



**UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL**

**TESIS**

**TRATAMIENTO OSMÓTICO PARA LA**  
**DESHIDRATACIÓN DE LÚCUMA (*Pouteria lúcuma*) CON**  
**AIRE CALIENTE**

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

**AUTORES:**

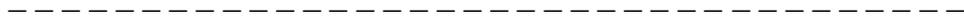
**Bach. HINOSTROZA PAUCAR HESTER NATHALY**

**Bach. ROJAS BROUSSET JESUS HERMINIA**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **ASESOR DE TESIS**



**Mg. EDMUNDO JOSÉ BARRANTES RÍOS**

# **JURADO EXAMINADOR**

---

**DR. WILLIAM MIGUEL MOGROVEJO COLLANTES**  
**Presidente**

---

**MG. EDWIN HUGO BENAVENTE ORELLANA**  
**Secretario**

---

**MG. DANIEL SURCO SALINAS**  
**Vocal**

## **DEDICATORIA**

*A Dios porque ha estado con nosotras en cada paso que hemos dado, cuidándonos y dándonos la fortaleza para continuar. A nuestros padres, quienes a lo largo de la vida han velado por nuestro bienestar y educación siendo apoyo y pilar en cada etapa de nuestra formación, sin dudar ni un solo momento en la inteligencia y capacidad que tenemos. Gracias a ellos somos las profesionales que somos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Las tesisistas agradecen a la empresa Industrias Somdor S.A.C. y a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de la culminación.*

*El agradecimiento a nuestros catedráticos de la carrera de ingeniería agroindustrial quienes, con su ayuda desinteresada, nos facilitaron la información indexada para la investigación.*

## RESUMEN

El objetivo de este estudio es establecer o determinar el efecto que tiene la aplicación de un tratamiento osmótico complementado con deshidratación con aire caliente sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la lúcuma (*Pouteria lúcuma*). Para este fin, se trabajó con un diseño factorial  $3^2$  donde como variables de entrada se tuvo a la Temperatura y los Sólidos Solubles Totales de la solución osmo-deshidratante y como variables de salida la pérdida de peso, el pH y los °Brix del producto deshidratado. Se utilizó frutas en estado de madurez óptima, las cuales fueron medidas, acondicionadas con un tratamiento químico y neutralizado previo al deshidratado, con el fin de evitar la oxidación por acción enzimática y así perder calidad sensorial. Posteriormente, se trozó la fruta en láminas de 4.0x3.0x1.5 cm y se procedió a aplicar en primera instancia la deshidratación osmótica con solución azucarada durante 120 minutos y luego, se deshidrató con aire caliente a 45°C por 180 minutos. Como resultado se obtuvo que las bayas de lúcuma tienen un peso promedio de 91.73 gramos, un área superficial de 45.77 cm<sup>2</sup>, diámetro ecuatorial de 9.830 cm y 113.34 cm<sup>3</sup> de volumen. Además, se logró determinar que la temperatura y °Brix de la solución deshidratante influyen de manera significativa en la pérdida de peso. Para los °Brix del producto deshidratado solo influyen los sólidos solubles de la solución deshidratante y para el Ph no se encontró significancia en las variables mencionadas. Por último, el tratamiento número 6 (30°C y 65°Brix en solución deshidratante) presentó los valores de aceptabilidad general más alto (4.769) y la calificación de ligeramente buena.

