esta tesis, a pesar de todas las adversidades presentadas.

Índice general

1. Planteamiento del problema	2
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación de la Investigación	4
1.4.1. Justificación teórica	4
1.4.2. Justificación práctica	4
1.4.3. Justificación Social	4
1.5. Delimitación del estudio	4
1.5.1. Delimitación espacial	4
1.5.2. Delimitación temporal	5
2. Marco teórico	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. Investigaciones Internacionales	6
2.1.2. Investigaciones Nacionales	8
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Níspero	11

2.2.1.1.	Origen del níspero	11
2.2.1.2.	Características del níspero	11
2.2.1.3.	Taxonomía	12
2.2.1.4.	Variedades	12
2.2.1.5.	Composición nutricional del níspero	14
2.2.1.6.	Producción del níspero	15
2.2.1.7.	Uso alimentario	17
2.2.1.8.	Uso medicinal	18
2.2.2.	Deshidratación Osmótica	18
2.2.2.1.	Modelos de deshidratación osmótica	20
2.2.2.1.1.	Modelado fenomenológico	20
2.2.2.1.2.	Modelado microscópico – estructural	20
2.2.2.2.	Factores que influyen sobre deshidratación	20
2.2.2.2.1.	Materia prima	20
2.2.2.2.2.	Geometría y tamaño del producto	20
2.2.2.2.3.	Tipo de solución osmótica	20
2.2.2.2.4.	Concentración de la solución osmótica	21
2.2.2.2.5.	Temperatura de la solución osmótica	21
2.2.2.2.6.	Tiempo de proceso (inmersión)	22
2.2.2.2.7.	Relación masa de solución / masa del producto	22
2.2.2.2.8.	Presión de trabajo	22
2.2.2.3.	Cinética de la deshidratación osmótica	22
2.2.2.4.	Principales etapas en la preparación de productos deshidratados	24

2.2.2.5.	Ventajas de la deshidratación osmótica	25
2.2.2.6.	Desventajas de la deshidratación osmótica	27
2.2.3.	Secado por aire caliente	27
2.2.3.1.	Factores que intervienen en el proceso de secado	28
2.2.3.1.1.	Temperatura del aire	28
2.2.3.1.2.	Humedad relativa del aire	29
2.2.3.1.3.	Velocidad del aire	29
2.2.3.2.	Ventajas del secado con aire caliente	29
2.2.3.3.	Desventajas del secado con aire caliente	30
2.3.	Definiciones conceptuales	30
2.4.	Formulación de la Hipótesis	31
2.4.1.	Hipótesis General	31
2.4.2.	Hipótesis Específicos	31
2.4.3.	Operacionalización de las variables	31
3.	Metodología	33
3.1.	Diseño Metodológico	33
3.1.1.	Tipo de investigación	33
3.1.2.	Nivel de investigación	33
3.1.3.	Diseño	33
3.1.3.1.	Diseño de tratamientos	33
3.1.3.1.1.	Osmodeshidratación	33
3.1.3.1.2.	Secado con aire caliente	34
3.1.3.2.	Proceso tecnológico	35

3.1.3.2.1. Etapa I del proceso	35
3.1.3.2.2. Etapa II del proceso	35
3.1.3.2.3. Etapa III del proceso	37
3.1.4. Enfoque	39
3.2. Población y Muestra	39
3.2.1. Población	39
3.2.2. Muestra	39
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.3.1. Técnicas a emplear	39
3.3.1.1. En el proceso de osmodeshidratación y secado con aire caliente	40
3.3.1.2. En el producto terminado	40
3.3.2. Descripción de los instrumentos	41
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información	41
3.4.1. Tratamiento estadístico	41
3.4.1.1. Estadística descriptiva	41
3.4.1.2. Estadística inferencial	41
4. Resultados	43
4.1. Análisis de los resultados	43
4.1.1. Caracterización de la materia prima	43
4.1.2. Evaluación del proceso osmótico	44
4.1.2.1. Comportamiento de la humedad y sólidos solubles	44
4.1.2.2. Pérdida de peso	46
4.1.2.3. Pérdida de agua	47

4.1.2.4. Ganancia de sólidos	48
4.1.3. Evaluación del proceso de secado	49
4.1.3.1. Comportamiento de la humedad y sólidos solubles	50
4.1.3.2. Pérdida de peso	53
4.1.4. Análisis sensorial	54
4.1.5. Análisis microbiológico	55
4.2. Contrastación de hipótesis	57
4.2.1. Contrastación hipótesis general	57
4.2.2. Contrastación hipótesis específicos	57
5. Discusiones	61
5.1. Discusión de resultados	61
5.1.1. Caracterización de la materia prima	61
5.1.2. Evaluación del proceso osmótico	62
5.1.2.1. Comportamiento de la humedad y sólidos solubles	62
5.1.2.2. Pérdida de peso	62
5.1.2.3. Pérdida de agua	63
5.1.2.4. Ganancia de sólidos	63
5.1.3. Evaluación del proceso de secado	64
5.1.4. Análisis de varianza	65
5.1.5. Análisis sensorial	65
5.1.6. Análisis microbiológico	65
6. Conclusiones y recomendaciones	66
6.1. Conclusiones	66

6.2. Recomendaciones	66
7. Fuentes de información	68
7.1. Fuentes Documentales	68
7.2. Fuentes Bibliográficas	68
7.3. Fuentes Hemerográficas	71
7.4. Fuentes Electrónica	75

Índice de tablas

Tabla 1.	Variedades de níspero	13
Tabla 2.	Valor nutricional del níspero en 100g de porción comestible	14
Tabla 3.	Operacionalización de variables e indicadores	32
Tabla 4.	Diseño experimental – Osmodeshidratación	34
Tabla 5.	Diseño experimental – Osmodeshidratación y secado con aire caliente	34
Tabla 6.	Caracterización del níspero	43
Tabla 7.	Parámetros osmóticos finales en la deshidratación osmótica del níspero	44
Tabla 8.	Valores finales en la deshidratación del níspero	50
Tabla 9.	Resultados de evaluación sensorial: Aceptabilidad del níspero deshidratado	54
Tabla 10.	Análisis microbiológico del níspero deshidratado	56
Tabla 11.	Información del factor	57
Tabla 12.	ANOVA para la ganancia de solutos vs concentración de agente osmótico	58
Tabla 13.	Pruebas individuales de Fisher para diferencias de las medias	58
Tabla 14.	Pruebas individuales de diferencia de puntuación total de los tratamientos	60

Índice de figuras

Figura 1. Fruto del níspero	12
Figura 2. Superficie cosechada de níspero en el Perú	16
Figura 3. Producción de níspero en el Perú	16
Figura 4. Producción de níspero por departamento	17
Figura 5. Cinética de la osmodeshidratación	24
Figura 6. Etapas principales en la osmodeshidratación	25
Figura 7. Diagrama de flujo: Osmodeshidratación y secado por aire caliente del níspero	36
Figura 8. Etapas del desarrollo experimental de la OD y secado por aire caliente del níspero	38
Figura 9. Criterio de aceptación: Etapas de osmodeshidratación y secado con aire caliente	42
Figura 10. Humedad en el níspero durante osmodeshidratación	45
Figura 11. Contenido de sólidos solubles en el níspero durante la osmodeshidratación	46
Figura 12. Pérdida de peso en el níspero durante la osmodeshidratación	47
Figura 13. Pérdida de agua en el níspero durante la osmodeshidratación	48
Figura 14. Ganancia de sólidos en el proceso de osmodeshidratación	49
Figura 15. Porcentaje de humedad en el níspero durante secado con aire caliente	51
Figura 16. Contenido de sólidos solubles en el níspero durante secado con aire caliente	52
Figura 17. Pérdida peso en el níspero durante secado con aire caliente	55
Figura 18. Pruebas individuales de Fisher para los tratamientos de OD: 40, 50 y 55° Brix	60

Resumen

Objetivo: Determinar las condiciones óptimas de proceso tecnológico para la deshidratación del níspero (*Eriobotrya japonica*) mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente. **Métodos:** Diseño experimental puro y adaptativa; desarrollado en dos etapas: osmodeshidratación, utilizando $C_{12}H_{22}O_{11}$ como agente osmótico en concentraciones de 40, 50 y 55° Brix por 5 horas; y secado con aire caliente en un secador de bandejas a 50 y 60°C por 8 horas; para luego ser evaluados sensorialmente por 30 panelistas no entrenados. Se aplica estadística inferencial mediante el ANOVA con un nivel de significancia de 0.05. **Resultados:** Al final de la osmodeshidratación: C1=40°Brix (67.56 % humedad, 31.75° Brix, 17.39% pérdida de peso); C2=50° Brix (61.07 % humedad, 38.17° Brix, 24.87% pérdida de peso); C3= 55° Brix (57.96 % humedad, 41.25° Brix, 27.99% pérdida de peso) y al final del secado con aire caliente: T1=40 °Brix ; 50°C (40.19 % humedad, 46.00° Brix, 45.89% pérdida de peso); T2=50 °Brix ; 50°C (30.29 % humedad, 49.67° Brix, 43.93% pérdida de peso); T3=55 °Brix ; 50°C (24.47 % humedad, 51.83° Brix, 43.79% pérdida de peso); T4=40 °Brix ; 60°C (35.81 % humedad, 47.50° Brix, 49.34% pérdida de peso); T5=50 °Brix ; 60°C (26.79 % humedad, 50.67° Brix, 47.58% pérdida de peso); T6=55 °Brix ; 60°C (23.11 % humedad, 52.83° Brix, 45.86% pérdida de peso). **Conclusiones:** Las condiciones óptimas para el proceso de deshidratación osmótica y secado con aire caliente es: la pulpa de níspero debe ser cortada en mitades para luego sumergirlos por 5 horas en una solución hipertónica de 55° Brix utilizando como agente osmótica la sacarosa, a una relación de solución/fruta 1:1, luego se continúa con el secado a través de aire caliente, alcanzando una temperatura de 60°C por 8 horas para finalmente ser envasados en bolsas herméticas. En la osmodeshidratación se logró disminuir desde una humedad inicial de 85.13% a una humedad final de 57.96% y una ganancia de sólidos solubles de 15.41 g sólidos/100g níspero, obteniendo un

producto osmodeshidratado con 41.25° Brix. Complementando con la etapa de secado con aire caliente se obtuvo finalmente un producto con de 23.11% de humedad, 52.83° Brix y con una pérdida de peso de 45.86%. Esta combinación de métodos dio como resultado un producto con gran estabilidad microbiológica garantizando la inocuidad del alimento y sin afectar significativamente sus características organolépticas lo cual permite gran aceptación sensorial por el público consumidor.

Palabras clave: Osmodeshidratación, agente osmótico, secado con aire caliente, humedad, ganancia de sólidos.

Abstract

Objective: Determine the optimal technological process conditions for the dehydration of the loquat (*Eriobotrya japonica*) using combined methods: osmotic dehydration and hot air drying. Methods: Pure and adaptive experimental design; developed in two stages: osmodehydration, using C₁₂H₂₂O₁₁ as an osmotic agent at concentrations of 40, 50 and 55° Brix for 5 hours; and drying with hot air in a tray dryer at 50 and 60°C for 8 hours; and then be sensory evaluated by 30 untrained panelists. Inferential statistics are applied using ANOVA with a significance level of 0.05. **Results:** At the end of osmodehydration: C1=40°Brix (67.56% humidity, 31.75° Brix, 17.39% weight loss); C2=50° Brix (61.07% humidity, 38.17° Brix, 24.87% weight loss); C3= 55° Brix (57.96% humidity, 41.25° Brix, 27.99% weight loss) and at the end of drying with hot air: T1=40 °Brix; 50°C (40.19% humidity, 46.00° Brix, 45.89% weight loss); T2=50 °Brix ; 50°C (30.29% humidity, 49.67° Brix, 43.93% weight loss); T3=55 °Brix ; 50°C (24.47% humidity, 51.83° Brix, 43.79% weight loss); T4=40 °Brix ; 60°C (35.81% humidity, 47.50° Brix, 49.34% weight loss); T5=50 °Brix ; 60°C (26.79% humidity, 50.67° Brix, 47.58% weight loss); T6=55 °Brix ; 60°C (23.11% humidity, 52.83° Brix, 45.86% weight loss). **Conclusions:** The optimal conditions for the osmodehydration and hot air drying process are: the loquat pulp must be cut into halves and then immersed for 5 hours in a hypertonic solution of 55° Brix using sucrose as an osmotic agent, at a ratio of solution/fruit 1:1, then drying continues through hot air at a temperature of 60°C for 8 hours to finally be packaged in airtight bags. In osmodehydration, it was possible to decrease from an initial humidity of 85.13% to a final humidity of 57.96% and a gain in soluble solids of 15.41 g solids/100g loquat, obtaining an osmodehydrated product with 41.25° Brix. Complementing the hot air-drying stage, a product was finally obtained with 23.11% humidity,

52.83° Brix with a weight loss of 45.86%. This combination of methods resulted in a product with great microbiological stability, guaranteeing the safety of the food and without significantly affecting its organoleptic characteristics, which allows great sensory acceptance by the consuming public.

Keywords: Osmodehydration, osmotic agent, hot air drying, humidity, solids gain.

Introducción

El níspero es un fruto pequeño de color anaranjado que crece en los valles interandinos del Perú, el cual es apreciado por su pulpa aromática, agrídulce y refrescante. Sin embargo, es altamente perecedero, de fácil oxidación, susceptible a daños mecánicos que pueden generarse durante su cosecha y presenta un alto contenido de agua, siendo esta última característica la principal fuente para el crecimiento de microorganismos. Por ello surge la necesidad de maximizar la vida útil de esta fruta mediante la combinación de diferentes tipos de procesos de conservación con la finalidad de adquirir un producto para consumo, mínimamente procesado y sin haber alterado drásticamente sus características iniciales.

La deshidratación es una de las alternativas más antigua y eficaz cuyo fin es conservar y aprovechar al máximo los alimentos, mediante la extracción de la mayor parte del contenido de agua para evitar daños ocasionados por la oxidación y crecimiento de microorganismos. Para ello, existen diversos métodos de deshidratación y diferentes clases de equipos industriales que se pueden emplear para deshidratar las frutas y otros alimentos.

La combinación de algunos métodos logra ayudar a optimizar el proceso de deshidratación como la osmodeshidratación y posteriormente el secado con aire caliente:

- Deshidratación osmótica, permite que el alimento conserve características sensoriales similar a los alimentos frescos, logrando obtener un producto de gran calidad con bajos costos de producción.
- Deshidratación por aire caliente, por medio del calor elimina un gran porcentaje de agua que contienen el alimento, lo cual evita el crecimiento de algunos microorganismos.

Este estudio se basa en evaluar y determinar las condiciones óptimas de proceso para ambos métodos de conservación con la finalidad de obtener un producto terminado de excelente calidad.

1. Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Cañete es una de las diez provincias que forman parte del departamento de Lima-Perú. La gran diversidad agrícola que enriquece a este valle se debe a la excelente calidad de sus tierras y el privilegio de contar con agua permanente gracias al Río Cañete. Coayllo, es uno de los distritos de esta provincia cuya actividad económica principal es la fruticultura, esencialmente la producción y venta de nísperos.

Sin embargo, el níspero es una fruta de temporada y además tiene un ciclo de vida muy corto postcosecha debido a la fácil oxidación de la pulpa, alta susceptibilidad a los daños mecánicos por rozadura durante el corte y transporte (López, 1998). Por lo que nace la necesidad de buscar una alternativa para prolongar la conservación de esta fruta, manteniendo sus propiedades nutritivas y contar con ella en cualquier época del año, lo cual implica mejores precios de venta e inclusive se obtiene la oportunidad de tener acceso a mercados más distantes.

En este trabajo de investigación se ha estudiado uno de los procesos tecnológicos más tradicionales que se emplea para conservar a aquellos alimentos que son altamente perecibles, como las frutas y hortalizas. La deshidratación, el cual consiste en eliminar el contenido de agua de los alimentos, permite detener su actividad enzimática y evita el crecimiento y desarrollo de los microorganismos que pueden deteriorar rápidamente al alimento, y así aumentar la disponibilidad de los alimentos para el consumo.

La deshidratación de alimentos permite la estabilidad microbiológica y química alargando la vida anaquel a temperatura ambiente por mayor tiempo, reduce el desperdicio logrando mayor aprovechamiento del alimento, disminuye costos de empaque, almacenamiento y transporte.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cuáles son las condiciones óptimas necesarias para realizar la deshidratación del níspero (*Eriobotrya japonica*) si se usa la combinación de los métodos de deshidratación osmótica y secado por aire caliente?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los parámetros óptimos para la deshidratación osmótica y secado por aire caliente para el níspero?
- ¿Cuál es el comportamiento de la cinética para la deshidratación osmótica del níspero?
- ¿Cuál será la aceptación sensorial y característica microbiológica del níspero deshidratado mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar las condiciones óptimas de proceso tecnológico para la deshidratación del níspero (*Eriobotrya japonica*) mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros óptimos para la deshidratación osmótica y secado con aire caliente del níspero.
- Evaluar la cinética de la deshidratación osmótica del níspero.
- Evaluar la calidad sensorial y la estabilidad microbiológica del níspero deshidratado mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Justificación Teórica

Si bien, la deshidratación es una tecnología muy conocida en la industria alimentaria, hasta la fecha existen muy pocas investigaciones de esta técnica aplicada al fruto del níspero.

Así que, este trabajo de investigación se realiza con la intención de brindar mayor información y que los resultados que se obtengan al finalizar este trabajo puedan servir de soporte para posteriores estudios en relación con este tema.

1.4.2 Justificación Práctica

Esta investigación representa un gran beneficio porque al determinar los parámetros óptimos para el proceso tecnológico de deshidratación por combinación de métodos: osmodeshidratación y secado con aire caliente, se podrá ejecutar y obtener níspero deshidratado con características organolépticas aceptables para el consumidor.

Asimismo, se podrá disponer de este fruto en cualquier época del año, logrando mayor aprovechamiento del fruto y disminuyendo las pérdidas.

1.4.3 Justificación Social

Al obtener un producto con mayor valor agregado, se generan nuevas oportunidades de negocio que permiten la formación de microemprendimientos familiares, lo cual impulsa el desarrollo del pueblo.

1.5 Delimitación del Estudio

Para el desarrollo de esta investigación se establecieron las siguientes delimitaciones:

1.5.1 Delimitación Espacial

Distrito de Coaylo, Provincia de Cañete, Departamento de Lima, Perú específicamente el sector agrícola de la capital del distrito.

1.5.2 Delimitación Temporal

Corresponde desde los meses de noviembre 2019 a abril 2021. En este tiempo se realizó la investigación bibliográfica, desarrollo experimental y análisis de los resultados.

2. Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Investigaciones Internacionales

Estrada et al. (2018), para el desarrollo de su investigación: “Deshidratación osmótica y secado por aire caliente en mango, guayaba y limón para la obtención de ingredientes funcionales”, trabajaron de la siguiente manera: Para la deshidratación osmótica, se aplicaron pulpa de mango y de guayaba cortados en cubos y utilizando una solución de azúcar a una concentración de 40% p/p a una proporción jarabe/fruta de 2:1. Para el secado con aire caliente, también se trabajó con cubos de pulpa de mango y guayaba, las cuales fueron secados a 50° C en un horno de convección forzada durante 12 horas, y luego fueron reducidos en tamaño en un molino de cizalla. Al limón, se procedió a rallar la cáscara y luego fue sometido a calor a 50° C, se mezcló con pulpa de mango a una proporción de 90 mango /10 limón, y se sometió a deshidratación a 50° C por 12 horas. Como resultado se obtuvieron productos de humedad baja y de humedad intermedia. Con el secado por aire caliente se logró obtener mayor concentración de fibra dietaria y vitamina C en los productos de humedad baja; por otro lado, se obtuvo una pérdida esencial de vitamina C en aquellos productos de humedad intermedia (productos osmodeshidratados).

López (2017) en su tesis titulado “Deshidratación de níspero (*Eriobotrya japonica*) para producto de infusión” sometió la fruta en trozos en un equipo deshidratador de la marca Felisa modelo FE-294AD serie 150603, a una temperatura de 87°C durante 20 horas, luego calienta 960 ml de agua a 100°C y agrega 92 gr de níspero deshidratado, dejando reposar por 5 minutos. El producto obtenido es sometido a una evaluación sensorial a 50 personas escogidas al azar, utilizando pruebas de escala ponderada obteniendo resultados de aceptabilidad (80%) y concluyendo que el fruto mantiene sus características organolépticas después de la deshidratación.

Castro (2017) en su tesis titulado: “Deshidratación osmótica y secado del arazá (*Eugenia stipitata mc vaugh*) para la obtención de un snack.”, utilizó frutos de arazá en 3 índices de madurez distintos: verde, pintona (50% de madurez) y amarillo, los cuales fueron cortados en 2 o 4 partes para luego ser sumergidos en una solución hipertónica, a una concentración de 65°Brix durante 12 horas a temperatura ambiente. Luego se continuó con el secado del fruto en un secador de bandejas con diferentes niveles de velocidad de aire: 3 y 5 m/s y a distintas temperaturas de secado: 60, 65 y 70°C y con una densidad de carga 1000 gr/m². Mediante las variables de concentración de sólidos solubles y dureza experimental se determinó que el índice óptimo de madurez es el de 50%, el cual permitió un mejor manejo del fruto durante el proceso. En la osmodeshidratación, al final se obtuvo una disminución de humedad del 22,55%. Sin embargo, después del secado a 70°C, con una velocidad de 3 m/s y 1000 gr/m² como densidad de carga, se obtuvo un producto terminado con 1.17% en contenido de humedad y A_w 0.55, el cual cumplió con las normas INEN 2996-2015 (Normas Técnicas de Ecuador) y además tuvo mayor aceptabilidad por el panel de jueces ya que al terminar el proceso, el fruto deshidratado conservaba el color característico de la fruta fresca y su sabor era más agradable ya que el azúcar se había cristalizado (resultado por la pérdida de agua).

Góngora (2012), con su tesis titulado: “Secado osmo-convectivo con aire caliente de rodajas de carambolo (*Averrhoa carambola l.*)” se encargó de estudiar los efectos ocasionados en las propiedades fisicoquímicas con respecto a la calidad del producto, al realizar la combinación de ambas técnicas de deshidratación. Para ello, acondicionó la fruta en rodajas de 30 mm de diámetro y 3 mm de espesor, las cuales fueron inmersas en soluciones osmóticas a distintas condiciones de proceso: concentración de sacarosa a 45, 55 y 65°Brix; temperatura 28°C; relación fruta/solución de 1:15; tiempo: 60, 100 y 140 minutos; y utilizando un agitador mecánico a 1000 r.p.m. Luego, fueron sometidos a secado convectivo a una temperatura: 50 - 70 °C y un flujo de

aire: 0.90 m/s, empleando un secador de túnel de aire caliente. Ya que los valores resultantes en la pérdida de agua, actividad de agua, densidad aparente y otros fueron favorables, demostraron que una SO de 55°Brix, por un tiempo de 100 min, seguidos por un secado en aire caliente a 60-65C por 140 min son los parámetros que mayor se ajustan para obtener el carambolo con mínimas pérdidas de calidad y estabilidad microbiana.

Sierra (2010) en su tesis titulado: “Estudio de la deshidratación osmótica de la arveja china (*Pisum sativum*) mediante dos metodologías, directa e indirecta, como alternativa tecnológica al sector hortofrutícola del país”, utilizó los granos de arvejas maduras para someterlas a una osmodeshidratación directa e indirecta utilizando como agente osmótico NaCl y CaCl₂ dihidratado al 10 y 20%, concluyendo que el tiempo óptimo para el osmodeshidratado debe ser de 3 horas, con una relación de 1:1 salmuera/materia prima, siendo el agente osmótico más adecuado el NaCl con una concentración del 20%. Con estas condiciones, el producto obtuvo una pérdida de humedad promedio del 64.58%, siendo el % de humedad final de 35.45%. Sin embargo, el límite aceptado por la EPA y FAO debía ser inferior al 8% por lo que se tuvo que complementar el proceso de deshidratación con un secador de bandejas a 65° C de temperatura, obteniendo un valor promedio de 4 %.

2.1.2 Investigaciones Nacionales

Sanchez (2021) en su investigación titulado “Actividad de agua de arándanos deshidratados por método combinado osmosis - aire caliente”, utilizó la sacarosa como agente osmótica a diferentes concentraciones: 55, 60 y 65° Brix, con temperaturas: 45, 60 y 65°C por un tiempo de 5 horas, seguidamente sometió las muestras a un secado con aire caliente a 55° C por 10 horas con recirculación de aire del 50% a una velocidad de 6 m/s. Siendo los valores óptimos de osmodeshidratación, temperatura: 52.5°C y concentración de sacarosa: 60° Brix, lo cual permitió

una ganancia de sólidos solubles: 22.10° Brix, pérdida de humedad: 3.733 (Kg agua/Kg ss), y alcanzar 24,325 ° Brix de producto final, así como también una Aw de 0.89. En la etapa de secado con aire caliente la muestra osmodeshidratada a 50°C y 65°Brix obtuvieron un incremento de pérdida de humedad de 1.87 (Kg agua/Kg ss) y una Aw final de 0.72, valor en que muchos microorganismos no se desarrollan.

Rodríguez & Lozano (2014), para el desarrollo de su tesis “Efecto del pretratamiento osmótico en la deshidratación por aire caliente de manzana de agua (*Syzygium Malaccense*)” utilizaron rodajas de manzanas con espesor de 2.0 mm y diámetro de 6.6 mm, los cuales fueron inmersos en soluciones osmóticas de 30, 40 y 50° Brix a temperaturas de 30 y 40°C a una relación de SO-fruta de 1:4 por un tiempo de 6 horas, para luego aplicar el secado con aire caliente a 55 y 65°C. Con los resultados obtenidos, determinaron que la aplicación de ambas técnicas se logra reducir la Aw a través de la extracción de agua y el ingreso de solutos durante la etapa de osmodeshidratación. Los parámetros T=40°C, []= 50°Brix en la osmodeshidratación y T=65°C en el secado con aire caliente permitieron obtener un producto terminado estable, presentando una humedad: 3.85% y una Aw: 0.113, lo cual permite una mayor vida en anaquel.

Parra (2020) para su tesis titulado “Determinación de parámetros de osmodeshidratación y deshidratación convectiva de la variedad de piña samba de Chanchamayo (*Ananas comosus L. mer cv. Samba de Chanchamayo*)”, realizó evaluaciones en cada proceso. Para la osmodeshidratación se consideró: concentración de la solución: 40, 50 y 60°Brix; y temperatura: 50, 60 y 70°C. Para la deshidratación con aire caliente, trabajó a temperatura de 50 y 60°C, y realizó la evaluación organoléptica del producto obtenido. Concluyendo como parámetros óptimos: concentración del agente osmótico: 40°Brix, temperatura: 60°C y tiempo: 4 horas en la deshidratación osmótica, seguida por un secado convectivo con los siguientes parámetros: Temperatura: 60°C y tiempo: 3.5

horas. Bajo estos parámetros la piña samba de Chanchamayo obtuvo 18.54% de humedad final y fue el producto final con mayor aceptabilidad por los panelistas.

Palacios (2014) en su tesis titulado: “Deshidratación de la piña (*Ananas Comosus*) por métodos combinados (Ósmosis - convencional)” trabajó con rodajas de pulpa de piña, cortadas a 1 cm de espesor, inmersas a una relación de fruta: almíbar de 1:4 en distintas soluciones de concentraciones del agente osmótico (sacarosa): 40, 50 y 60°Brix, a temperaturas de 45 y 60 °C cada una por un tiempo de 4 horas y luego deshidratados con aire caliente forzado a 60°C por un tiempo mínimo de 8 horas, llegando a la conclusión que utilizando una solución de 60°Brix a 60°C se obtiene mayor pérdida de peso (22.53%) en la etapa de pretratamiento (osmosis) y estadísticamente difiere de los otros tratamientos indicando que la concentración de la solución osmótica influye más en el proceso que la temperatura.

Silva (2013) en su tesis titulado: “Secado de trozos de cocona (*Solanum Sessiliflorum Dunal*) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación” utilizó trozos de cocona, los cuales fueron sumergidos en soluciones de agua destilada (30, 40 y 50°C) y sacarosa a 30, 40 y 50% a una relación de fruta/jarabe de 1:4 por un tiempo de 5 horas. Inmediatamente después las muestras fueron colocadas en un secador con aire caliente con temperaturas de 40, 50 y 60 °C, por 8 horas y 1.1 m/s de velocidad de aire, concluyendo que la solución óptima para la osmodeshidratación es de 40%, a temperatura ambiente por un tiempo de 5 horas. También se llegó a la conclusión que la temperatura óptima para el secado es 60°C y el tiempo 8 horas, parámetros que permitieron mejorar las características sensoriales en cuanto a color, olor y textura, pero que generaron pérdidas de Vitamina C en 52.23%. Asimismo, se determinó que después del proceso, el grosor de la fruta se redujo de 7.3 mm a 3.5 mm.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 *Níspero*

2.2.1.1 Origen del Níspero. El níspero (*Eriobotrya japonica*) es una fruta de origen China (Badenes et al. 2009) sin embargo, en el siglo XVIII este fruto es ingresado a Europa como un árbol de uso ornamental, así que era frecuente encontrarlo en jardines y huertos familiares. A fines de la década 1961-70 se inició el cultivo intensivo y el consumo en toda la zona mediterránea y países asiáticos (Calabrese, 2006).

2.2.1.2 Características del Níspero. Es un fruto de temporada que florece a finales del otoño y los frutos maduran a finales de invierno, y con un periodo corto de consumo post cosecha (López, 2017).

Gariglio et al. (2002) describen al árbol y las hojas del níspero de la siguiente manera:

- Árbol de hoja perenne, con una altura aproximada de 5 a 6 m, aunque en ocasiones puede llegar a medir hasta 8m.
- El tronco mayormente llega a una altura de 0,75-1,25 m. empezando a ramificarse desde esa altura. Su corteza es áspera y de color gris pardo.
- Las hojas tienen forma lanceolada de 18 a 45 cm de largo, coriáceas, de tonalidad verde oscuro y brillante en el haz y muy vellosa en el envés.

Mendoza et al. (2004) señalan las siguientes características acerca del níspero:

- El fruto es un pomo piriforme, pequeño, cuya piel es amarillo anaranjado; su pulpa es carnosa y acuosa según la variedad, el color puede variar desde casi blanco hasta anaranjado oscuro, su sabor dulce. Comúnmente se desarrollan de 2 a 5 semillas de color marrón claro u oscuro de forma ovoide. Ver figura 1.

Figura 1

Fruto del níspero (Eriobotrya japonica).



Nota. Tomado de Descripción de Variedades de Níspero Japonés (p.40). por Martínez et al. 2000, Generalitat Valenciana.

2.2.1.3 Taxonomía. Conforme a lo indicado por Ochse et al. (1974). La información taxonómica del níspero se resume en:

Reino: Plantae

División: Spermatophyta,

Subdivisión: Magnoliophytina (Angiospermae)

Clase: Magnolidae (Dicotyledoneae)

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Maloideae (Pomoidea)

Género: Eriobotrya

Especie: Eriobotrya japónica

2.2.1.4 Variedades. De acuerdo con lo señalado por Martínez et al. (2000) las variedades más extendidas se describen en la tabla 1:

Tabla 1*Variedades de níspero.*

Variedad	Sabor	Forma	Peso medio (g)	Calibre (mm)	Piel/Pulpa
Algerie o Argelino	Bueno	Redondeado-alargado	65	50	Amarillo -anaranjado
Cardona	Aceptable	Redondeado-alargado	45	41	Amarillo -anaranjado
Golden Nugget	Mediocre	Ovalado	55	45	Amarillo -anaranjado
Peluche	Aceptable	Ovalado-alargado	95	50	Amarillo -anaranjado
Moggi	Aceptable	Ovalado	30	35	Amarillo -anaranjado

Nota. Adaptado de Martinez et al. (2000)

2.2.1.5 Composición Nutricional del Níspero. El Instituto Nacional de Salud (2017) en las Tablas peruanas de composición de los alimentos señala que el níspero tiene un bajo contenido en calorías y las vitaminas no son muy abundantes, destacando en pequeñas cantidades la provitamina A, vitamina C y tiamina. (Tabla 2).

Tabla 2

Valor nutricional del níspero en 100g de porción comestible.

Nutrientes	Cantidad
Energía (Kcal)	41.00
Proteína (g)	0.30
Hidratos carbono (g)	12.70
Fibra dietaria (g)	1.70
Grasa total (g)	0.00
Agua (g)	86.50
Calcio (mg)	21.00
Hierro (mg)	0.30
Zinc (mg)	0.05
Fósforo (mg)	16.00
Tiamina (mg)	0.02
Riboflavina (mg)	0.11
Niacina (mg)	0.37
Vit. A equiv totales (ug)	76.00
Vit. C (mg)	1.20

Nota. Adaptado de Instituto Nacional de Salud (2017)

Cervera et al. (2004) indican que el níspero es un fruto rico en fibras solubles, taninos, sustancias de acción astringente y sustancias aromáticas (ácidos cítrico, tartárico y málico).

2.2.1.6 Producción del Níspero. China es el mayor productor de níspero del mundo, con una producción anual de 453,600 toneladas, donde los 118,000 ha de superficie de cultivo equivalen al 65% de la superficie del mundo (Lin, 2007). La producción ha ido aumentando desde 1970, siendo la zona local la provincia de Sichuan (Wang et al. 2007).

España ocupa el segundo puesto como país productor (Lin, 2007) ocupando el 84% del comercio mundial. Sin embargo, el comercio internacional de níspero es muy pequeño y representa solo el 7,4% de la producción total mundial (Caballero y Fernández, 2004).

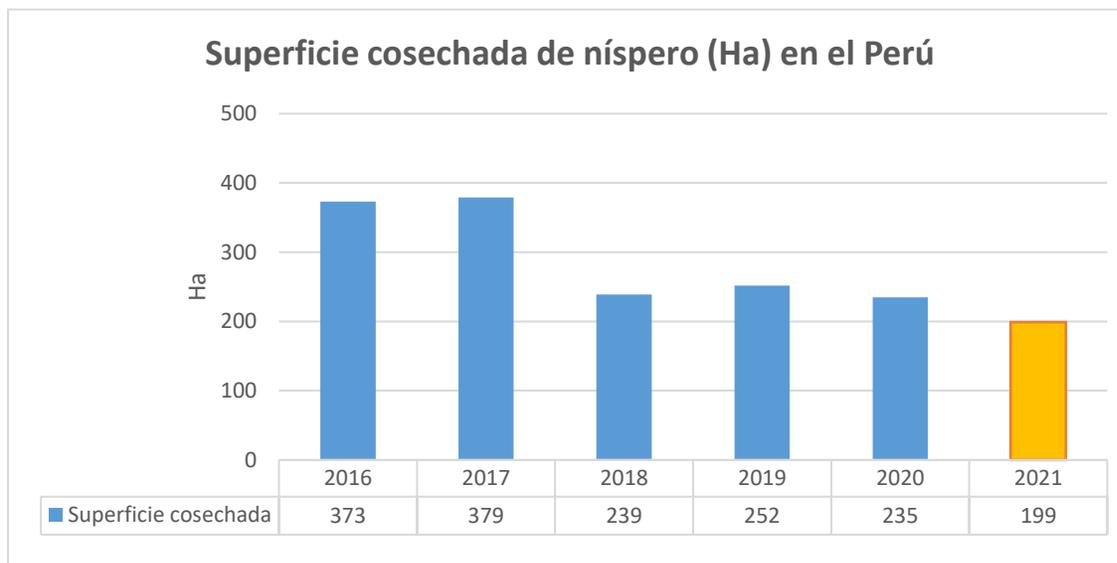
En el 2021, el diario ABC publica que Asia es el principal productor de níspero, el 83% del total y España el segundo productor mundial, pero a su vez, el primero de la zona de mediterránea, siendo Alicante, Granada y Málaga las provincias con mayor producción de este fruto (ABC, 2021).

Japón, India y Pakistán también presentan gran extensión de tierras de cultivo de níspero. Asimismo, Turquía, Italia, Marruecos, Israel, Grecia, Brasil, Portugal o Chile (Lin, 2007)

En el Perú, según los Anuarios Estadístico de Producción Agrícola 2023 del MIDAGRI (Figura 2 y Figura 3) el cultivo de níspero no es muy significativo, el cual ha ido decreciendo durante los últimos 4 años. Sin embargo, el rendimiento por hectárea ha incrementado logrando una mayor productividad. En el 2021, se ha obtenido una producción de 1945 TM de níspero con 199 Ha de superficie cosechada, es decir un rendimiento de 9769 Kg/Ha, el cual es superior a los 5 años anteriores.

Figura 2

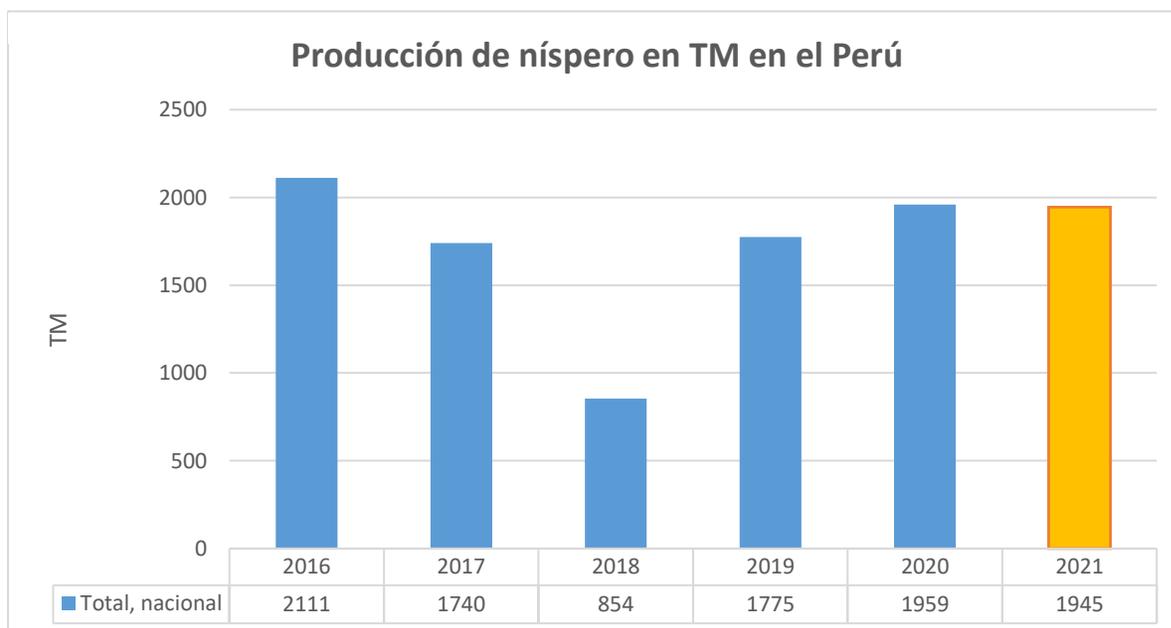
Superficie cosechada de níspero (Ha) en el Perú.



Nota. Datos tomados de Anuario estadístico de Producción Agrícola 2016-2021 – MIDAGRI.

Figura 3

Producción (TM) de níspero en el Perú.