## ABSTRACT

The objective of this study is to establish or determine the effect that the application of osmotic treatment with hot air dehydration has about the lucuma's physicochemical and sensory characteristics (*Pouteria lucuma*). For this, we worked with a Factorial Design  $3^2$  in which as input variables were at the Temperature and Total Soluble Solids of the osmo-dehydrating solution and as output variables the weightloss, the pH, and the °Brix of the dehydrated product. Fruits in optimal state of maturity were used, which were measured, conditioned by a chemical treatment and neutralized before it was dehydrated, to avoid the enzymatic oxidation and losing the sensorial quality. Later, the fruit was cut in sheets of 4.0x3.0x1.5 cm and, firstly, it was applied the osmotic dehydration with a sugary solution during 120 minutes and then, it got dehydrated with hot air at 45°C by 180 minutes. As a result, we got that the lucuma's berries have an average weight of 91.73 grams, a superficial area of 45.77 cm<sup>2</sup>, an equatorial diameter of 9.830 cm and 113.34 cm<sup>3</sup> of volume. Also, we got to determine that the temperature and °Brix of the dehydrating solution influence in a significant way on the weightloss. For the °Brix of the dehydrated product influence just the Soluble Solids of the dehydrating solution and for the Ph we did not find statistical significance between the mentioned variables. Finally, the treatment number 6 (30°C and 65°Brix in dehydrating solution) presented the highest values of general acceptability (4.769) and the qualification of slightly good.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA .....	i
ASESOR DE TESIS .....	ii
JURADO EXAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.1. Planteamiento del Problema .....	15
1.2. Formulación del Problema .....	16
1.2.1. Problema General.....	16
1.2.2. Problemas Específicos. ....	16
1.3. Justificación del Estudio .....	17
1.4. Objetivo de la Investigación .....	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	17
II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	19
2.1.1. Antecedentes Nacionales. ....	19
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	22
2.2. Bases Teóricas de las Variables .....	23
2.2.1. Lúcumá.....	23
2.2.1.1. Descripción General.....	23
2.2.1.2. Descripción Taxonómica.....	24
2.2.1.3. Descripción Botánica del Lúcumo .....	24
2.2.1.4. Composición Química y Valor Nutricional.....	25

2.2.2. Deshidratación y Secado .....	28
2.2.2.1. Deshidratación por aire caliente .....	29
2.2.2.2. Deshidratación Osmótica .....	30
2.2.2.3. Cinética de Tratamiento Osmótico .....	30
2.2.2.4. Aceptabilidad General.....	32
III.    MÉTODOS Y MATERIALES .....	33
3.1. Hipótesis de la Investigación .....	33
3.1.1. Hipótesis General .....	33
3.1.2. Hipótesis Específicas .....	33
3.2. Variables de Estudio .....	33
3.2.1. Definición Conceptual .....	33
3.2.1.1 Variable Independiente. ....	33
3.2.1.2. Variable Dependiente .....	34
3.2.2. Definición Operacional .....	34
3.3. Tipo y Nivel de la Investigación .....	35
3.4. Diseño de la Investigación .....	35
3.5. Población y Muestra del Estudio .....	36
3.5.1. Población .....	36
3.5.2. Muestra .....	36
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	36
3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	36
3.6.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	37
3.7. Metodología .....	39
3.7.1. Diagrama de Flujo.....	39
3.8. Métodos de Análisis de Datos .....	41
IV.    RESULTADOS.....	43
4.1. Características Físicas y Químicas de los Frutos de Lúcum.....	43
4.2. Efecto del Tratamiento osmótico/Secado con Aire Caliente.....	46
4.3. Aceptabilidad General .....	53
V.    DISCUSIÓN .....	56
VI.    CONCLUSIONES .....	60
VII.   RECOMENDACIONES .....	61
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	62

ANEXOS .....	68
Anexo 01. Matriz de Consistencia .....	69
Anexo 02. Arreglo Experimental para Aceptabilidad General .....	71
Anexo 03. Escala de Likert para Aceptabilidad General .....	72
Anexo 04. Validacion del Instrumento .....	73
Anexo 05. Supuestos de Normalidad .....	75
Anexo 06. Toma de las Medidas Biométricas de los Frutos de Lúcumá ..	76
Anexo 07. Pelado Químico y Neutralización de los Frutos de Lúcumá ....	77
Anexo 08. Fase de Experimentación .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de 100 g de pulpa fresca de lúcumá .....	25
Tabla 2. Producción Nacional de Lúcumá del 2015-2017 (Toneladas).....	27
Tabla 3. Definición Operacional de las Variables .....	34
Tabla 4. Medidas Biométricas de los Frutos de Lúcumá.....	43
Tabla 5. Características Fisicoquímicas de los Frutos de Lúcumá .....	45
Tabla 6. Porcentaje de pérdida de peso (% pp) en las muestras tratadas con Deshidratación Osmótica complementada con Deshidratación con Aire Caliente.....	46
Tabla 7. ANOVA para Porcentaje de Pérdida de Peso (%pp).....	47
Tabla 8. Prueba de Comparación de Rangos Múltiples Tukey para %pp vs °Brix.....	47
Tabla 9. Prueba de Comparación de Rangos Múltiples Tukey para %pp vs T° .....	49
Tabla 10. Valores de pH de las muestras tratadas con Deshidratación Osmótica complementada con Deshidratación con Aire Caliente.....	50
Tabla 11. ANOVA para pH.....	50
Tabla 12. Valores de °Brix de las muestras tratadas con Deshidratación Osmótica complementada con Deshidratación con Aire Caliente.....	51
Tabla 13. ANOVA para °Brix.....	51
Tabla 14. Prueba de Comparación de Rangos Múltiples Tukey para °Brix finales vs °Brix de la solución Deshidratante.....	52
Tabla 15. Prueba de Friedman para Aceptabilidad General de los Trozos de Lúcumá Tratados .....	53
Tabla 16. Teste Exacto de Fisher para Aceptabilidad General .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Países Importadores de Lúcumas desde el 2013 hasta 2017 .....	28
Figura 2. Mecanismo de Deshidratación Osmótica de un Material Biológico	31
Fuente: Propia.....	31
Figura 3. Diseño Experimental de la Investigación.....	35
Figura 4. Diagrama de Flujo de la Metodología de la experimentación .....	39
Figura 5. Histograma de Valores Biométricos de los Frutos de Lúcumas.....	44
Figura 6. Histograma de Valores Fisicoquímicos de los Frutos de Lúcumas.	45
Figura 7. Gráfico de Intervalos %pp vs °Brix.....	48
Figura 8. Gráfico de Intervalos para %pp vs T°.....	49
Figura 9. Gráfico de Intervalos para °Brix Finales vs °Brix de la Solución Deshidratante.....	52
Figura 10. Gráfico de Intervalos para Aceptabilidad General vs Tratamientos .....	55