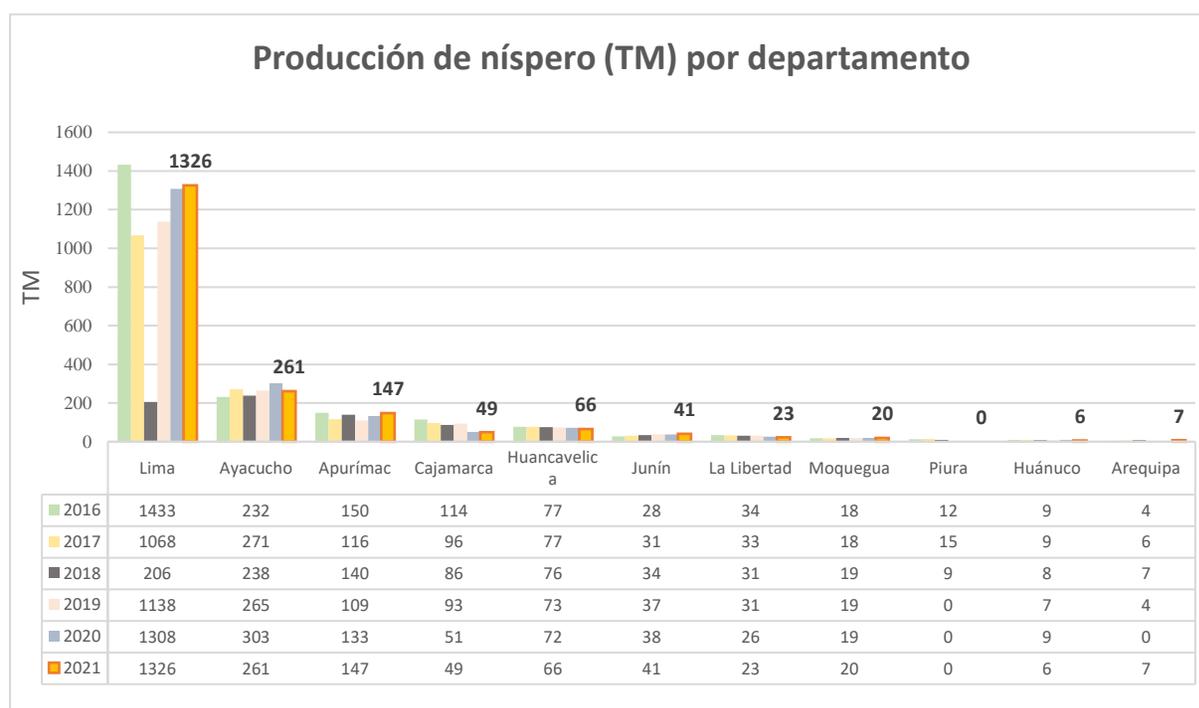
Nota. Datos tomados de Anuario estadístico de Producción Agrícola 2016-2021 – MIDAGRI.

Asimismo, a través de la base de datos del MIDAGRI, 2018 (Figura 4) se puede afirmar que el níspero se produce en 11 departamentos de todo el Perú, de los cuales, Lima es el departamento que representa la mayor producción de este fruto.

Sin embargo, en el 2018, la producción disminuyó en gran manera (206 TM), siendo superado por el departamento de Ayacucho con 238 TM.

Figura 4

Producción de níspero (TM) por departamento.



Nota. Datos tomados de Anuario estadístico de Producción Agrícola 2016-2021 – MIDAGRI.

2.2.1.7 Uso Alimentario. Por su alto contenido de pectina, con el níspero se puede preparar mermeladas, jaleas, compotas y confitados (Castro, 2015) la cual a su vez se utiliza para la elaboración de tartas, helados y hojaldres. (Castro & Pinto, 2008).

También es utilizado para elaboración de vinos, cervezas y sidras en países como España, Alemania, Inglaterra, Francia y Guatemala en donde se preparan (Castro, 2015).

2.2.1.8 Uso Medicinal. El níspero es un producto que tiene muchas propiedades medicinales debido a su composición química, tal como indican los siguientes autores:

Luck (2000), indica que el consumo de níspero:

- Contribuye en la reducción de los niveles de colesterol.
- Por su bajo contenido calórico, mínima presencia de sodio y elevado contenido de potasio, el níspero es útil en la dieta de las personas que sufren de sobrepeso.
- Debido a la elevada cantidad de pectina y la eficaz acción protectora del níspero, es muy recomendable su inclusión en la dieta de pacientes con problemas de cáncer.

Pamplona (2003) afirma que el níspero es un astringente suave y calmante a su paso por el intestino, hidratando y devolviendo los minerales perdidos.

Detommasi et al. (1992) indican que el níspero es un producto diurético que ayuda a aumentar la producción de orina, lo que favorece la eliminación de los depósitos de calcio y ácido úrico en los riñones.

Castro & Pinto (2008), afirman que este fruto posee características antioxidantes.

2.2.2 Deshidratación Osmótica

La deshidratación es una alternativa de conservación muy antigua que se usa en la industria alimentaria y materiales biológicos, porque reduce considerablemente el contenido de humedad y la A_w , lo cual permite que se obtenga productos con mayor estabilidad química y microbiológica, y además se logra que el transporte, almacenamiento y distribución sea más fácil (Fellows, 2006).

El uso de la tecnología de la deshidratación permite extender el ciclo de vida de los alimentos, y también disminuir su peso y volumen, lo que favorece significativamente en los costos de transporte y embalaje. Incluyendo los excelentes resultados con respecto a calidad, este método es la más elegida por la industria alimentaria. (Oliver et al. 2012).

La técnica de la deshidratación consiste en sumergir la fruta u hortaliza ya sea entera o en trozos en una solución concentrada en solutos para que el contenido de agua de los tejidos del alimento se reduzca en gran manera, sin dañarlo y conservando su calidad (Rastogi et al. 2002).

Saputra (2001), califica a la osmodeshidratación como un proceso complejo de contradifusión paralela entre el agua y solutos, del cual encontramos los siguientes flujos:

- Flujo de agua, el cual se desplaza desde el interior de la célula vegetal del alimento hacia la solución concentrada.
- Flujo de los solutos, los cuales se trasladan desde la solución concentrada hacia el interior de las células vegetales del alimento.
- Flujo de los solutos solubles en el agua, los cuales se desplazan desde el interior de las células del alimento hacia la solución concentrada (azúcares, ácidos orgánicos, minerales y vitaminas).

Este tercer flujo, si bien genera gran impacto en las propiedades sensoriales y nutricionales del alimento, éste no es considerado para los resultados del modelado puesto que es mínimo en comparación con los otros dos flujos.

Con esta técnica podemos minimizar la humedad de los frutas y/o hortalizas hasta un 50-60 % (base húmeda) y simultáneamente elevar el contenido de sólidos solubles, pero aun no es estable para su conservación por lo que generalmente se continúa con un secado de aire caliente o congelación para obtener finalmente un alimento deshidratado con características organolépticas de excelente calidad y estabilidad (Spiazzi & Mascheroni, 2001).

Acevedo et al. (2014) recomiendan que para la conservación de frutas se debe emplear la osmodeshidratación, seguido por secado con flujos de aire caliente. Puede considerarse como un método de conservación natural, ya que como agentes osmóticos se puede utilizar azúcares,

alcoholes y sales, que por su peso molecular indican el tipo de transferencia requerida durante el proceso (Gallo et al. 2015).

2.2.2.1 Modelos de Deshidratación Osmótica.

2.2.2.1.1 Modelado Fenomenológico. Hawkes & Flink (1978), señalan que el objetivo del modelado fenomenológico es determinar la relación de la pérdida de humedad (WL) y la ganancia de sólidos (SG) con los parámetros de proceso a través de relaciones muy simples.

2.2.2.1.2 Modelado Microscópico-Estructural. Se considera el equilibrio del sistema y se hace una regresión del coeficiente de difusión aparente para cada componente de difusión basándose en la solución analítica y datos experimentales. (Hawkes & Flink, 1978),

2.2.2.2 Factores que Influyen Sobre Deshidratación Osmótica. La reducción de humedad e incremento de sólidos durante la osmodeshidratación dependerá de la intensidad del flujo y la tolerancia del producto, para los cuales se debe tener en consideración los siguientes factores (Maestrelli, 1997):

2.2.2.2.1 Materia Prima. Para Maestrelli (citado por Zapata & Castro, 1999) la estructura del alimento debe ser rígida o semirígida, ideal para ser cortadas en cubos, tiras o rodajas.

2.2.2.2.2 Geometría y Tamaño del Producto. Reducir el tamaño del alimento en trozos aumenta la superficie específica y por lo tanto la pérdida de agua es mayor (Tepper, 1996).

El tamaño del trozo del alimento afectará la velocidad del proceso y ganancia de solutos (Della, 2010).

Parzanese (2011) señala que, de acuerdo con diferentes estudios realizados, se ha demostrado que a menor tamaño del trozo de alimento la pérdida de agua es mayor ya que la superficie específica se incrementa; en cambio si el trozo del alimento es mayor, la superficie específica es menor y por lo tanto la pérdida de agua disminuye.

2.2.2.2.3 Tipo de Solución Osmótica. El agente osmótico que se utilice para la preparación de la solución debe ser acorde al tipo de alimento que se va a osmodeshidratar, Para el caso de frutas se puede utilizar el azúcar (sacarosa), la miel de abejas o jarabes obtenidos a partir de azúcares (Zapata & Castro, 1999). Para Lerici et al. (1985), el agente osmótico debe tener características sensoriales compatibles con el alimento a tratar, tener alto grado de solubilidad y un alto poder depresor de la A_w .

Para frutas, el agente osmótico usados con mayor frecuencia es la sacarosa y para vegetales, pescados y carnes el cloruro de sodio (Della, 2010). Asimismo, Camacho (citado por Zapata & Castro, 1999), indica que se puede utilizar también otros agentes como alcoholes, sales y azúcares, teniendo en cuenta disponibilidad y rentabilidad del soluto.

2.2.2.2.4 Concentración de la Solución Osmótica. Según Garzón (2014), cuanto mayor sea la concentración de solutos en la solución osmótica, la pérdida de contenido de agua será más elevada y el secado aumentará su velocidad debido a que la diferencia de presión osmótica que se genera entre la solución y el alimento se ha incrementado.

Asimismo, se debe considerar que, si la concentración de solutos se eleva demasiado, se pueden formar delgadas capas sobre la superficie del alimento impidiendo la pérdida del agua.

2.2.2.2.5 Temperatura de la Solución Osmótica. El incremento de temperatura permite que la velocidad de intercambio de flujos sea mayor debido a la agitación molecular. Asimismo, influye en la alteración de la permeabilidad de la membrana celular. Para frutas y hortalizas, el rango de temperatura que permita que el proceso sea más favorable es de 50°C-55°C aproximadamente (Della, 2010).

Según Maestrelli (citado por Zapata & Castro, 1999), cuando se incrementa la temperatura a la solución osmótica, la rapidez de transferencia de masa también se eleva. Sin embargo, si la

temperatura está por encima de los 45 °C, se puede observar que el alimento presenta pardeamiento enzimático y el aroma sufre alteraciones. Si la temperatura supera los 60 °C las características de los tejidos se modifican, lo cual favorece para la ganancia de sólidos.

2.2.2.2.6 Tiempo de Proceso (inmersión). Según Tepper (1996), si el tiempo del proceso de inmersión es mayor, la pérdida de agua y aumento de sólidos también serán mayores, pero como la diferencia de presión osmótica va disminuyendo con el tiempo no se recomienda deshidratar el alimento con una pérdida de peso mayor al 50%. La mayor extracción de agua se genera durante las dos primeras horas y la mayor ganancia de sólidos se presenta durante los primeros 30 minutos del proceso de inmersión.

El tiempo de inmersión puede durar de 3 a 7 horas, dependiendo del peso constante del alimento. Como la mayor pérdida de agua se genera durante las primeras horas del proceso se recomienda que la evaluación se realice cada 30 minutos (Colina, 2010).

2.2.2.2.7 Relación Masa de Solución / Masa del Producto. La pérdida de contenido de agua y ganancia de sólidos se incrementa al aumentar la razón de solución/masa (Bongirwar & Sreenivasan, 1977).

2.2.2.2.8 Presión de Trabajo. Zapata & Castro, (1999) indican que, al aumentar la diferencia de presiones entre la zona interna y externa de la célula del alimento, la fuerza osmótica también aumenta ocasionando que la potencia del flujo de salida del agua sea mayor. Es por ello que a condiciones de vacío la cinética del proceso de deshidratación ocurre con mayor velocidad y a la vez permite que se empleen temperaturas más bajas para lograr un producto terminado con características sensoriales de muy buena calidad.

Con el efecto del vacío, se genera mayor pérdida de peso al inicio del proceso y luego de unas horas la ganancia de sólidos se vuelve significativa.

2.2.2.3 Cinética de la Deshidratación Osmótica. Desde que se inicia el proceso de osmodeshidratación y conforme van pasando las horas la composición del alimento se va modificando, pero podemos analizarlo mediante los parámetros osmóticos: pérdida de agua, ganancia de sólidos y de pérdida de peso, los cuales dependerán de las características del alimento y las variables operativas como temperatura de la solución, tiempo de inmersión y presión de trabajo. (Panadés et al. 2006).

García et al. (2013), mencionan que la principal característica de una osmodeshidratación es la pérdida de humedad; sin embargo, para evaluar la eficiencia de este proceso es necesario considerar también la ganancia de sólidos y la pérdida de peso.

Los parámetros osmóticos pueden calcularse con las siguientes ecuaciones:

$$WL = \frac{(Mo \times \%Ho) - (Mt \times \%Ht)}{Mo} \times 100 \quad (1)$$

$$WR = \frac{(Mo - Mt)}{Mo} \times 100 \quad (2)$$

$$SG = \frac{(Mt \times St) - (Mo \times So)}{Mo} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

WL = Pérdida de agua (%)

WR = Pérdida de peso (%)

SG = Ganancia de solutos (%)

Mo = Peso inicial de la muestra (gr)

Mt = Peso de la muestra (gr) en un tiempo t

Ho = Humedad inicial de la muestra (gr)

H_t = Humedad de la muestra (gr) en un tiempo t

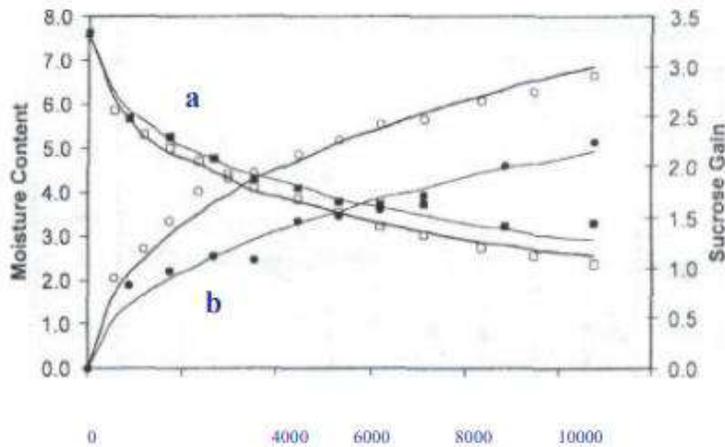
S_o = Fracción de sólidos totales inicial

S_t = Fracción de sólidos totales en un tiempo t

La cinética común de la deshidratación osmótica se representa en la figura 5, el cual ilustra a) velocidad de pérdida de humedad y b) sólidos ganados durante la osmodeshidratación de un material biológico (Cruz, 2013).

Figura 5

Cinética de la osmodeshidratación.



Nota. Tomado de Cambios químicos y fisicoquímicos que se presentan en cubos de manzana starring durante la deshidratación osmótica (p.24) por Cruz, 2013.

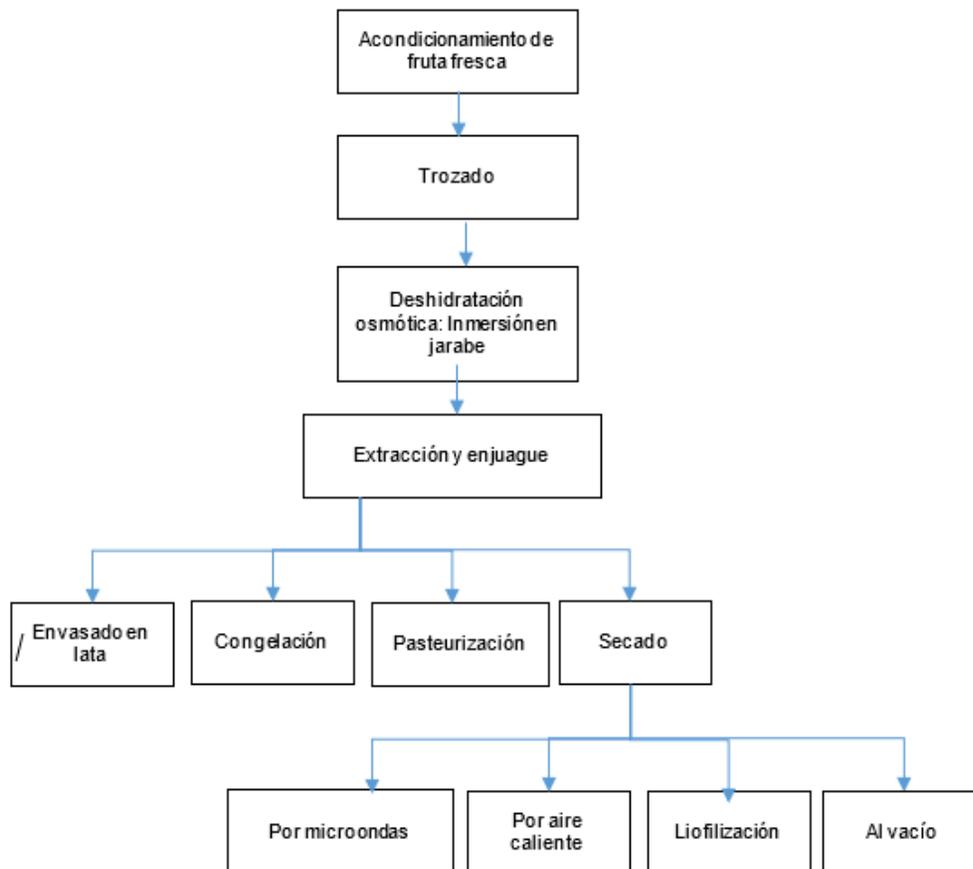
Al inicio, la rapidez de pérdida de agua del alimento es elevada, pero al término de 1-2 horas ésta se reduce en gran manera. Para que el peso del alimento se reduzca al 50% se necesita entre 4-6 horas (Brennan, 2008).

Al aumentar la masa molar de los solutos de la solución osmótica, la pérdida de humedad es elevado y la ganancia de sólidos es baja, en cambio, si se disminuye la masa molar de los solutos la ganancia de sólidos se incrementa, debido a que la capacidad de penetración de las moléculas es más fuerte (Maestrelli, 1997).

2.2.2.4 Principales etapas el proceso de Osmodeshidratación. La osmodeshidratación se puede desarrollar para obtener productos de humedad intermedia o mínimamente procesados, y con el fin de lograr estabilidad microbiológica, también puede ser usado como un tratamiento previo al secado o congelación, sin alterar las características organolépticas del alimento (Oliver et al., 2012). En la figura 6 se muestran las etapas principales en el proceso de osmodeshidratación:

Figura 6

Etapas principales en la osmodeshidratación



Nota. Adaptado de Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente (p.7) por Della, 2010.

2.2.2.5 Ventajas de la Deshidratación Osmótica.

- Raoult - Wack (1994), indica que la textura final del alimento osmodeshidratado mejora significativamente ya que las células se mantienen intactas a pesar la pérdida de agua y, la ganancia de solutos permite que la estructura celular del alimento no sufra daño y alteraciones severas al aplicarse posteriores tratamientos.
- La deshidratación osmótica se desarrolla a bajas temperaturas por lo que no requiere altos consumo de energía como es en el caso del secado por aire y vacío (Della, 2010).
- Mayormente no se necesita tratamientos químicos previos, debido a que la sacarosa contenida en la solución inhibe la enzima polifenoloxidasas que ocasiona el pardeamiento enzimático de las frutas. Al permanecer en inmersión en la solución hipertónica, el contacto entre alimento y oxígeno es minimizado, evitando que se desarrollen procesos oxidativos. Al formarse una delgada lámina en la superficie que recubre el alimento, los sabores y aromas volátiles son retenidos y protegidos. (Della, 2010)
- La baja actividad de agua que tiene un producto deshidratado debido a la ganancia de sólidos y la pérdida de agua obtenido en el transcurso de su tratamiento permite que el alimento logre mayor estabilidad ya que las reacciones químicas que podrían deteriorar el alimento y el crecimiento de microorganismos que pueden producir toxinas son reducidos significativamente (Della, 2010).
- Al aplicar un proceso de secado con aire caliente, la osmodeshidratación ayuda a que no se genere daño térmico en el alimento en cuanto al color y sabor. Asimismo, impide el pardeamiento enzimático y conserva los nutrientes (Amami et al. 2014).
- No requiere de altas inversiones ya que los equipos a utilizar son accesibles y los insumos utilizados como agente osmótico son de origen natural, económicos y fácil de conseguir en

los mercados (sacarosa, glucosa, fructosa, entre otros) lo cual permite que sea factible para los pequeños procesadores (Maestrelli, 1997).

- Minimiza los costos de embalaje, transporte y almacenaje (Brennan, 2008).
- Rahman & Perera (1996), nos enseña que al finalizar la osmodeshidratación de las frutas, la solución osmótica restante, debido a su alta concentración de azúcares y otros solutos de la fruta que ganó durante el proceso, puede ser recuperada al utilizarse en la elaboración de otros subproductos como jugos de frutas o ser utilizadas en la industria de bebidas, logrando así un ingreso económico extra.

2.2.2.6 Desventajas de la Deshidrtación Osmótica.

- Temperaturas superiores a 50°C pueden ocasionar daño en las paredes celulares del alimento, lo que ocasionaría una pérdida desmesurada de vitaminas y decoloración del alimento (Brennan, 2008).
- Si bien la solución osmótica puede ser reciclable, existe también el riesgo de que la contaminación microbiana vaya conforme se vaya reutilizando (Della, 2010).
- Es necesario tener presente que, al aplicar la deshidratación osmótica, no se obtiene productos estables, es por ello que es preferible usar la osmodeshidratación como un pretratamiento antes del secado, congelado, enlatado u otro proceso (Tepper, 1996).
- La lixiviación de azúcares y ácidos naturales en alimentos deshidratados osmóticamente puede alterar su sabor ya que la proporción natural entre azúcares y ácidos han sido modificados. (Brennan, 2008).

2.2.3 Secado por Aire Caliente

El secado es una operación unitaria de conservación cuyo objetivo es eliminar el agua libre y no ligada del alimento, mediante la transferencia de calor y masa. (Gutiérrez, et al., 2015).

Para Valdés (2008), deshidratar o secar un alimento consiste en extraer el agua que contiene a través de una corriente de aire caliente para preservar el alimento, con el objetivo de evitar el crecimiento y desarrollo de microorganismos como bacterias, levaduras y mohos que puedan alterar o deteriorar el alimento durante su almacenamiento, incluso cuando se aplica temperatura de 60°C muchos microorganismos son destruidos durante el proceso y deteniendo la degradación enzimática que alteran las características sensoriales del alimento.

Para Geankoplis (1998), el secado es la eliminación de cantidades pequeñas de agua de un material en forma de vapor con aire.

En la ingeniería de los procesos alimentarios, el secado es categorizado como una operación demasiado compleja, pues se debe controlar los fenómenos de transferencia de calor y masa, pero a la vez se debe tomar en cuenta los efectos que pueda ocasionar sobre la calidad física y nutricional del alimento (Gutiérrez, et al., 2015).

Los alimentos contienen nutrientes de alto valor biológico, son sensibles a elevadas temperaturas, presentan alta acidez y presiones extremas por ello, no todos los métodos de secado resultarán con la misma la efectividad (Gutiérrez et al., 2015).

Según Fito et al. (2001) indican que utilizar métodos combinados, la deshidratación osmótica como un tratamiento previo, seguido de un secado con aire caliente es una magnífica estrategia porque se logra obtener un alimento deshidratado de excelente calidad con un gran ahorro energético y económico.

2.2.3.1 Factores que Intervienen en el Proceso de Secado. Sierra (2010) indica que la temperatura, humedad relativa y la velocidad del aire son variables significativas que participan e influyen en el proceso del secado.

2.2.3.1.1 Temperatura del Aire. Sierra (2010) señala que la temperatura cumple una

función muy valiosa en el proceso del secado. Cuando se eleva la temperatura, el agua se va removiendo a una mayor velocidad, dentro de su margen posible. Existen distintos niveles de temperaturas a lo largo del proceso técnico de secado:

- **Temperatura de Bulbo Seco.** Es la temperatura del aire húmedo. Para medir se utiliza un termómetro convencional.
- **Temperatura Superficial.** Es la temperatura que presenta el alimento en su superficie, se mide con un termómetro infrarrojo.
- **Temperatura de Bulbo Húmedo.** Es aquella temperatura que resulta cuando la corriente de aire se pone en contacto con una superficie de agua.

2.2.3.1.2 Humedad Relativa del Aire. Para Sierra (2010), Es la cantidad de humedad contenida en el aire con respecto a la cantidad de humedad máxima que el aire pueda contener, normalmente se expresa como porcentaje (%). Si se incrementa la temperatura del aire, se obtendrá mayor absorción de humedad, de lo contrario será menor. El aire irá absorbiendo la humedad hasta alcanzar su máxima capacidad, donde se le denominará aire completamente saturado.

2.2.3.1.3 Velocidad del Aire. Cumple las siguientes dos funciones: Transferir la energía necesaria para elevar la temperatura del agua presente en el alimento para estimular su evaporación; y conducir la humedad saliente del alimento. Al incrementar la velocidad del aire, la tasa de evaporación se incrementará y el secado será en menor tiempo y de manera inversa, si se disminuye la velocidad del aire, el tiempo de secado aumentará ya que la tasa de evaporación ha disminuido. Por tal motivo, es necesario que la velocidad de aire sea enérgica y regular para obtener un secado rápido y homogéneo (Sierra, 2010).

2.2.3.2 Ventajas del Secado con Aire Caliente.

- Mascheroni (citado por Della, 2010) afirma que el secado por convección es apropiado

para cualquier producto alimenticio obteniendo un producto estable.

- Contreras (2006), señala que el secado con aire caliente es muy fácil de emplear ya que las variables de proceso son controlables lo que permite alcanzar la humedad final requerida.

2.2.3.3 Desventajas del Secado con Aire Caliente.

- Maskan (2001), señala que existe alteración de características organolépticas propias del alimento como sabor, color, contenido de nutrientes, componentes aromáticos, entre otros.
- El cambio en la textura, puede limitarla capacidad del producto deshidratado para absorber agua durante la rehidratación (Fito et al., 2001)
- Incrementa el costo del producto terminando debido al elevado consumo de energía (Fito et al., 2001).

2.3 Definición de términos básicos

- **Actividad de Agua (A_w):** Es la presión parcial de vapor de agua de un alimento entre la presión parcial de vapor del agua pura a una misma temperatura.
- **Agente osmótico:** Compuesto que se utiliza en alta concentración en una solución para promover la salida del agua desde el alimento.
- **Deshidratación de alimentos:** Consiste en extraer la mayor humedad posible del alimento, a través del control de variables operacionales como temperatura, humedad relativa, velocidad de aire y tiempo con el propósito de detener el crecimiento de microorganismos que originan el deterioro del alimento.
- **Ósmosis:** Fenómeno físico en la que dos soluciones con concentraciones de solutos distintas se encuentran separadas por una membrana semipermeable y se genera un intercambio de flujos hasta equilibrar las concentraciones.
- **Presión osmótica:** Presión necesaria que se debe aplicar para detener completamente el

proceso de ósmosis.

- **Solución hipertónica:** La solución hipertónica es aquella que contiene mayor contenido de solutos en comparación con otras soluciones.

2.4 Formulación de la Hipótesis

2.4.1 *Hipótesis General*

- Determinando las condiciones óptimas de proceso tecnológico para la deshidratación del níspero (*Eriobotrya japonica*) mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente se obtendrá un producto de buena calidad.

2.4.2 *Hipótesis Específicos*

- Determinando los parámetros óptimos para la deshidratación osmótica y secado con aire caliente se podrá obtener níspero deshidratado de óptima calidad.
- Evaluando el comportamiento de la cinética de la deshidratación osmótica del níspero se podrá determinar el contenido final de agua y sólidos solubles del producto terminado.
- Determinando las características sensoriales y la estabilidad microbiológica del níspero deshidratado se obtendrá un producto apto para el consumo humano.

2.4.3 *Operacionalización de las Variables*

En la tabla 3 se observa la operacionalización de las variables e indicadores, precisando los rangos de estudio, así como los instrumentos que se utilizaron para la cuantificación.

Tabla 3

Operacionalización de variables e indicadores

	Tipo de variable	Definición operacional	Dimensiones	Rangos	Indicadores	Técnica e instrumentos	
VARIABLES	Independiente X₁	Osmodeshidratación	Concentración de Solución Osmótica	[40-55]	°Brix	Brixómetro	
			Tiempo de inmersión	[5-6]	Horas	Cronómetro	
		Secado por aire caliente	Temperatura del medio	[50-60]	°C	Termómetro	
			Tiempo de exposición	[8-10]	Horas	Cronómetro	
	Dependiente X₂	Características fisico-químicas	Humedad relativa		% de Humedad	° Brix	Balanza infrarroja
			Azúcares				Refractómetro
			Características organolépticas	Color		Análisis sensorial (Método de ordenamiento)	
Aroma				Análisis sensorial (Método de ordenamiento)			
Textura		Análisis sensorial (Método de ordenamiento)					
	Características microbiológicas	Recuento total de bacterias		<10	UFC/g	Análisis microbiológico	
		Recuento de mohos y levaduras		<10	UFC/g	Análisis microbiológico	

3. Metodología

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo de Investigación

Considerando lo señalado por Espinoza (2015), este trabajo de investigación es de tipo adaptativa ya que se ha aplicado tecnologías ya existentes como la osmodeshidratación y secado por aire caliente.

3.1.2 Nivel de Investigación

Según lo indicado por Espinoza (2015), la presente investigación se ubica en el tercer nivel: relacional, ya que se trata de comparar y explicar el grado de conexión que existe entre las variables.

3.1.3 Diseño

De acuerdo con lo indicado por Hernández et al. (2010), este estudio es una investigación Experimental, Experimental “Puros” porque se caracteriza en la manipulación intencional de una o más variables en condiciones controladas (independientes) y medición de variables (dependientes), usando el mismo fenómeno concreto y observando los efectos que puede producir las variables implicadas.

3.1.3.1 Diseño de Tratamientos. Para este estudio, el desarrollo experimental se desarrolló en dos etapas: osmodeshidratación y secado con aire caliente, por lo que el diseño de tratamientos se realizó en cada una de estas etapas.

3.1.3.1.1 Osmodeshidratación. Se trabajó con un diseño completamente al azar para lo cual se utilizó 3 tratamientos, siendo la variable para evaluar la concentración de solución osmótica: 40, 50 y 55° Brix (Tabla 4).

Se realizó 6 repeticiones para cada tratamiento, de modo que el total de ensayos fueron 3C x 6 réplicas = 18 muestras. A cada hora se tomó datos a cada réplica por un tiempo de 5 horas.

Tabla 4

Diseño experimental – Osmodeshidratación.

Tratamiento	Concentración de solución osmótica (°Brix)
C1	40
C2	50
C3	55

3.1.3.1.2 Secado con Aire Caliente. Luego de la osmodeshidratación a diferentes concentraciones osmóticas, las muestras fueron secados con aire caliente en un secador de bandejas, siendo la variable para evaluar la temperatura de secado: 50 y 60° C (Tabla 5).

Se realizó 9 repeticiones para cada tratamiento, de modo que el total de ensayos fueron 2T x 9 réplicas = 18 muestras. Cada 4 horas se tomó datos a cada réplica, durante 8 horas.

Tabla 5

Diseño experimental – Osmodeshidratación y secado con aire caliente

Tratamiento	Concentración de solución osmótica (°Brix)	Temperatura (°C)
T1	40	50
T2	50	50
T3	55	50
T4	40	60
T5	50	60
T6	55	60

3.1.3.2 Proceso Tecnológico.

3.1.3.2.1 Etapa I del proceso. Se realizó análisis físico químico a la muestra de níspero (*Eriobotrya japonica*) para determinar el contenido inicial de humedad y sólidos.

Asimismo, se utilizó el modelado fenomenológico, donde la pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos dependerán de la la relación solución-producto, tiempo y concentración de solutos de la solución osmótica.

3.1.3.2.2 Etapa II del Proceso. Se tomó como referencia la ficha de “Secado de mango por medio osmótico y aire caliente” de las Fichas Técnicas de Procesados para Frutas (FAO, 2014) para realizar la deshidratación de los nísperos, cuyo procedimiento tecnológico fue el siguiente:

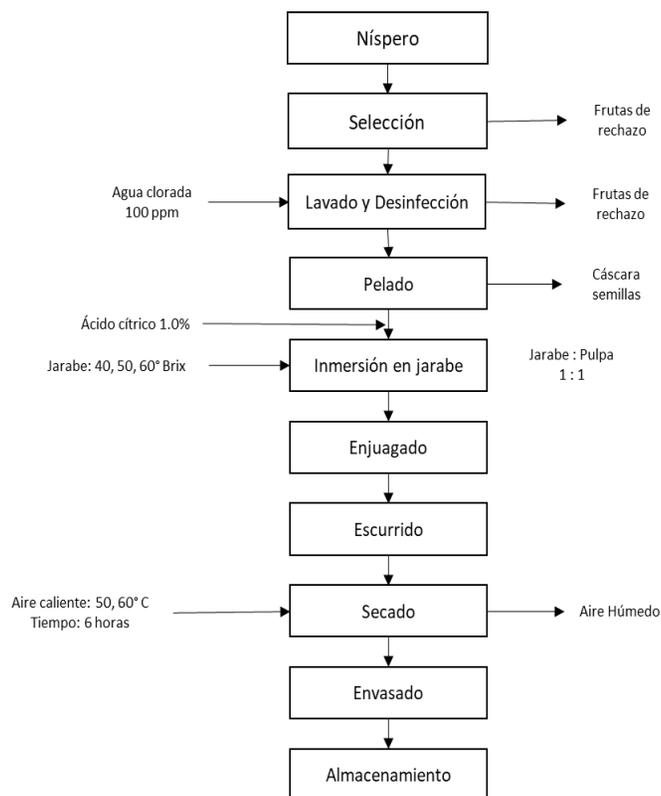
- **Níspero:** Es recolectado de distintas zonas agrícolas del distrito de Coayllo - Cañete.
- **Selección:** Se separó todos los nísperos que presenten signos de deterioro: golpeadas, dañadas, putrefactas y las que presenten colores anormales.
- **Lavado y desinfección:** El lavado eliminó toda impureza que acompaña a la fruta y parte de la carga microbiana. Luego, realizó un desinfectado para lo cual se utilizó agua con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 100 ppm.
- **Pelado:** Se efectuó de forma manual el retiro de la cáscara y semillas. Luego, la pulpa del níspero es cortada en mitades.
- **Inmersión en jarabe:** Se preparó jarabe con concentraciones de: 40, 50 y 55° Brix; luego se prepararon muestras de 300 gr de nísperos para ser codificados y sumergidos en cada concentración de jarabe en una relación 1:1 (jarabe pulpa) y dejados en reposo por 5 horas.
- **Enjuagado:** Con poca cantidad de agua para retirar el excedente de jarabe.
- **Escurrido:** Luego, las mitades de nísperos fueron vertidas sobre tamices con el fin de retirar el exceso de agua.

- **Secado:** A continuación, se colocaron las mitades de nísperos (codificado, cada muestra) en un secador de bandejas y fueron sometidos a distintas temperaturas según evaluación (50 y 60°C). El tiempo de secado fue de 8 horas.
- **Envasado:** Luego, las muestras se envasaron en bolsas herméticas (identificados según el tratamiento empleado) para evitar la exposición a la humedad ambiental.
- **Almacenamiento:** Finalmente, los productos (mitades de nísperos deshidratados) fueron almacenados en un lugar seco a temperatura ambiente.

El siguiente diagrama de flujo (Figura 7) muestra las etapas del proceso tecnológico para la deshidratación del níspero a través de la osmodeshidratación y secado por aire caliente, tal como se ha detallado en los párrafos anteriores.

Figura 7

Diagrama de flujo: Osmodeshidratación y secado por aire caliente del níspero



3.1.3.2.3 *Etapa III del Proceso.*

- **Análisis Sensorial:** De acuerdo con el desarrollo de esta investigación y según lo descrito por Espinosa (2007), para realizar el análisis sensorial y determinar el grado de aceptabilidad del consumidor hacia el níspero deshidratado, la metodología más conveniente en esta ocasión fue la del ordenamiento.

Para ello se consideró la siguiente información:

Atributo analizado:	Aceptabilidad
Grupo de pruebas:	Afectiva
Tipo de prueba:	Preferencia
Nombre de la prueba aplicada:	Ordenamiento
Número de jueces empleados:	30
Método de ensayo:	Individual
Número de sesiones:	1

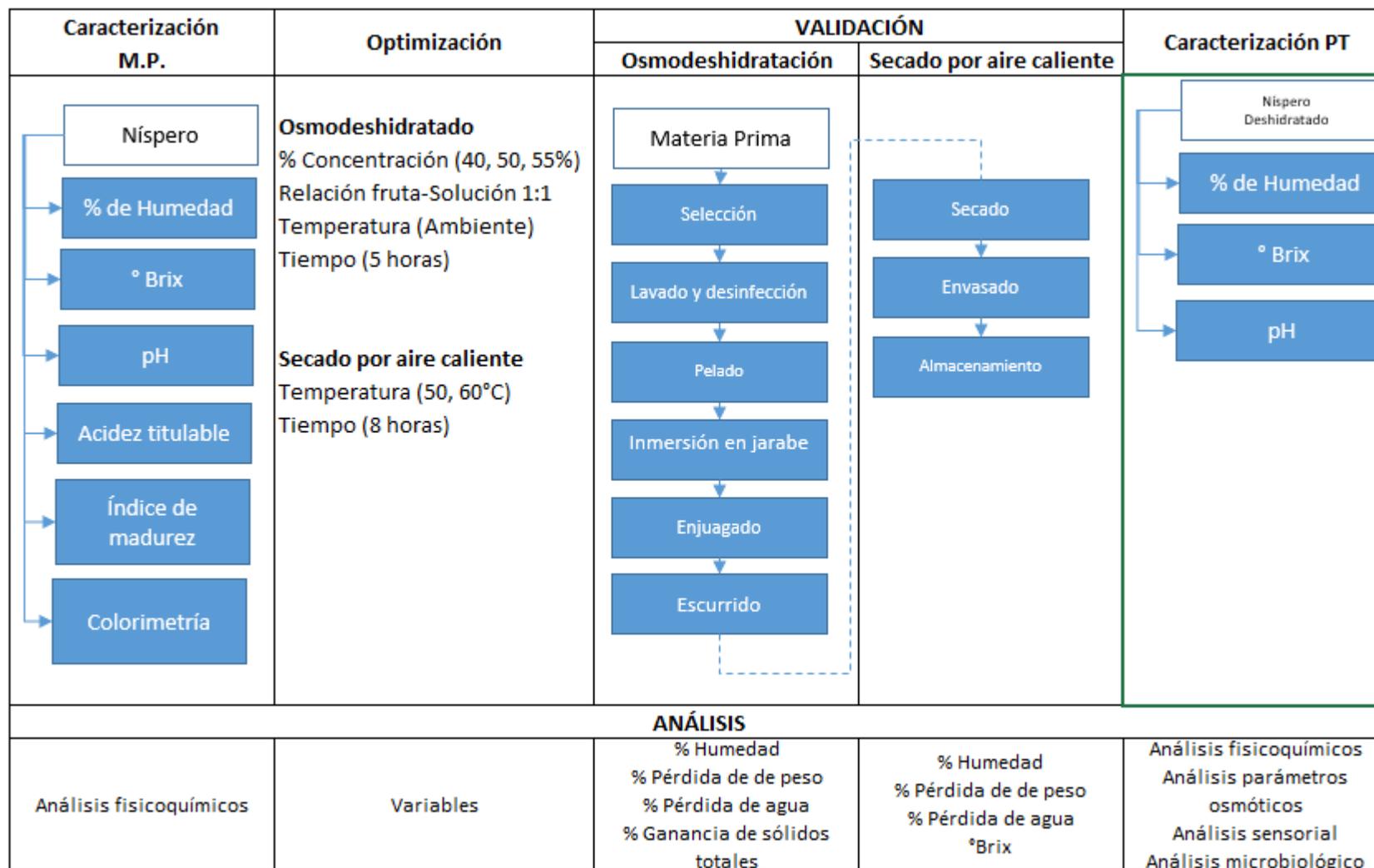
- **Análisis Microbiológico:** Asimismo, se realizó un análisis del recuento de mohos y levaduras para confirmar la estabilidad microbiológica.