## INTRODUCCIÓN

La investigación se planteó entre las áreas prioritarias que establece la Universidad Privada Telesup de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial y recoge la propuesta de la Universidad, en el desarrollo de nuevos productos que facilitan el desarrollo agroindustrial en el marco de la competitividad e innovación de productos y servicios.

Hoy, la investigación tecnológica busca la aplicación de otras técnicas más eficientes de deshidratación, bajo condiciones controladas para producir mayores volúmenes de mejor calidad; desafortunadamente durante la deshidratación de las frutas ocurren cambios más o menos intensos que disminuyen en calidad y cantidad el contenido de nutrientes básicos para la dieta humana y cambian las características sensoriales de los productos.

En un intento para evitar estos efectos se emplean aditivos que contrarrestan el desarrollo de microorganismos y previene o reponen los cambios ocasionados por los procesos aplicados. Hecho que termina perjudicando a corto o mediano plazo la salud de los consumidores, en respuesta a esto, han generado una tendencia a consumir alimentos más sanos y de preferencia frescos.

En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos orientados a mantener su alta calidad nutricional, sensorial y de inocuidad, que es un requisito por la alta competitividad en el mercado, así como la generación y aumento de su productividad en esas líneas de producción.

En la Osmo -deshidratación los costos de producción son más bajos, si se compara con las técnicas clásicas que emplean calor o frío para los diferentes procesos de conservación incluyendo a la deshidratación por aire caliente y que se ahorra tiempo y energía. El fundamento de la Osmo -deshidratación permite la viabilidad de emplearla con la lúcuma; con agregado de sólidos evitando la pérdida de por el uso de los jarabes que permiten mejorar su calidad determinando las

cantidades y características de la lúcumá en el proceso osmótico y después eshidratado en los productos obtenidos

# I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Planteamiento del Problema

Para adentrarnos al tema objetivo de la presente tesis es importante que se destaque la difícil situación alimentaria que vivimos en estos días, se calcula que aproximadamente 1.300 millones de toneladas de alimentos se desperdician cada año en nuestro planeta. De este total aproximadamente 55% son frutas y hortalizas. Dada la situación los países del mundo entero han hecho un compromiso de buscar nuevas tecnologías que ayuden a prolongar la vida útil de los alimentos y reducir este déficit alimentario global (FAO, 2017).

Dentro del grupo de alimentos que merecen una especial atención encontramos a la lúcuma (García D. 2016). Esta es una fruta climatérica, una vez cosechada acelera su proceso de maduración donde desarrolla múltiples reacciones químicas (Janampa, C., 2017). Además, esta es una fuente interesante de diversos compuestos que se pueden analizar de diversos aspectos como nutricional, organoléptico y funcional (Fuentealba *et al.*, 2016; García D. 2016).