De acuerdo con la NTS N°071*MINSA/DIGESA-V.01 (2008), debe existir menos de 1×10^2 UFC/g en mohos y levaduras por gramo de producto para que sea considerado apto para consumo humano. La presencia y crecimiento de hongos y mohos afectan significativamente la vida útil y generan el deterioro del alimento.

La figura 8 muestra el desarrollo experimental de este estudio de investigación, donde se recolectará los datos para su respectiva evaluación y análisis.

Figura 8

Etapas del desarrollo experimental de la osmodeshidratación y secado por aire caliente del níspero.



3.1.4 Enfoque

Esta investigación se caracteriza por ser de enfoque cuantitativo, porque se basa en la recopilación y análisis de los datos cuantitativos sobre variables; y la prueba de hipótesis se fundamenta de la estadística descriptiva e inferencial. (Hernández et al., 2010).

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población del presente estudio de investigación fueron las zonas de cultivo dedicada a la producción de nísperos de la capital del distrito de Coayllo, Cañete – Perú ($12^{\circ}43'38.9''S$ $76^{\circ}27'35.0''W$).

3.2.2 Muestra

Las muestras fueron tomadas de forma aleatoria de distintas zonas de cultivo de níspero en la capital del distrito de Coayllo – Cañete. El grado de madurez, tamaño y peso de la fruta recolectadas fueron óptimas para el proceso.

El tamaño de muestra inicial para cada tratamiento a evaluar fue de 300 g de pulpa de níspero (sin cáscaras ni semillas).

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1 Técnicas por Emplear

- **Observación No Experimental:** No se tomó datos, se observó el desarrollo experimental para luego analizarlo.
- **Observación Experimental:** Se tomaron datos en condiciones controladas, manipulando intencionalmente las variables.

3.3.1.1 En el Proceso de Osmodeshidratación y Secado con Aire Caliente.

- **Determinación de ° Brix o Sólidos Solubles:** Basado en el principio de refracción, para determinar la cantidad de sólidos solubles de la pulpa de níspero y de la solución osmótica fue necesario el uso del refractómetro análogo portátil con una escala de 0 – 80 % a la temperatura corregida a 20°C.
- **Determinación de Acidez Titulable:** Se realizó mediante una titulación, usando una dilución de 1:1 de fruta y agua destilada a la cual se agregó fenolftaleína y se tituló con solución NaOH a 0.1N. Los resultados se expresaron como % de ácido málico.
- **Determinación de pH:** Se utilizó un potenciómetro manual marca HANNA INSTRUMENTS, modelo HI98103 a temperatura ambiente.
- **Determinación de Humedad:** Se realizó empleando una balanza infrarroja, marca Mettler Toledo MJ33. Los resultados se expresaron en % base húmeda o en g/ 100g de muestra.
- **Medición del Color:** Se utilizó el colorímetro CR-400 Konica Minolta con un espacio de color CIE L*a*b. Modo de calibración: Reflectancia, iluminante: C, observador. La muestra se trabajó a lectura directa.

3.3.1.2 En el Producto Terminado.

- **Análisis microbiológico:** Después del proceso de deshidratación, las muestras fueron analizadas para obtener el recuento total de mohos y levaduras según ICMSF: 2000 y confirmar la estabilidad microbiológica.
- **Análisis Sensorial:** Asimismo, la aceptabilidad del níspero deshidratado se determinó a través del método de ordenamiento (Prueba afectiva) el cual consistió en colocar las muestras de manera aleatoria, y el panelista deberá ordenarlas de menor a mayor, de acuerdo al atributo dado (Espinosa, 2007).

3.3.2 Descripción de los Instrumentos

A continuación, se describe los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos que se emplearon en esta investigación:

- Formatos
- Check list
- Escalas de opinión (Prueba de ordenamiento).

3.4 Técnicas para el Procesamiento de la Información

Los datos recolectados fueron registrados, tabulados y codificados, luego fueron cargados al programa estadístico Minitab 19, con el cual se logró organizar, hallar los valores de análisis y representar las respectivas gráficas estadísticas. Para la elaboración de tablas y otras gráficas estadísticas se utilizó también Excel 2016.

3.4.1 Tratamiento Estadístico

3.4.1.1 Estadística Descriptiva. Representación tabular y gráfica.

3.4.1.2 Estadística Inferencial. Los datos obtenidos en las etapas de osmodeshidratación y secado con aire caliente, fueron procesados mediante el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados en cada etapa.

Para verificar la igualdad de los efectos del tratamiento, se planteó la siguiente hipótesis para cada etapa:

- **Osmodeshidratación**

H₀: Las medias de los tratamientos de deshidratación son iguales, $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H₁: Al menos una de las medias de los tratamientos de deshidratación son distintas.

- **Secado con Aire Caliente**

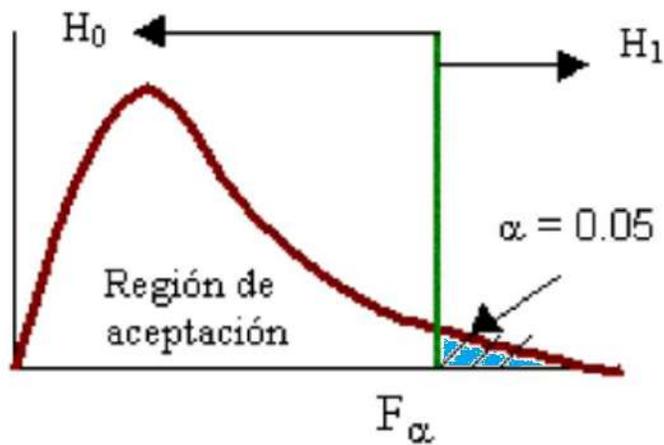
H_0 : Las medias de los tratamientos de secado con aire caliente son iguales, $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : Al menos una de las medias de los tratamientos de secado con aire caliente es distinta.

- **Criterio de Aceptación:** Para ambas etapas de proceso, se tomó el siguiente criterio de aceptación (Figura 9):

Figura 9

Criterio de aceptación: Etapas de deshidratación osmóticamente y secado con aire caliente



Nota. Si valor $p < \alpha$ se rechaza la H_1 , en caso contrario se acepta.

4. Resultados

4.1 Análisis de los Resultados

4.1.1 Caracterización de la Materia Prima

Las características del níspero (*Eriobotrya japonica*), indicadas en la tabla 6, fueron determinados para conocer el estado y condiciones iniciales del fruto para este presente estudio.

Tabla 6

Caracterización del níspero

Característica	Valor
Humedad (porcentaje en base húmeda)	85.13
Ph	5.04
Acidez titulable (Porcentaje en ácido málico)	0.91
Sólidos Solubles (° Brix)	14.3
Textura	Firme
Estado de madurez	Maduro
Cascara (porcentaje, contenida en el fruto)	12.50
Corazón (porcentaje, contenida en el fruto)	20.00
Índice de madurez (°Brix/Acidez)	14.3
Color piel (CIE L*a*b*)	L*= 60.05 ± 5.27 a*= 11.59 ± 3.48 b*= 36.93 ± 8.48

4.1.2 Evaluación del Proceso Osmótico

Para el desarrollo experimental de este estudio de investigación se emplearon soluciones con concentraciones de sacarosa a 40, 50 y 55° Brix, en las cuales se sumergieron las muestras de níspero a una relación de 1:1 por un tiempo de 5 horas.

Durante este intervalo de tiempo, a cada hora se tomaron datos de tiempo, peso, grados Brix y humedad para luego determinar la cinética del proceso: pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos.

En la tabla 7 se muestra en resumen los resultados finales obtenidos.

Tabla 7

Parámetros osmóticos finales en la deshidratación osmótica del níspero

Tratamiento	Humedad % b. h.	Sólidos Solubles °Brix	Pérdida de Peso (PW, %)	Pérdida de agua (g agua/100 g níspero)	Ganancia de sólidos (g sólidos /100 g níspero)
C1 = 40° Brix	67.56	31.75	17.39	29.32	11.93
C2 = 50 ° Brix	61.07	38.17	24.87	39.25	14.38
C3 = 55° Brix	57.96	41.25	27.99	43.40	15.41

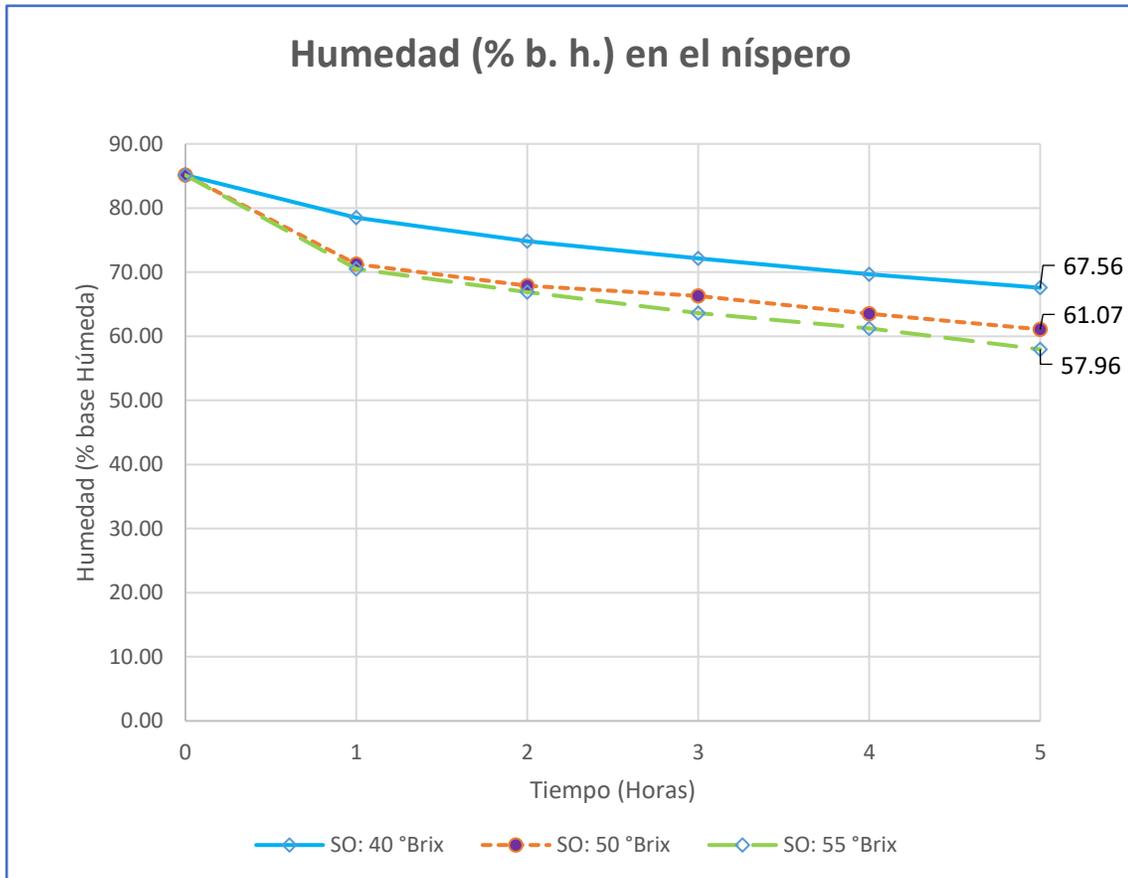
4.1.2.1 Comportamiento de la Humedad y Sólidos Solubles. Las variables que se controlaron durante todo la osmodeshidratación fueron la humedad (% bh) y los sólidos solubles (°Brix), los cuales nos permitieron calcular los parámetros osmóticos.

En la figura 10 se observa que después de las 5 horas del proceso osmótico, el fruto llega a contener 67.56 % de humedad final cuando se utiliza una solución con 40° Brix de concentración de solutos, mientras que con una solución de 50° Brix el níspero llega a contener 61.07 % de

humedad final y para una solución de 55° Brix el níspero llega a contener una humedad final de 57.96%.

Figura 10

Humedad (% base húmeda) en el níspero durante la osmodeshidratación



En cuanto a las mediciones de los sólidos solubles (°Brix) durante el proceso osmótico, vemos que en la figura 11, el níspero obtiene mayor cantidad de sólidos solubles cuando éstas son sumergidas en una solución osmótica con mayor concentración de sacarosa.

Cuando se trabaja con una solución osmótica de 55° Brix, el níspero llega a un valor final de sólidos solubles de 41.25° Brix. En cambio, cuando se utiliza soluciones con menores concentraciones de soluto como 50 y 40° Brix, se obtiene valores de 38.17 y 31.75° Brix, respectivamente.

Figura 11

Contenido de sólidos solubles (° Brix) en el níspero durante la osmodeshidratación

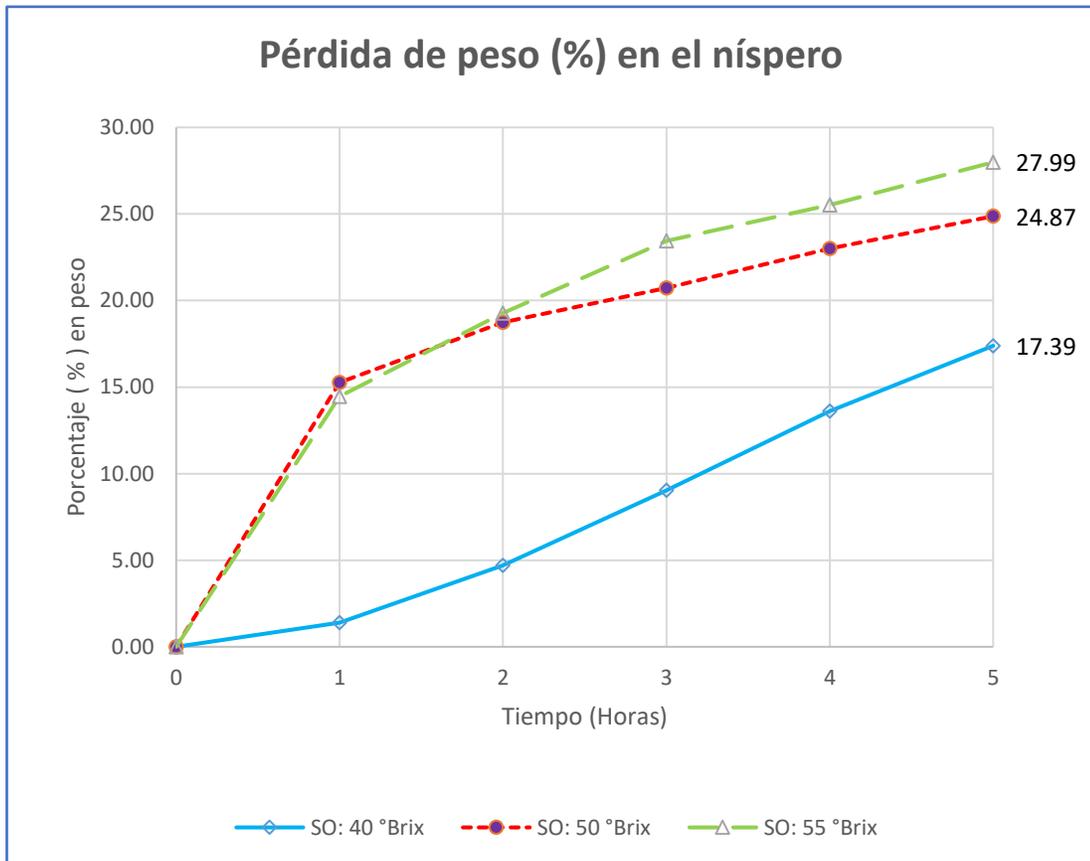


4.1.2.2 Pérdida de Peso. En la figura 12 se muestra los valores con respecto a la pérdida de peso (%) del níspero durante la etapa de osmodeshidratación en soluciones de sacarosa, concentrada al 40, 50 y 55° Brix.

El experimento realizado con 55° Brix obtuvo mayor pérdida de peso, 27.99% en promedio. En cambio, la muestra sumergida en la solución con 40° Brix obtuvo menor remoción de agua, con un promedio de 17.39 %.

Figura 12

Pérdida de peso (%) en el níspero durante la osmodeshidratación.



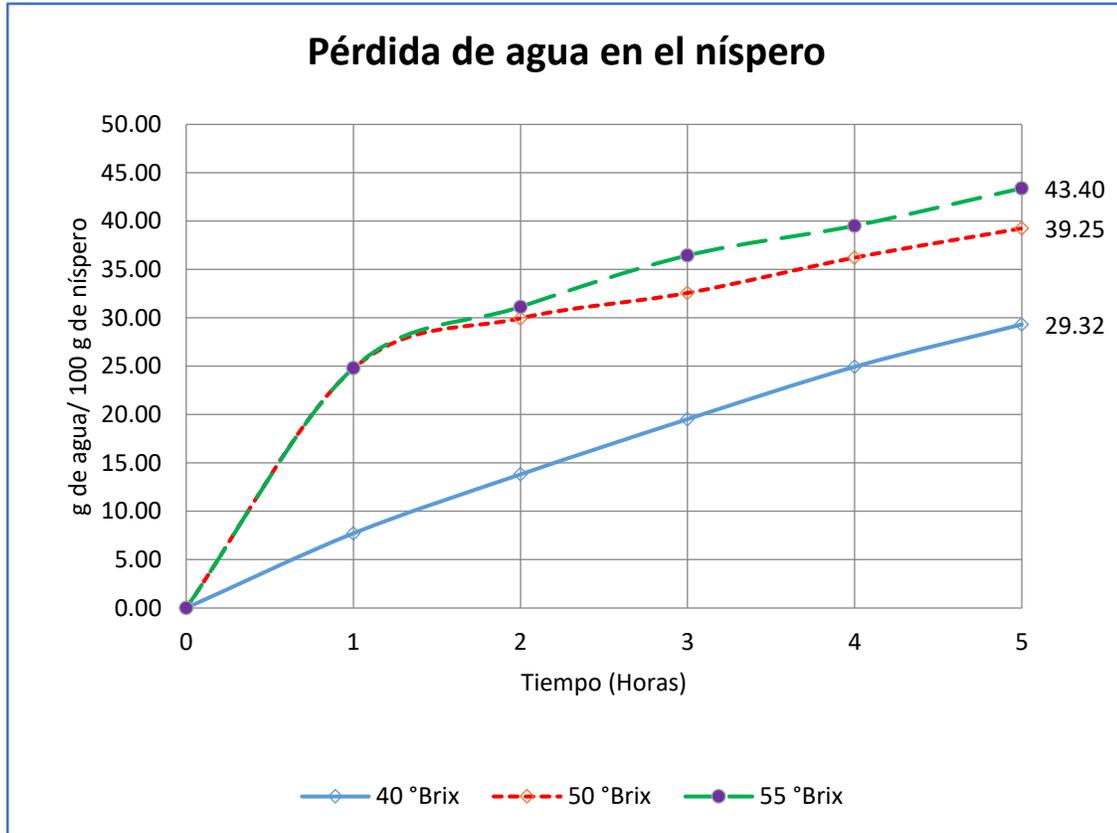
Este comportamiento nos muestra que existe mayor pérdida de peso cuando la solución osmótica contiene mayor concentración de sacarosa.

Por otra parte, se observa también que en las primeras dos horas de procesamiento, la pérdida de peso de aquellas muestras que fueron sumergidas en solución osmótica con concentraciones de 50 y 55° Brix se generaron con mayor velocidad, en comparación con las otras muestras que fueron sumergidas en la solución osmótica a 40° Brix.

4.1.2.3 Pérdida de Agua. En la figura 13 podemos observar la pérdida de agua (g de agua / 100 g de níspero) de las muestras de níspero que se va generando conforme van pasando las horas y según la concentración de sacarosa a las cuales han sido sumergidas (40, 50 y 55° Brix).

Figura 13

Pérdida de agua (g de agua/100 g de níspero) en el níspero durante la osmodeshidratación.

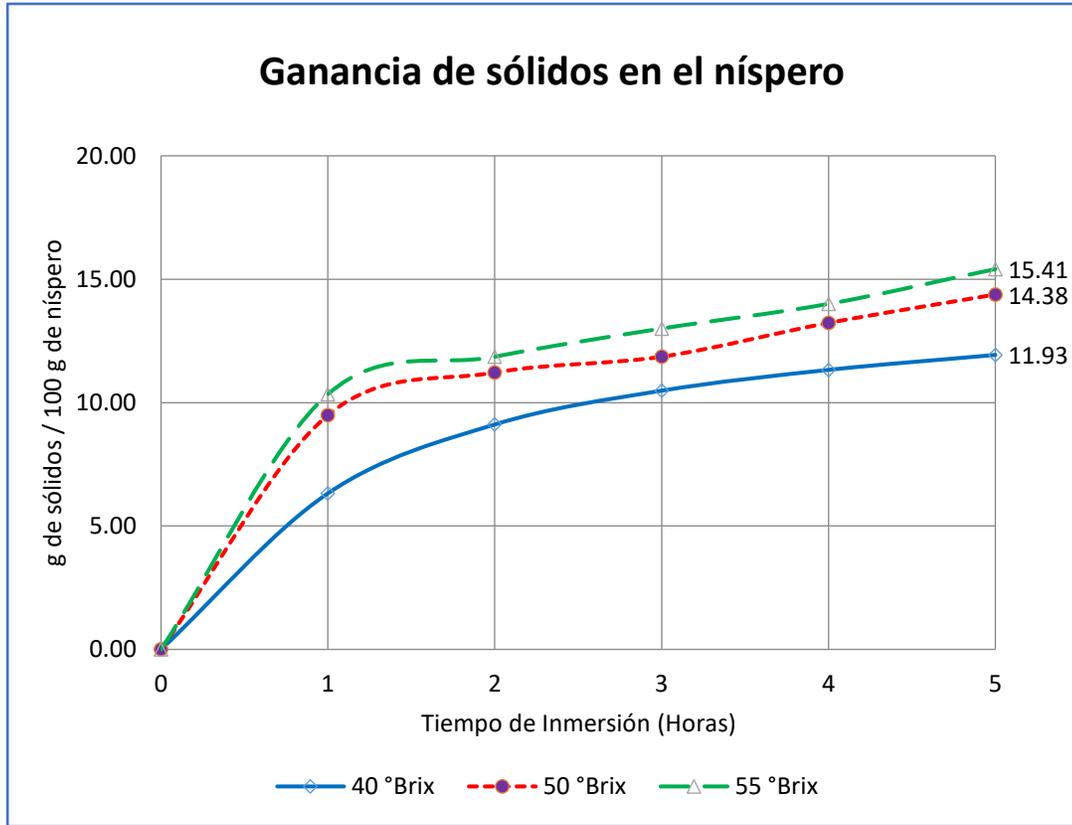


Como se puede apreciar, aquellas muestras que fueron sumergidas en solución osmótica con mayor concentración de solutos (55° Brix) son las que presentaron mayor porcentaje de pérdida de agua con un promedio de 43.40 g de agua/100 g de níspero, en cambio aquellas que fueron sumergidas en solución osmótica menos concentrada (40° Brix) presentaron menor pérdida con un promedio de 29.32 g de agua/100 g de níspero.

4.1.2.4 Ganancia de Sólidos. En la figura 14 observamos el total de ganancia de sólidos (g de sólidos / 100 g de níspero) que obtuvieron las mitades de níspero durante las 5 horas que duró el proceso de osmodeshidratación.

Figura 14

Ganancia de sólidos (g de sólidos/100 g de níspero) en el proceso de osmodeshidratación.



Se puede apreciar que hay mayor ganancia de sólidos cuando la solución osmótica presenta mayor concentración de solutos. Siendo así, que las muestras osmodeshidratadas con concentraciones de 55° Brix obtuvieron finalmente 15.41 g de sólidos / 100 g de níspero, en cambio las muestras osmodeshidratadas con concentraciones de 40° Brix obtuvieron una ganancia de sólidos promedio final de 11.93 g de sólidos / 100 g de níspero.

4.1.3 Evaluación del Proceso de Secado

Continuando con el desarrollo experimental de este estudio, las muestras de níspero deshidratadas osmóticamente en distintas concentraciones de solución osmótica fueron ingresados a un secador de bandejas para proceder con el secado con aire caliente,

Se tomó 3 muestras de cada experimento de osmodeshidratación (40, 50 y 55° Brix) y fueron secados a temperaturas de 50 y 60°C por un periodo de 8 horas, tomando los datos de peso, grados Brix y humedad para continuar con la evaluación de los parámetros osmóticos que se ha realizado en la etapa anterior.

En la tabla 8, se detalla los resultados finales en la deshidratación de las mitades de níspero obtenidos después del secado con aire caliente:

Tabla 8

Valores finales en la deshidratación del níspero (Deshidratación osmótica y secado con aire caliente)

Tratamiento	Humedad % b. h.	Sólidos Solubles °Brix	Pérdida de Peso (PW, %)	(g agua/100 g níspero)
T1: 40 °Brix; 50°C	40.19	46.00	45.89	67.18
T2: 50 °Brix; 50°C	30.29	49.67	43.93	72.34
T3: 55 °Brix; 50°C	24.47	51.83	43.79	75.15
T4: 40 °Brix; 60°C	35.81	47.50	49.34	70.14
T5: 50 °Brix; 60°C	26.79	50.67	47.58	74.62
T6: 55 °Brix; 60°C	23.11	52.83	45.86	76.19

4.1.3.1 Comportamiento de la Humedad y Sólidos Solubles. En el transcurso de procesamiento del secado con aire caliente se continuó con el control de las variables de la humedad (% bh) y los sólidos solubles (°Brix).

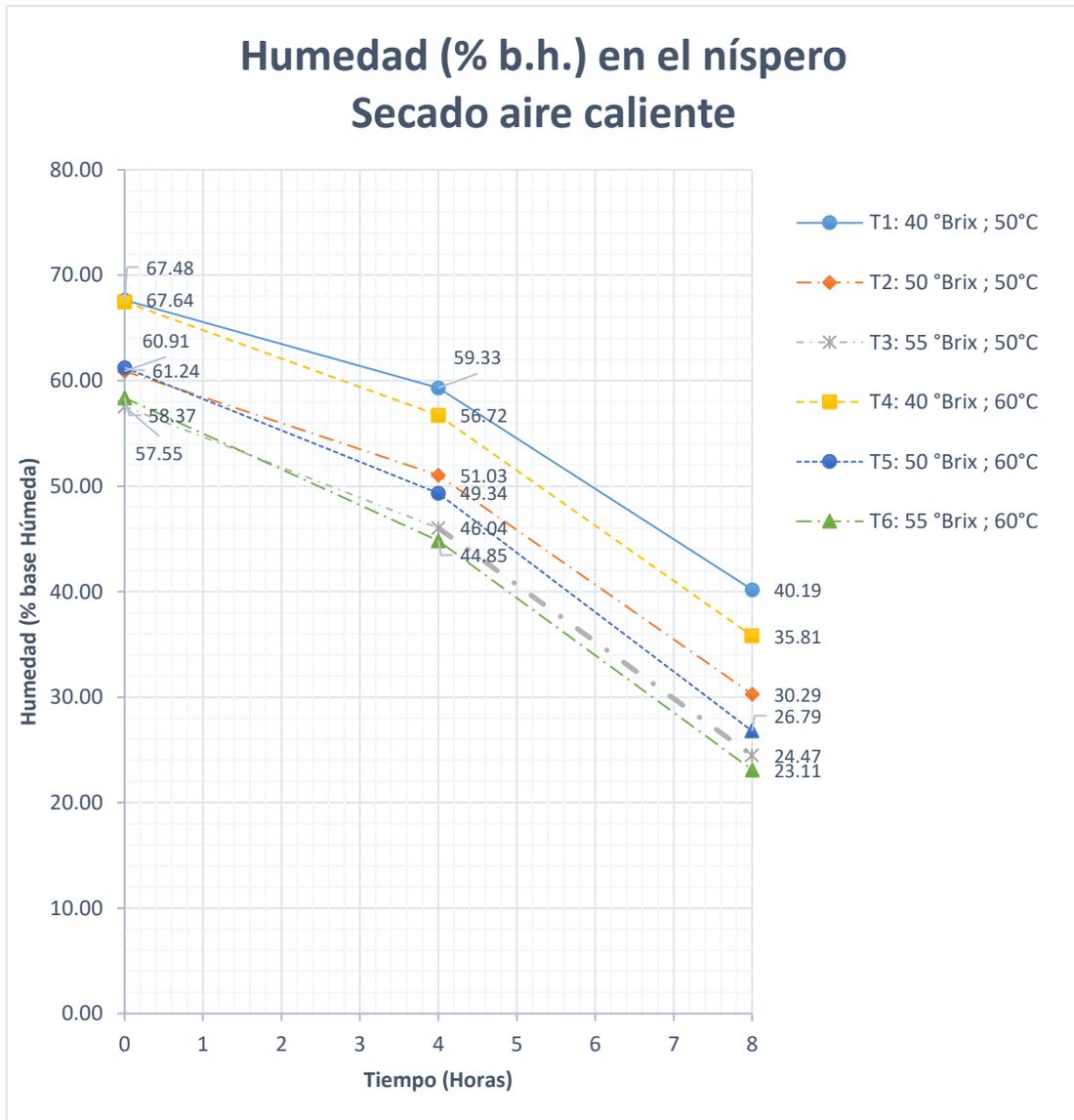
La figura 15, indica que la muestra T6, la cual fue osmodeshidratada a 55° Brix y secada con aire caliente a 60° C es la que ha presentado mayor remoción de humedad, llegando a un

promedio de humedad final de 23.11 % mientras que la muestra T1, osmodeshidratada a 40° Brix y secada a 50° C llegó a obtener 40.19 % de humedad al final del desarrollo experimental.

Las muestras T3 (55° Brix; 50° C) y T5 (50° Brix; 60° C) también presentaron similar porcentaje de humedad final (24.47 y 26.79 % respectivamente) a la muestra T6

Figura 15

Porcentaje de humedad (% b.h.) en el níspero durante secado con aire caliente.

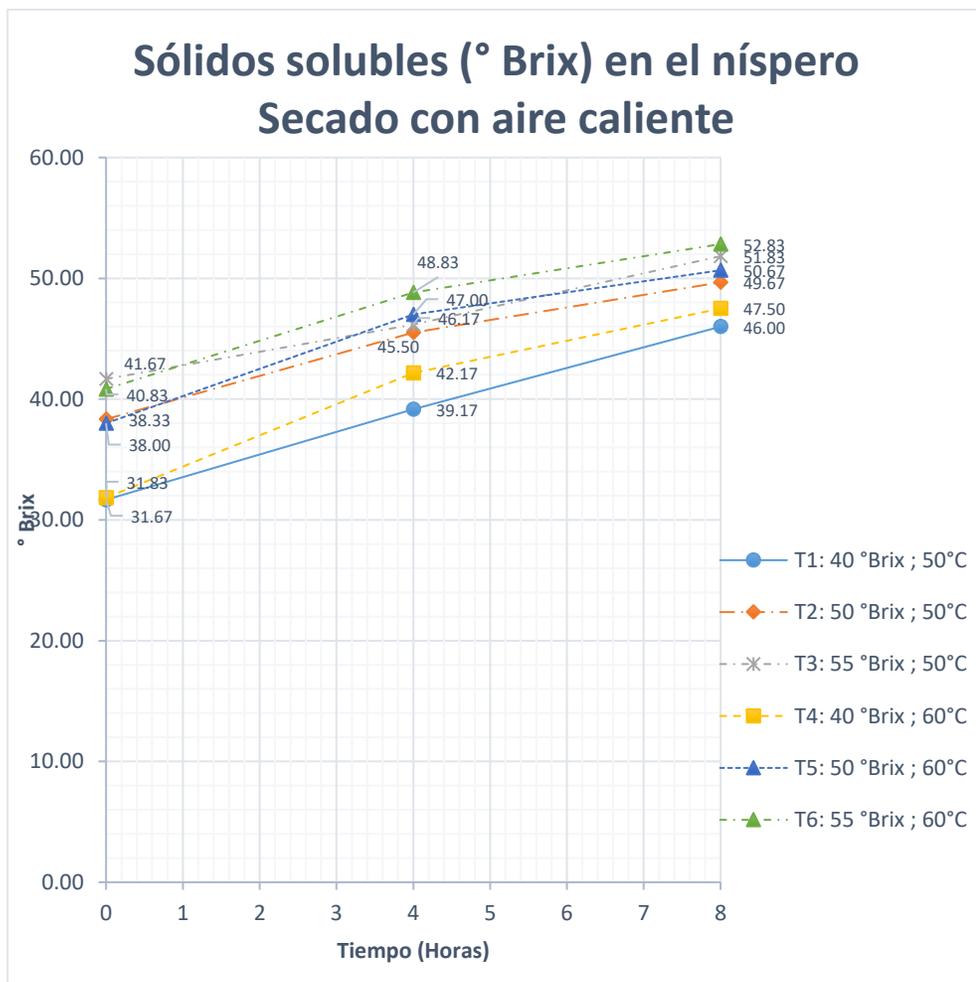


En cuanto al contenido de sólidos solubles finales de las muestras de níspero, en la figura 16, podemos observar que al finalizar las etapas de osmodeshidratación y el secado con aire caliente, el contenido de sólidos solubles en el níspero de la muestra T6 (55 °Brix; 60°C) es la que obtiene el resultado más elevado, siendo 52.83° Brix y con resultados similares las muestras T3 (55° Brix; 50° C) y T5 (50° Brix; 60° C), las cuales llegan a 51.83 y 50.67° Brix, respectivamente.

Sin embargo, las muestras con resultados finales más bajos fueron T1 (40° Brix; 50° C) y T4 (40° Brix; 60° C) con un contenido de sólidos solubles de 46.0 y 47.5° Brix, respectivamente.

Figura 16

Contenido de sólidos solubles (°Brix) en el níspero durante secado con aire caliente.



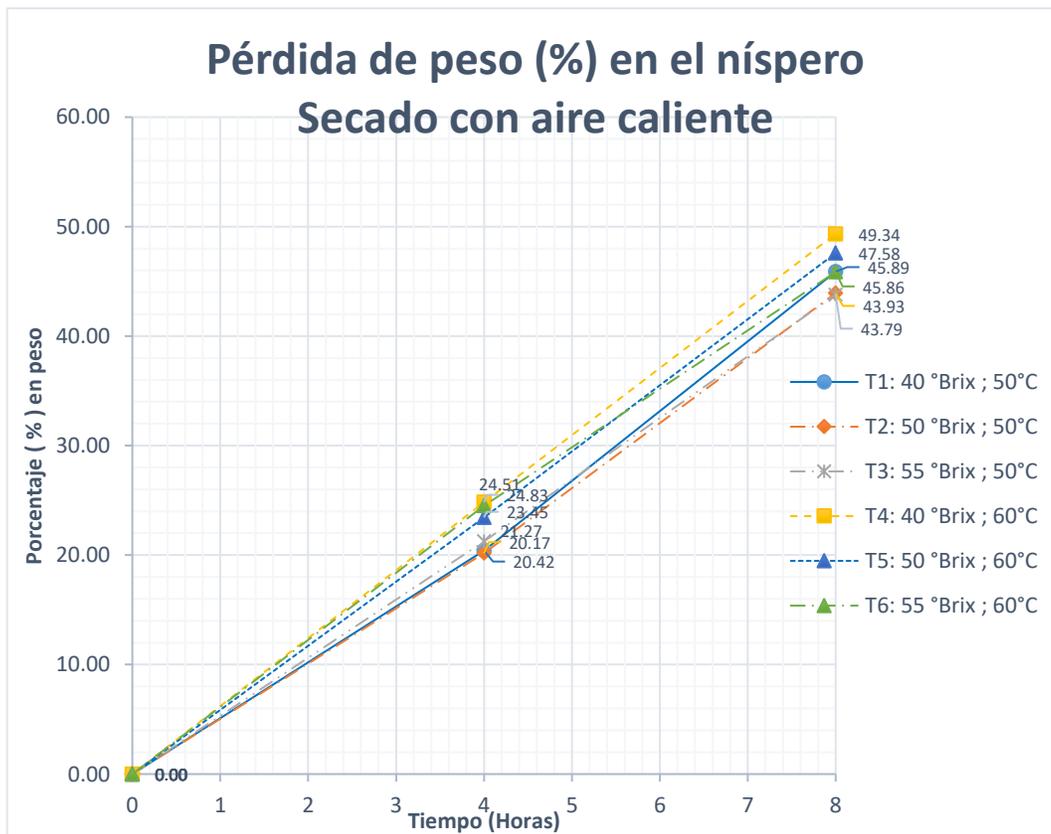
4.1.3.2 Pérdida de Peso. En la figura 17, se muestra el comportamiento de pérdida de peso (%) del níspero durante la etapa de secado (incluyendo también el pretratamiento: deshidratación osmótica) con las 2 evaluaciones a tratar: 50 y 60° C.

En la figura 17, la muestra T4 (40° Brix; 60° C) es la que presentó mayor porcentaje pérdida de peso al final del desarrollo experimental, siendo este resultado: 49.34%. La muestra T5 (50° Brix; 60° C) presentó 47.58% de pérdida de agua.

Por otro lado, la muestra T3 (55° Brix; 50° C), presentó menor porcentaje de pérdida de agua (43.79%) después del secado, en comparación a las otras 5 muestras de níspero.

Figura 17

Pérdida de peso (%) en el níspero durante secado con aire caliente.



4.1.4 Análisis Sensorial

En la tabla 9, podemos observar los resultados que se obtuvieron al realizar la evaluación sensorial (método de ordenamiento) realizada con las distintas muestras de níspero deshidratado por métodos combinados: deshidratación osmótica y secado con aire caliente.