También, debido a su sabor exótico y valor nutritivo, la lúcuma ha sido utilizada desde épocas ancestrales en la dieta de poblaciones que pertenece a la costa y sierra del Perú, cultivándose entre los 100-3000 msnm (Janampa, C., 2017).

En los últimos años la lúcuma que se produce en nuestro país a tenido diversos destinos, como por ejemplo Chile (8,9%), Estados Unidos (6,6%), España (2,3%) entre otros (ADEX, 2014). De igual manera, ha existido una creciente demanda de este producto (MINAGRI, 2015), lo que ha generado expectativas en los inversionistas. Por otra parte, la tendencia del mercado mundial de productos industrializados, se orienta a alimentos funcionales que presenten propiedades antioxidantes y anti - cancerígenas (Vidal, N. 2019).

Entonces, si sumamos sus propiedades funcionales con su agradable sabor, aroma exótico y suave textura, le otorgan diversas posibilidades para su utilización, por lo que la lúcuma es una alternativa atractiva para el consumidor moderno, en sus diversas presentaciones (Del Castillo R., 2006). Las presentaciones más comunes son en fruta fresca, fruta deshidratada, en puré de lúcuma liofilizadas (Del

Castillo R., 2006). Sin embargo, los mercados de hoy en día exigen nuevas presentaciones que mejoren no solo su conservación sino sus tributos, y adicionalmente su costo no sea elevado.

Actualmente se cuenta con nuevas de técnicas de conservación de alimentos que permiten la obtención productos de excelente calidad nutricional, sin afectar considerablemente sus características sensoriales y nutricionales, incorporando nutrientes y sustancia prebióticas que permiten compensar las pérdidas de peso; logrando mejorar su rendimiento físico y económico. En ese marco aparece el tratamiento osmótico como una alternativa que cumple con estos requisitos. Por lo que el presente estudio busca manipular experimentalmente variables del proceso de deshidratación osmótica y complementar su acción con un secado con aire caliente para reducir las pérdidas nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el efecto de la temperatura y concentración de sólidos solubles de la solución osmótica sobre las propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad general de la lúcuma (*Pouteria Lúcuma*)?

### **1.2.2. Problemas Específicos.**

¿Cuáles son las características físicas y químicas de los frutos de lúcuma (*Pouteria Lúcuma*)?

¿Cuál es el efecto de la temperatura y concentración de sólidos solubles de la solución osmótica sobre las propiedades fisicoquímicas de la lúcuma (*Pouteria Lúcuma*)?

¿Cuál es el efecto de la temperatura y concentración de sólidos solubles de la solución osmótica sobre la aceptabilidad general de la lúcuma (*Pouteria Lúcuma*)?

### **1.3. Justificación del Estudio**

El presente estudio busca mejorar las condiciones de procesamiento de la lúcuma, presentando una nueva alternativa de procesado. En esta se combinan dos procesos que tienen el mismo objetivo, pero se realizan de forma distinta, la osmo -deshidratación y la deshidratación con aire caliente. Mediante la manipulación experimental de la temperatura y concentración de sólidos solubles de la solución osmótica en acción conjunta con el secado con aire caliente, se permitirá no someter al fruto a prolongados tiempos de deshidratación y altas temperaturas que no hacen más que empobrecer las características nutricionales y provoca cambios poco deseables en la pulpa del mismo. El empleo de ambos métodos permitirá conservar mejor las características fisicoquímicas y sensoriales del fruto de lúcuma, además de prolongar su vida útil.

De esta manera, el estudio concluirá obteniendo los parámetros adecuados para que los frutos de lúcuma (*Pouteria lúcuma*) una vez procesados mediante esta nueva metodología no pierdan sus propiedades sensoriales, es decir, que su grado de aceptación al consumidor no se vea afectado.

### **1.4. Objetivo de la Investigación**

#### **1.4.1. Objetivo General.**

Determinar el efecto de la temperatura y concentración de sólidos solubles de la solución osmótica sobre las propiedades fisicoquímicas y grado de aceptación de la lúcuma (*Pouteria Lúcuma*).

#### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

Determinar las características físicas y químicas de los frutos de lúcuma (*Pouteria Lúcuma*).

Determinar el efecto de la temperatura y concentración de sólidos solubles de la solución osmótica sobre las propiedades fisicoquímicas de la lúcuma (*Pouteria Lúcumá*).