Tabla 9

Resultados de la evaluación sensorial: Aceptabilidad del níspero deshidratado

Jueces	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	1	4	2	5	3	6
2	2	1	4	3	5	6
3	1	4	2	5	3	6
4	2	1	4	3	6	5
5	1	2	4	3	5	6
6	1	2	4	3	6	5
7	1	4	2	3	5	6
8	1	4	3	2	6	5
9	2	1	4	3	5	6
10	1	2	4	5	3	6
11	1	2	4	3	5	6
12	1	4	2	5	3	5
13	1	4	2	6	5	3
14	1	2	4	5	6	3
15	1	2	4	3	5	6

Jueces	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
16	1	4	2	3	6	5
17	1	2	6	4	5	3
18	1	2	3	4	5	6
19	2	1	4	3	5	6
20	1	2	3	4	6	5
21	1	2	4	3	5	6
22	1	2	4	3	5	6
23	1	4	2	3	6	5
24	1	2	4	5	6	3
25	1	2	4	3	6	5
26	1	2	4	3	5	6
27	1	2	4	5	3	6
28	2	1	4	3	5	6
29	2	1	4	5	3	6
30	1	2	4	3	6	5
Suma Total =	36	70	105	111	148	159

4.1.5 Análisis Microbiológico

En la tabla 10 se detalla los resultados del análisis de recuento de mohos y levaduras de las muestras. Cabe señalar que el análisis fue realizado en un laboratorio externo.

Tabla 10*Análisis microbiológico del níspero deshidratado*

Tratamiento	Análisis de laboratorio	Resultados
T2: 50° Brix; 50° C	Recuento de mohos y levaduras	< 100 ufc/g
T6: 55° Brix; 60° C	Recuento de mohos y levaduras	< 100 ufc/g

Nota. Laboratorio de microbiología de alimentos (UNALM)

4.2 Contrastación de Hipótesis**4.2.1 Contrastación Hipótesis General**

Se evaluó y se hizo seguimiento la cinética de la osmodeshidratación, con ello se logró definir los parámetros óptimos para la deshidratación osmótica y el secado con aire caliente que garantizaron un producto con gran aceptabilidad al público y que cumple con las normas de salubridad para el consumo humano.

4.2.2 Contrastación Hipótesis Específicos

- Durante todo el proceso de osmodeshidratación, se realizó la evaluación de los parámetros osmóticos, donde la muestra sumergida en solución de sacarosa a 55° Brix obtuvo valores finales de humedad: 57.96 % b.h., sólidos solubles: 41.25° Brix, pérdida de peso: 27.99% con una pérdida de agua 43.40 g agua/100g níspero y una ganancia de sólidos 15.41 g sólidos / 100g de níspero, resultados que fueron favorables permitieron continuar con la etapa de secado con aire caliente y obtener como producto final un níspero deshidratado con 23.11% de humedad final y 52.83° Brix. En las tablas 11 y 12, se detalla el análisis de varianza (ANOVA) que se realizó con los resultados de ganancia de solutos (%) obtenidas al final del proceso de osmodeshidratación (3 tratamientos con 6 réplicas).

Tabla 11*Información del factor*

Factor	Niveles	Valores
Concentración de sacarosa	3	40 ° Brix
		50 ° Brix
		55 ° Brix

Tabla 12*ANOVA para la ganancia de solutos vs concentración de agente osmótico*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	38.28	19.139	26.88	0
Error	15	10.68	0.7121		
Total	17	48.96			

Con Valor p obtenido, tenemos:

Valor $p=0 < \alpha=0.05$, se rechaza H_0 (Las medias de los tratamientos no son iguales)

- Al determinar que no todos los tratamientos son iguales, se realiza las pruebas individuales de Fisher (Tabla 13) para evaluar la significancia que existe entre los tratamientos.

Tabla 13*Pruebas individuales de Fisher para diferencias de las medias*

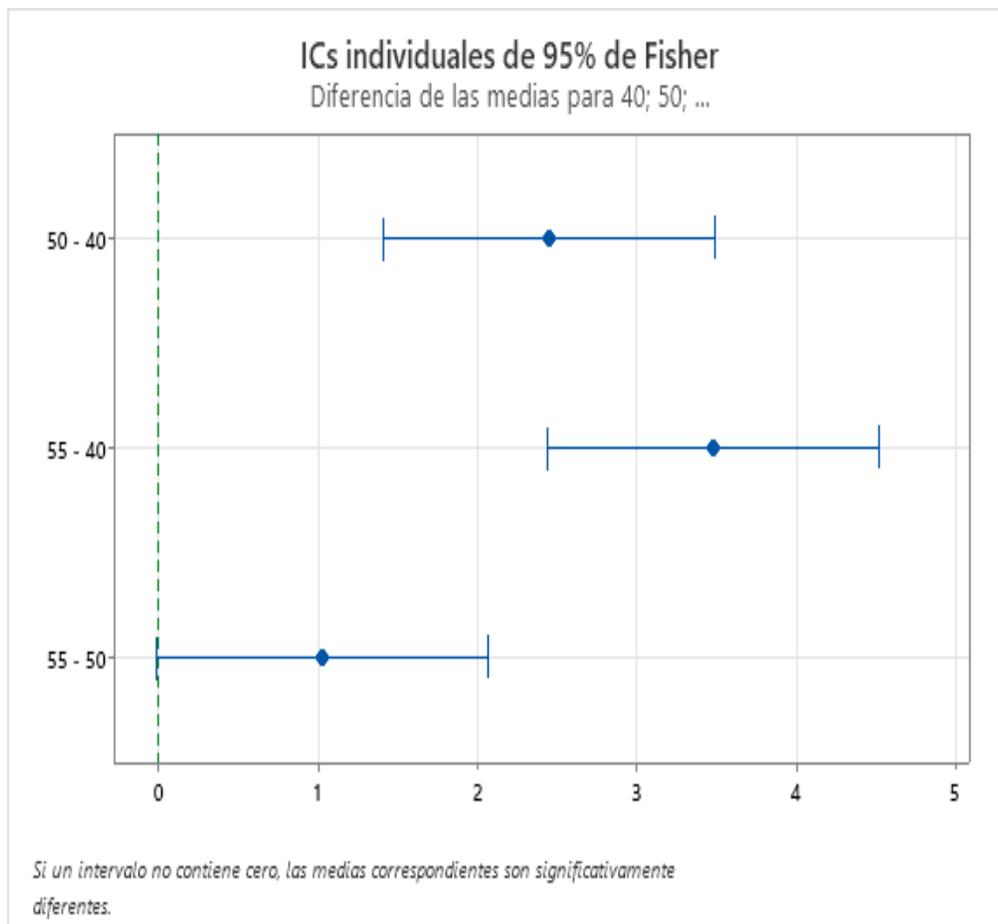
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
50 ° Brix - 40 ° Brix	2.446	0.487	(1.408; 3.485)	5.02	0
55 ° Brix - 40 ° Brix	3.477	0.487	(2.439; 4.516)	7.14	0
55 ° Brix - 50 ° Brix	1.031	0.487	(-0.008; 2.069)	2.12	0.051

- De las 3 pruebas individuales podemos afirmar que existe diferencia significativa entre los tratamientos 50 ° Brix - 40 ° Brix y 55 ° Brix - 40 ° Brix para obtener una mayor ganancia de solutos al finalizar el proceso de la osmodeshidratación. Sin embargo, no existe diferencia significativa entre los tratamientos 55 ° Brix - 50 ° Brix.

De manera gráfica, podemos verlo en la figura 18.

Figura 18

Pruebas individuales de Fisher para los tratamientos de osmodeshidratación: 40, 50 y 55° Brix



- Las condiciones óptimas para la combinación de métodos: osmodeshidratación y secado con aire caliente, fueron: agente osmótico: sacarosa, tiempo de deshidratación osmótica: 5 horas, a una relación de solución/fruta de 1:1, concentración de solución 55°Brix, tiempo de secado: 8 horas y temperatura de secado 60°C. Con estos parámetros se obtuvo nísperos deshidratados de buena calidad.
- De acuerdo con la evaluación sensorial realizada se pudo determinar que el olor, color, sabor y textura del níspero deshidratado bajo los parámetros óptimos se obtuvo un producto de gran aceptabilidad por el público consumidor y además presenta estabilidad microbiológica conforme y cumple con la NTS N°071*MINSA/DIGESA-V.01 (2008). el cual garantiza el consumo humano por ser un producto inocuo.

Asimismo, con los resultados de la evaluación sensorial aplicada a los 30 panelistas, se evaluó estadísticamente si existía diferencia significativa entre las muestras de los distintos tratamientos obtenidas después del proceso tecnológico de la osmodeshidratación y secado con aire caliente.

Se calcula χ^2_{exp} y se busca en la tabla correspondiente χ^2_{tab} con un nivel de significación de 0.05.

$$\chi^2_{\text{exp}} = 100.73$$

$$\chi^2_{\text{tab}} = 11.07$$

$100.73 > 11.07$ Por lo tanto, hay diferencia entre las muestras.

Se calcula el DMS (DMS = 42) y se realiza la comparación de las muestras individuales, para determinar la significancia entre ellas (Tabla 14):

Tabla 14*Pruebas individuales de diferencia de puntuación total de los tratamientos*

Diferencia de tratamientos	Diferencia de suma total de los tratamientos	Comparación de DMS	Decisión
T1-T2	36-70	$-34 < 42$	No significativo
T1-T3	36-105	$-69 > 42$	Significativo
T1-T4	36-111	$-75 > 42$	Significativo
T1-T5	36-148	$-112 > 42$	Significativo
T1-T6	36-159	$-123 > 42$	Significativo
T2-T3	70-105	$-35 < 42$	No significativo
T2-T4	70-111	$-41 < 42$	No significativo
T2-T5	70-148	$-78 > 42$	Significativo
T2-T6	70-159	$-89 > 42$	Significativo
T3-T4	105-111	$-6 < 42$	No significativo
T3-T5	105-148	$-43 > 42$	Significativo
T3-T6	105-159	$-54 > 42$	Significativo
T4-T5	111-148	$-37 < 42$	No significativo
T4-T6	111-159	$-48 > 42$	Significativo
T5-T6	148-159	$-11 < 42$	No significativo

5. Discusiones

5.1 Discusión de Resultados

5.1.1 Caracterización de la Materia Prima

Para iniciar todo proceso alimentario es importante considerar las condiciones iniciales de la materia prima, por tal motivo se realizó un examen preliminar del níspero a utilizar.

En la tabla 5 se muestra que el porcentaje de humedad de la pulpa de níspero fue de 85.13 % (porcentaje en base húmeda), siendo este un valor menor a lo referido por el Instituto Nacional de Salud (2017) en las Tablas peruanas de composición de los alimentos donde señala que la humedad es de 86.5%, lo mismo ocurre con los valores reportados por Abozeid & Nadir (2012), quienes señalan que el níspero contiene 86.32 +/- 0.14% de humedad.

El contenido de sólidos solubles que se obtuvo como resultado fue de 14.3 ° Brix, el cual se encuentra dentro del rango que señala Almeida et al. (2018) que es desde 1.0 hasta 18.0 g/100 g (°Brix). Mientras que, para Abozeid & Nadir (2012) el valor obtenido sería superior ya que de acuerdo con sus reportes el contenido de sólido solubles del níspero es de 11.0 +/- 0.82 ° Brix.

El pH obtenido en este trabajo experimental fue de 5.04, el cual es un valor mayor a lo obtenido por Undurraga (2011), ya que para nísperos maduros (Piel anaranjada) obtuvo un pH de 3.51. Mientras que, Parrilla, Ríos, Mesa, Tejera y Galán (2012), tuvieron valores de 2.81 a 4.68; y Parrado (2021) obtuvo valores entre 3.7 – 4.1.

La acidez obtenida fue de 0.91 (% ácido málico), valor que se encuentra dentro del rango reportado por López (1998) que fue de 0.414 a 1.05, expresada también como % de ácido málico. Considerando que la acidez de los frutos disminuye a medida que la cantidad de sólidos solubles van incrementando aumenta (Saltos et al. 2020).

Los resultados del color de la piel del níspero fueron $L^* = 60.05 \pm 5.27$, $a^* = 11.59 \pm 3.48$, $b^* = 36.93 \pm 8.48$, lo cual nos señala que la piel ya tiene una tonalidad anaranjada debido a la madurez de la fruta, tal como le resultó a Hueso y Cuevas (2007) que obtuvieron valores mayores a 5 con respecto al parámetro a^* del sistema de color CIEL*a*b*, 1976 al evaluar la evolución del color de la epidermis del níspero en sus distintas etapas de maduración.

5.1.2 Evaluación del Proceso Osmótico

5.1.2.1 Comportamiento de la Humedad y Sólidos Solubles. De las figuras 10 y 11, podemos apreciar que el contenido inicial de humedad del níspero era de 85.13% (base húmeda) y al término de la osmodeshidratación, éstas fueron 67.56, 61.07 y 57.96% (base húmeda) según la concentración de sacarosa a las cuales fueron sometidas; 40, 50 y 55° Brix respectivamente. Asimismo, el contenido de sólidos solubles inicial del níspero fue de 14.3° Brix y al término de la osmodeshidratación se obtuvieron resultados de 31.75, 38.17 y 41.25° Brix, para las soluciones utilizadas: 40, 50 y 55 ° Brix, respectivamente.

Es decir, durante esta etapa se generó pérdida de agua y ganancia de sólidos, dando cumplimiento que, durante la osmodeshidratación, existe una contradifusión simultánea de agua y solutos tal como lo indicó Saputra (2001).

También podemos observar que la muestra de pulpa de níspero que fue inmersa en solución osmótica con mayor concentración de solutos generó mayor cantidad de pérdida de agua y ganancia de solutos, puesto que hay mayor diferencia de presión osmótica entre la solución hipertónica y el níspero, tal como lo reportó Garzón (2014) al realizar deshidratación osmótica de mashua.

5.1.2.2 Pérdida de Peso. Para García et al. (2013) la pérdida de peso es un parámetro muy significativo porque nos permite medir la eficiencia del proceso osmótico. Por ello, en la

figura 12 se grafica el comportamiento de la pérdida de peso del níspero, en la cual se puede afirmar que, al trabajar con una solución osmótica de mayor concentración mayor será la pérdida de agua y en consecuencia el peso del alimento será menor.

Asimismo, podemos ver que la mayor pérdida de peso se dio en la primera hora de la osmodeshidratación, ya que en ese periodo de tiempo es donde existió mayor pérdida de agua, luego el comportamiento fue más lento debido a que la expulsión de agua desde el alimento hacia la solución ocasiona que la concentración empiece a disminuir, generando menor diferencia de presión osmótica y por ende la capacidad de remoción. Comportamiento descrito por Brennan (2008).

5.1.2.3 Pérdida de Agua. En la gráfica 13, podemos ver que aquellas muestras que fueron sumergidas en soluciones osmóticas con mayor concentración de solutos perdieron mayor cantidad de agua, por lo que se puede afirmar que cuanto más concentrada sea la solución osmótica mayor será la pérdida de agua en el alimento. Comportamiento descrito por Farkas & Lazar (1969), quienes señalan que la pérdida de agua es beneficiada por el uso de soluciones hipertónicas. Asimismo, se pudo observar en la gráfica que las muestras sumergidas en las soluciones con mayor concentración de solutos (50 y 55° Brix), presentaron mayor pérdida de agua durante la primera hora lo cual coincide con lo expuesto por Barbosa & Vega (2000), quienes llegaron a la conclusión que durante las primeras 6 horas de osmodeshidratación ocurre la mayor pérdida de agua, y en las 2 horas iniciales la pérdida de agua se genera con mayor velocidad.

5.1.2.4 Ganancia de Sólidos. En la figura 14 podemos observar que el parámetro osmótico de ganancia de sólidos (g de soluto/100 g de níspero) adquiere una velocidad más rápida durante la primera hora del proceso de osmodeshidratación, luego éste continúa más lento hasta alcanzar valores de 11.93, 14.38 y 15.43 g de sólidos/100g de níspero, según la concentración de

solutos de la solución osmótica en el cual se está evaluando: 40, 50 y 55° Brix. Este mismo comportamiento en la ganancia de sólidos se presentó durante la investigación de la cinética de la transferencia de masa durante la osmodeshidratación del yacón, estudio realizado por Maldonado et al. (2008) donde utiliza una solución osmótica al 40% de sacarosa (40° Brix).

En este estudio podemos afirmar también que, las muestras sumergidas en mayor concentración de solutos presentan mayor ganancia de sólidos, siendo en este caso las muestras sumergidas a soluciones de 50 y 55 ° Brix, las cuales obtuvieron mejores resultados: 14.38 y 15.41 g de soluto / 100 g de níspero, en comparación con la muestra tratada a 40° Brix, el cual solo obtuvo 11.93 g de soluto / 100 g de níspero.

5.1.3 Evaluación del Proceso de Secado

En la figura 15 se observa la continuación del comportamiento de la humedad (base húmeda) de las muestras de níspero después de la etapa de osmodeshidratación. En esta etapa de secado con aire caliente podemos ver que aquellas muestras que fueron sometidas a temperaturas más elevada como 60° C ayudaron a acelerar la eliminación de humedad del fruto, consiguiendo que las muestras tengan una menor humedad final, con respecto a las que fueron secadas con temperaturas de 50° C. Con ello podemos afirmar lo expuesto por Sierra (2010), quien señala que el incremento de temperatura durante el secado puede favorecer la velocidad de eliminación de humedad del producto.

Asimismo, al eliminar la humedad del alimento, la cantidad de sólidos solubles se concentran en el alimento, elevando los ° Brix al final de la etapa de secado, por tal motivo podemos ver en la figura 16 y confirmar así que, al existir mayor eliminación de humedad, hay mayor concentración de sólidos solubles.

5.1.4 *Análisis de Varianza*

Al realizar el análisis de varianza de los resultados del peso final de las muestras osmodeshidratadas, se puede determinar que existe diferencia significativa entre los tratamientos (40° Brix, 50° Brix y 55° Brix), lo cual indica que el peso final dependerá de la concentración de sacarosa que se utilicen en la solución hipertónica.

De igual forma, al realizar el análisis de varianza al porcentaje de pérdida de peso después del secado con aire caliente se puede afirmar que existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados. Es decir, los resultados finales después del secado con aire caliente dependerán de la temperatura a la cual sea sometida la muestra.

5.1.5 *Análisis Sensorial*

Con los resultados que se obtuvieron en la prueba de ordenamiento, se aplicó también el análisis de varianza, cuyas pruebas individuales de diferencia de puntuación con respecto a su aceptabilidad (color, olor, sabor, textura) determinan que existen diferencia significativa entre algunas de ellas y en otras no. Para la muestra T6 (55° Brix y 60°C) existe diferencia significativa con respecto a las muestras T1 (40° Brix y 50°C), T2 (50° Brix y 50°C), T3 (55° Brix y 50°C) y T4 (40° Brix y 60°C).

5.1.6 *Análisis Microbiológico*

Los resultados del análisis microbiológico se encuentran dentro del intervalo establecido por NTS N°071*MINSA/DIGESA-V.01 (2008).

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

De acuerdo con los objetivos presentados al inicio de este trabajo de investigación, las conclusiones son las siguientes:

- Para el proceso de deshidratación del níspero por métodos combinados: deshidratación osmótica y secado con aire caliente se procede inicialmente con el corte de la fruta pelada en mitades para luego ser sumergidos por 5 horas en una solución hipertónica utilizando como agente osmótica la sacarosa, a una relación de 1:1 con la pulpa de la fruta y a una concentración de 55° Brix, luego se continúa con la etapa de secado con aire caliente a 60°C por 8 horas para finalmente ser envasados en bolsas herméticas.
- Utilizando los parámetros óptimos para la osmodeshidratación del níspero (descritos en el párrafo anterior) se obtiene una pérdida de agua de 43.40 g agua/100g de níspero, logrando disminuir desde una humedad inicial de 85.13% a una humedad final de 57.96% y una ganancia de sólidos solubles de 15.41 g sólidos/100g níspero, lo cual permite dar como resultado final un producto con 41.25° Brix.
- La combinación de métodos: Deshidratación osmótica y secado con aire caliente da como resultado un producto con gran estabilidad microbiológica garantizando la inocuidad del alimento y sin afectar significativamente sus características organolépticas lo cual permite gran aceptación sensorial por el público consumidor.

6.2 Recomendaciones

- Realizar pruebas a mayor escala de deshidratación osmótica del níspero, aplicando los parámetros establecidos en este estudio para que los resultados sean satisfactorios.
- Desarrollar estudios de alternativas de subproductos del níspero, a base del níspero

deshidratado como, por ejemplo: snacks, insumos para pastelerías.

- Evaluar la posible exportación del níspero deshidratado con métodos combinados: deshidratación osmótica y secado con aire caliente.
- Evaluar la recuperación de la solución osmótica obtenida después del proceso de deshidratación, el cual presenta una elevada concentración de sacarosa, sabor y aroma el fruto deshidratado que puede ser utilizado para otros productos como néctares, jugos, jaleas, entre otros.

7. Fuentes de Información

7.1 Fuentes Documentales

FAO-PRODAR (2014). *Fichas técnicas – Procesado de frutas*. <http://www.fao.org/3/au168s.pdf>

MINSA (2008). NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01(Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano).

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM591MINSANORMA.pdf>

MINSA (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Agrícola – 2016-2021. Anuario estadístico de Producción Agrícola 2016-2021. Recuperado de: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>

7.2 Fuentes Bibliográficas

Almeida, M., Guimaraes, A., Souza, K. & Oliveira, E. (2018). Loquat/Nispero—Eriobotrya japónica Lindl. En: Rodriguez, S.; Oliveira, E. & Sousa, E. (Ed.), *Exotic Fruit* (pp. 293-296). Academic Press.

Barbosa, G. & Vega, H. (2000). *Deshidratación de alimentos*. Acribia.

Brennan, J. (2008). *Manual del Procesado de los Alimentos*. Acribia.

Calabrese F. (2006). Origen de la especie. En: Agustí M., Reig C. & Undurraga P. (Ed.), *El Cultivo del Níspero Japonés* (pp. 17-25). Gráficas Alcoy.

Castro, K. (2015). *Características generales del níspero*. [Tesis de pregrado]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Castro, L. (2017). Deshidratación osmótica y secado del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) para la obtención de un snack. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte.
- Castro, S. & Pinto, L. (2008). Obtención y conservación de liofilizado de níspero, *Eriobotrya japonica*. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte.
- Cervera, P., Clapés, J. & Rigolfas, R. (2004). Alimentación y dietoterapia: nutrición aplicada en la salud y la enfermedad (4.^a ed.). McGraw-Hill.
- Contreras, C. (2006). Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas. [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Valencia.
- Colina, M. L. (2010). Deshidratación de Alimentos. Trillas
- Cruz, C. J. C. (2013). Cambios químicos y fisicoquímicos que se presentan en cubos de Manzana Starking (*Malus doméstica* Borkh) durante la deshidratación osmótica. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Della, P. (2010). Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. [Tesis de Maestría]. Universidad tecnológica Nacional.
- Espinosa, J. (2007). Evaluación sensorial. Editorial Universitaria.
- Espinoza, F. (2015). La tesis universitaria. Editora Master SAC.
- Fellows P.J. (2006). Tecnología de procesamiento de alimentos: Principios y práctica. Artmed.
- Fito, P., Andrés, A., Barat, J. & Albors A. (2001). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Universidad Politécnica de Valencia.
- Gariglio, N., Castillo, A., Juan, M., Almela. V. & Agustí, M. (2002). El níspero japonés, técnicas para mejorar la calidad del fruto. Generalitat Valenciana.
- Garzón, M. (2014). Bombones rellenos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) deshidratadas por

- ósmosis. [Tesis pregrado]. Universidad Tecnología Equinoccial.
- Geankoplis, C. (1998), Procesos de transporte y operaciones unitarias. CECSA.
- Góngora, M. (2012), Secado osmo-convectivo con aire caliente de rodajas de carambolo (Averrhoa carambola l.). [Tesis Maestría]. Universidad del Valle.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill.
- Hueso, J., & Cuevas, J. (2007). Innovaciones en el cultivo del níspero japonés. Fundación Cajamar y UAL.
- López, P. (2017). Deshidratación de níspero (*Eriobotrya japonica*) para producto de infusión. [Tesis de pregrado]. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Luck, E. (2000). Conservación Química de los Alimentos en el campo de la Ciencia y tecnología de Alimentos. Acribia.
- Maestrelli, A. (1997). Fundamentos de la deshidratación osmótica de frutas. En: Curso Taller deshidratación osmótica directa de vegetales. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Martínez, J., Badenes, L. & Llácer, G. (2000). Descripción de variedades de níspero japonés. Generalitat Valenciana.
- Ochse, J., Soule, M., Dijkman, M., & Wehlburg, C. (1974). Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Limusa
- Palacios, V. (2014). Deshidratación de la piña (*Ananas Comosus*) por métodos combinados (Osmosis - convencional). [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Pamplona, J. (2003). El poder medicinal de los alimentos. Safeliz S.L.

- Parra, D. (2020). Determinación de parámetros de osmodeshidratación y deshidratación convectiva de la variedad de piña samba de Chanchamayo (*Ananas comosus* L. mer cv. Samba de Chanchamayo). [Tesis de pregrado]. Universidad San Martín de Porres.
- Parrado, L. (2021). Caracterización morfológica, fisicoquímica y fitoquímica de níspero (*eriobotrya japonica* lindl.) en tres regiones de México. [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rodríguez, A. & Lozano, D. (2014). Efecto del pretratamiento osmótico en la deshidratación por aire caliente de manzana de agua (*Syzygium Malaccense*). [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Santa.
- Sanez, L. (2021). Actividad de agua de arándanos deshidratados por método combinado osmosis - aire caliente. [Informe final de investigación]. Universidad Nacional del Callao.
- Sierra, R. (2010). Estudio de la deshidratación osmótica de la arveja china (*pisum sativum* l.) mediante dos metodologías, directa e indirecta, como alternativa tecnológica al sector hortofrutícola del país. [Tesis de pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Silva, C. (2013). Secado de trozos de cocona (*Solanum sessiliflorum* dunal) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín.
- Tepper, P. (1996). Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de palta cv fuerte. [Memoria de Título]. Universidad de Chile.

7.3 Fuentes Hemerográficas

- Abozeid, W. & Nadir A. (2012). Physicochemical and organoleptic characteristics of loquat fruit and its processing. *Nature and Science*, 10(6), 108 – 113.
- Acevedo, D., Tirado, D., & Guzmán, L. (2014). Deshidratación osmótica de pulpa de tamarindo

- (*Tamarindus indica* L.): influencia de la temperatura y la concentración. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1), 123-130.
- Amami, E., Khezami, L., Jemai, A. B., and Vorobiev, E. (2014). Osmotic dehydration of some agro-food tissue pre-treated by pulsed electric field: Impact of impeller's Reynolds number on mass transfer and color. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 26(1), 93–102.
- Badenes, M., Lin, S., Yang, X., Liu, Ch., & Huang, X. (2009). Loquat (*Eriobotrya Lindl.*). En *Genetic and Genomics of Rosaceae*. Springer Science, 525-538.
- Bongirwar, D. & Sreenivasan, A. (1977). Studies on osmotic dehydration of banana. *Journal of Food Science and Technology*. 14, 104-112.
- Caballero, P. & Fernández, M. A. (2004). Loquat, production and market. *Options Méditerranéennes*. 58. 11-20.
- Detommasi, N., Desimone., F., Pizza C., Mahmood, N., Moore, P., Conti, C. Orsi, N., & Stein M. (1992). Constituents of *eriobotrya japónica* - a study of their antiviral properties. *Journal of Natural Products*, 55, 1067-1073. doi: 10.1021/np50086a006.
- Estrada, H., Restrepo, C., Saumett H. & Pérez, L. (2018). Deshidratación osmótica y secado por aire caliente en mango, guayaba y limón para la obtención de ingredientes funcionales. *Información Tecnológica*, 29(3), 197-204. doi: 10.4067/S0718-07642018000300197
- Farkas, D.F. & Lazar, M.E. (1969). Osmotic dehydration of apple pieces: effect of temperature and syrup concentration on rates. *Food Technology*. 23. 688-690.
- Gallo, L.A., Tirado, D.F. & Acevedo, D. (2015). Deshidratación osmótica: una revisión. *Revista Recitela* 15(1). 1-12.
- García, A., Muñoz, S., Hernández, A., González, L & 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.
- Gutiérrez, L., Arias, S., Garzón, D., Martínez, D., Osorio, A. & Restrepo, S. (2015). Modelamiento de la operación unitaria de deshidratación bajo diferentes esquemas de secado. *Vector*, 6(2011), 100-110. doi: 10.13140/RG.2.1.1365.9607.
- Hawkes J. & Flink J. M. (1978). Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration. *Journal Food Processing Preservation*. 4(2). 265-284.
- Lerici, C., Pinnavaia, G., Dalla R. & Bartolucci, L. (1985). Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. *Journal of Food Science*. 50, 1217-1219.
- Lin, S. (2007). World Loquat Production and Research with Special Reference to China. *Acta Horticulturae* 750, 37-43.
- López, L. (1998). Caracterización de frutos de nueve selecciones de níspero *Eriobotrya japonica* Thumb Lindl. Memoria Fundación Salvador Sánchez Colin CICTAMEX S.C, 109-114.
- Maldonado, S., Santapaola, J., Singh J., Torrez M., & Garay A. (2008). Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Ciencia y Tecnología de alimentos*. 28(1). 251-256.
- Maskan, M. (2001). Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48(2), 177–182.
- Mendoza, M., Aguilar, L. & Larios, A. (2004). El cultivo del níspero *Eriobotrya japonica* L., una alternativa de producción frutícola. Folleto Técnico N° 1. Campo Experimental Uruapan. CIRPAC. INIFAP.
- Oliver L., Betoret N., Fito P. & Meinders M. (2012). How to deal with visco-elastic properties of

- cellular tissues during osmotic dehydration. *Journal of Food Engineering*, 110(2), 278-288.
- Panadés, G., Fito, P., Aguiar, Y., Núñez de Villavicencio, M. & Acosta, V. (2006). Osmotic dehydration of guava: Influence of operating parameters on process kinetics. *Journal of Food Engineering*, 72(4), 383-389.
- Parrilla, M., Ríos, D., López, R. & Galán V. (2012). Caracterización preliminar de frutos de níspero prospectados en el Valle de La Orotava. *Actas de Horticultura (SECH)*, 60, 438-444.
- Parzanese, M. (2011). Tecnología para la industria alimentaria. *Revista Ministerio de Agricultura de Argentina*. 13(5), 330-342.
- Rahman, S. & Perera C. (1996). Osmotic dehydration: a pretreatment for fruit vegetables to improve quality and process efficiency. *The Food Technologist*. 25, 144-147.
- Rastogi, NK., Raghavarao, KSMS., Niranjana, K. & Knorr, D. (2002). Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends Food Sci. Technol.* 13, 48-59.
- Raoult - Wack, A. L. (1994). Recent advances in the osmotic dehydration of foods. *Trends in Food Science & Technology*, 5, 255-260.
- Saltos, R., González, M., González, V., Cofre, F., Hidalgo, I., García, L. & Borja, E. Rendimiento y atributos de calidad de mora (*Rubus glaucus* Benth) de cuatro zonas productoras de Bolívar. *Revista de Investigación Talentos*, 7(2),33-45.
- Saputra, D. (2001). Osmotic Dehydration of pineapple. *Drying Technology*,19(2), 415-425.
- Spiazzi, E.A. & Mascheroni, R.H. (2001). Modelo de deshidratación osmótica de alimentos vegetales. *Mat – Serie A*, 4, 23-32.
- Undurraga, P., Olaeta, J., & Cancino, C. (2011). Ethylene, enzymatic and respiratory pattern

evolution in loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) cv. Golden Nugget in the last four sequential stages of maturation. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(4), 531-535.

Wang, L., Wang, H.C., Hu, Y.L. & Huang, X.M. (2007). Loquat fruit physiological disorders: creasing and russetting. *Acta Horticulturae* 750. 269- 274.

Zapata, J. & Castro, G. (1999). Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. *Revista Facultad Nacional Agropecuaria*, 52(1), 451- 466.

7.4 Fuentes Electrónica

ABC Bienestar (2021, 18 marzo). Nísperos: beneficios y curiosidades sobre esta fruta. *Diario ABC*. https://www.abc.es/bienestar/alimentacion/abci-nispero-202103180942_noticia.html

Valdés M, (4 de septiembre del 2008). Manual de deshidratación I: Frutas y Hortalizas. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.html>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	RANGOS	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuáles son las condiciones óptimas necesarias para realizar la deshidratación del níspero (<i>Eriobotrya japonica</i>) si se usa la combinación de los métodos de deshidratación osmótica y secado por aire caliente?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar las condiciones óptimas de proceso tecnológico para la deshidratación del níspero (<i>Eriobotrya japonica</i>) mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Determinando las condiciones óptimas de proceso tecnológico para la deshidratación del níspero (<i>Eriobotrya japonica</i>) mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente se obtendrá un producto de buena calidad.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Osmodeshidratado</p>	<p>Concentración de solución osmótica</p> <p>Tiempo de inmersión</p> <p>Temperatura del medio</p> <p>Tiempo de exposición</p>	<p>[40-50-55]</p> <p>[5-6]</p> <p>[50-60]</p> <p>[8-10]</p>	<p>°Brix</p> <p>Horas</p> <p>°C</p> <p>Horas</p>	<p>Refractómetro</p> <p>Cronómetro</p> <p>Termómetro</p> <p>Cronómetro</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION: Adaptativa</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Correlacional</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: Experimentl - Experimental "Puro"</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>1. ¿Cuáles son los parámetros óptimos para la deshidratación osmótica y secado por aire caliente para el níspero?</p> <p>2. ¿Cuál es el comportamiento de la cinética para la deshidratación osmótica del níspero?</p> <p>3. ¿Cuál será la aceptación sensorial y característica microbiológica del níspero deshidratado mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>1. Determinar los parámetros óptimos para la deshidratación osmótica y secado con aire caliente del níspero.</p> <p>2. Evaluar la cinética de la deshidratación osmótica del níspero.</p> <p>3. Evaluar la calidad sensorial y la estabilidad microbiológica del níspero deshidratado mediante métodos combinados: deshidratación osmótica y secado por aire caliente.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <p>1. Determinando las condiciones óptimas de proceso tecnológico para la deshidratación del níspero se obtendrá un producto de buena calidad.</p> <p>2. Determinando los parámetros óptimos para la deshidratación osmótica y secado con aire caliente se podrá obtener níspero deshidratado de óptima calidad.</p> <p>3. Determinando las características sensoriales y la estabilidad microbiológica del níspero deshidratado se obtendrá un producto apto para el consumo humano.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Características físicoquímicas</p> <p>Azúcares</p> <p>Color</p> <p>Aroma</p> <p>Textura</p> <p>Sabor</p> <p>Características organolépticas</p> <p>Características microbiológicas</p>	<p>Humedad relativa</p> <p>Azúcares</p> <p>Color</p> <p>Aroma</p> <p>Textura</p> <p>Sabor</p> <p>Recuento total de bacterias</p> <p>Recuento de mohos y bacterias</p>	<p>% de humedad</p> <p>°Brix</p> <p>< 10</p> <p>< 10</p>	<p>% de humedad</p> <p>°Brix</p> <p>UFC / g</p> <p>UFC / g</p>	<p>Balanza infrarroja</p> <p>Refractómetro</p> <p>Análisis sensorial (Método de ordenamiento)</p> <p>Análisis microbiológico</p> <p>Análisis microbiológico</p>	<p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>POBLACIÓN: Zonas de cultivo dedicada a la producción de nísperos de la capital del distrito de Coayllo.</p> <p>MUESTREO: El tamaño de muestra inicial para cada tratamiento a evaluar fue de 300 g de pulpa de níspero (sin cáscaras ni semillas).</p> <p>INSTRUMENTOS: Fichas Formatos Escala de opinión.</p>

INSTRUMENTOS PARA LA TOMA DE DATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FORMATO DE RECEPCIÓN DE MUESTRA

PERSONAL:

FECHA:

Código de muestra	Estado de madurez	Color	Apariencia	Observaciones



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
PÉRDIDA DE PESO DE NÍSPERO DESPUÉS DE OSMODESHIDRATACIÓN

PERSONAL:

FECHA:

Solución Osmótica	Réplicas	PESO (g)					
		0 Horas	8 Horas	16 Horas	24 Horas	Diferencia de peso	% de Pérdida de agua
Azúcar - Agua	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

PÉRDIDA DE PESO DE NÍSPERO DESPUÉS DE SECADO

PERSONAL:

FECHA:

Código de Muestras	Réplicas	PESO (g)			
		ANTES DE SECADO	DESPUÉS DE SECADO	Diferencia de peso	% de Pérdida de agua
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				

DESARROLLO DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Tiempo	Solución osmótica: 40° Brix					
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua	Ganancia Sólidos
0	300.00	85.13	14.30	0	0	0.00
1	295.82	78.51	20.92	1.39	7.72	6.32
2	285.89	74.82	24.58	4.70	13.82	9.11
3	272.87	72.12	27.25	9.04	19.53	10.48
4	259.16	69.67	29.67	13.61	24.94	11.33
5	247.84	67.56	31.75	17.39	29.32	11.93

Tiempo	Solución osmótica: 50° Brix					
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua	Ganancia Sólidos
0	300.00	85.13	14.30	0	0	0.00
1	254.22	71.24	28.08	15.26	24.75	9.49
2	243.78	67.88	31.42	18.74	29.96	11.22
3	237.85	66.28	33.00	20.72	32.58	11.86
4	231.02	63.51	35.75	22.99	36.22	13.23
5	225.39	61.07	38.17	24.87	39.25	14.38

Tiempo	Solución osmótica: 55° Brix					
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua	Ganancia Sólidos
0	300.00	85.13	14.30	0	0	0.00
1	256.60	70.50	28.83	14.47	24.81	10.34
2	242.16	66.88	32.42	19.28	31.14	11.86
3	229.66	63.59	35.67	23.45	36.45	13.00
4	223.43	61.23	38.00	25.52	39.52	14.00
5	216.04	57.96	41.25	27.99	43.40	15.41

DESARROLLO DE SECADO CON AIRE CALIENTE

TEMPERATURA DE SECADO: 50°C					
Tiempo	MUESTRA CON DO 40° BRIX				
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua
0	247.67	67.64	31.67	0.00	29.29
4	197.06	59.33	39.17	20.42	46.16
8	134.01	40.19	46.00	45.89	67.18
Tiempo	MUESTRA CON DO 50° BRIX				
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua
0	225.98	60.91	38.33	0.00	39.25
4	180.40	51.03	45.50	20.17	54.44
8	126.72	30.29	49.67	43.93	72.34
Tiempo	MUESTRA CON DO 55° BRIX				
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua
0	217.56	57.55	41.67	0.00	43.40
4	171.23	46.04	46.17	21.27	58.84
8	122.30	24.47	51.83	43.79	75.15

TEMPERATURA DE SECADO: 60°C					
Tiempo	MUESTRA CON DO 40° BRIX				
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua
0	248.01	67.48	31.83	0.00	29.35
4	186.41	56.72	42.17	24.83	49.88
8	125.66	35.81	47.50	49.34	70.14
Tiempo	MUESTRA CON DO 50° BRIX				
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua
0	224.80	61.24	38.00	0.00	39.25
4	172.06	49.34	47.00	23.45	56.83
8	117.86	26.79	50.67	47.58	74.62
Tiempo	MUESTRA CON DO 55° BRIX				
Horas	Peso (g)	Humedad (% bh)	°Brix	Pérdida peso (%)	Pérdida de agua
0	214.51	58.37	40.83	0.00	43.40
4	161.93	44.85	48.83	24.51	60.92
8	116.14	23.11	52.83	45.86	76.19

DESARROLLO DEL PROCESO TECNOLÓGICO

Selección del níspero



Lavado y desinfección



Pelado



Pesado de la muestra



Inmersión en jarabe



Enjuagado y escurrido



Secado