Determinar el efecto de la temperatura y concentración de sólidos solubles de la solución osmótica sobre la aceptabilidad general de la lúcuma (*PouteriaLúcumá*).

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales.

*De Florio, E; Figueroa, A.; Guido, E. y Vega, L. (2016)* en su investigación titulada “**Secado solar técnico de lúcuma**” busca brindar una solución al alto nivel perecible que tiene el fruto de lúcuma, mediante la aplicación del secado solar controlado. En esta investigación se realizó una serie de actividades de acondicionamiento previas al fruto de lúcuma como lavado, pelado, cortado para que posteriormente se trabaje con dos grupos, uno sin sulfatar y el otro sulfatado. Una vez hecha la separación se procedió a emplear el secado solar técnico, molienda y envasado.

El rendimiento de la lúcuma fue: peso total de Materia Prima 581 gr., pesode la cáscara más pepa 213 gr., peso de la Pulpa 368 gr. y el rendimiento de Materia Prima 63.33%, más bajo que el obtenido para la variedad giraldo, debido al pelado la fruta. Las características organolépticas del producto final fueron que seguía teniendo el color, olor, sabor característico, textura dura, los realizados con un panel semi entrenado, dan que no existen diferencias significativas entre el sabor de las muestras obtenidas por secado solar tradicional y el secado solar técnico.

En operaciones preliminares para el secado, el sulfitado no es necesario, no presentó alteración de color. El porcentaje de humedad final (9.26%), obtenido para el secado solar técnico fue adecuado. En valores de humedad cercanos a la Humedad de Equilibrio del producto se establece una serie de estados de hidratación (noche) y deshidratación (día). Las temperaturas ambientales iban desde 24,9°C (máxima) a 13.1°C (mínima) y en el área de secado va desde 47°C (máxima) y 20°C (mínima) durante las horas de sol; pero, la temperatura mínima de trabajo se consideró como 30°C.

El producto obtenido por el método de secado solar técnico conservó las características organolépticas del producto fresco, excepto que la textura de pastosa de fruta pasa a dura.

De los resultados de la evaluación organoléptica se puede concluir que no existe diferencia significativa del sabor entre la muestra obtenida por Secado Solar Tradicional y Secado Solar Técnico.

El porcentaje de humedad final obtenido para el secado solar técnico fue adecuado. Las diferentes velocidades de secado son difíciles de determinar por las características de la complejidad de los alimentos y aleatoriedad de los factores de secado (De Florio E.; Figueroa A.; Guido E. & Vega, L., 2010, p.79).

**Gamboa D, Ibáñez D, Meléndez, M. Paredes, E. y Siche R. (2014)** en su trabajo de investigación “**Secado de lúcuma (*Pouteria obovata*) empleando la técnica de Ventana Refractante**” busca evaluar el efecto del espesor de pulpa de lúcuma y el tiempo de secado en la humedad y color el producto resultante. Para este propósito se utilizó un diseño compuesto central rotable (DCCR) con el tiempo entre 10 y 15 min y el espeso entre 1 y 3 mm. Se empleó también una temperatura fija de 95°C y lámina mylar (polietileno de tereftalato metalizado) como película refractante de 0,1 mm.

Este estudio llega a la conclusión que el secado mediante ventana refractante (RW), se basa en la trasmisión de energía térmica de agua caliente que circula en el equipo a través de una película de contacto o polímero conductor que contiene el producto en la superficie de este. Se determinó también, que un tiempo de 15 minutos y con un espesor de 1,29 mm se logra obtener un 9,82% de humedad. En estas condiciones la muestra exhibe una difusividad promedio de  $2,534 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  la cual es mayor que las exhibidas por las muestras secadas en estufa ( $9,75 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ ), lo que significó que la técnica RW obtiene velocidades de secado mayores a los métodos tradicionales. Por último, este método no tuvo influencia significativa en el color, demostrándose que es ideal para obtener productos deshidratados de mejor calidad (Gamboa D.; Ibáñez D.; Meléndez M.; Paredes E. & Siche R., 2014).

**Valiente, K. y Pazos, Y. (2014)** en su tesis titulada “**Estudio comparativo de la calidad de harina de lúcuma (*Pouteria lúcuma*) deshidratada mediante liofilización y aire caliente**” tienen como finalidad evaluar dos tipos de secados, liofilización y aire caliente en la obtención de harina empleó lúcuma (*Pouteria*

Lúcuma) de la variedad Seda, como materia prima para la obtención de harina, para luego evaluar y comparar sus características fisicoquímicas. Para la obtención de la harina se siguió un flujo de procesamiento que comprendía: selección y clasificación, lavado, escaldado (a 100°C x 5", de ser el tratamiento indicado), pelado, cortado (en rodajas con 5 mm de espesor), embandejado (con densidad de carga de 3 kg/m<sup>2</sup> y 5 kg/m<sup>2</sup>), secado (se ensayaron 2 métodos de secado: Liofilización y Aire Caliente), molienda, tamizado y empacado. Con la finalidad de conocer el efecto de los tratamientos en el secado sobre las características del producto se determinó el índice de color, a la vez se realizó el análisis sensorial de dichas harinas. Determinamos la calidad del producto obtenido, de manera que mantenga sus características físico-químicas y organolépticas originales para su posterior uso.

Los autores concluyen que el efecto del escaldado en la calidad fisicoquímica de la harina de lúcuma deshidratada presentó una mayor variación total del color en el T 6 (AE = 30.72) y una menor variación total del color en el T 3 (AE = 12.93), teniendo el T3 una mayor aceptación sensorial con un puntaje de 3.83, con un calificativo de bueno. La densidad de carga influyó directamente en el tiempo de secado del producto, siendo para el Liofilizado: con  $p = 3\text{kg/m}^2$  - 7 horas y  $p = 5\text{kg/m}^2$  - 9 horas, mientras que para el método de secado por Aire Caliente con  $p = 3\text{kg/m}^2$  - 8 horas y  $p = 5\text{kg/m}^2$  - 10 horas. El método de liofilización presentó mejores características fisicoquímicas por tener menor cantidad de humedad (8.82%), en comparación al método por Aire caliente (9.29% humedad). Se evaluó las características fisicoquímicas y sensoriales de la harina deshidratada de lúcuma, con la finalidad de evaluar su variación con respecto a la materia prima. Para el Liofilizado: cenizas=2.17%, pH=5.59, contenido de grasa= 2.16%; para Aire Caliente: cenizas=2.04%, pH=6.23, contenido de grasa= 2.18%; siendo los valores esperados, en cuanto al análisis sensorial se obtuvo una mejor harina deshidratada de Lúcuma con el método desecado por Liofilización, con escaldado y  $p = 3\text{kg/m}^2$  (T3) (Valiente, K. & Pazos Y. 2014, p.108-109).

**Castro, N. (2011)** en su tesis titulada **“Osmodeshidratación del Aguaymanto (Physalis peruviana)”** mediante un diseño experimental de 3 x 3 x 3 encontró las

condiciones óptimas de osmo-deshidratación para prolongar la vida útil de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*). Esta investigación se enmarca en las medidas biométricas de los frutos de aguaymanto propios del Callejón de Huaylas. Los frutos fueron previamente acondicionados y sometidos a deshidratación osmótica en soluciones de miel de abeja de 35-45-50 grados Brix, a temperaturas de 25-30-35°C y tiempos de inmersión de 150-180-210 minutos. Como resultado se obtuvo que los parámetros óptimos para la osmodeshidratación del aguaymanto son cuando las condiciones son las siguientes: 50 °Brix, 35°C y un lapso de tiempo de 150 minutos para alcanzar equilibrio. Esta combinación permite mantener las calidades del fruto de aguaymanto en condiciones óptimas por más de 30 días, sin alterar su forma ni textura.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales.**

**Fernández, Muñiz S.; García A.; Cervantes R. & Fernández D. (2015)** en su trabajo de investigación denominado **“Cinética de secado de fruta bomba (Carica papaya L., cv. Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente”**, buscan evaluar el comportamiento cinético de las principales propiedades de la fruta bomba (*Carica papaya L.*, cv. Maradol Roja) durante los procesos agroindustriales de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. Para este propósito los frutos se acondicionaron en trozos de forma cúbica de 2,5x2,5x1,0+/-0,02 cm (ancho, largo y espesor) y se deshidrataron con un tratamiento osmótico (60°C durante 10 horas) y flujo de aire caliente (60°C por 5 horas). Durante ambos procesos de deshidratado se evaluó las variaciones en los aspectos de masa, firmeza y porcentaje de pérdida de peso para luego utilizando un software estadístico se aplicó la prueba de varianza múltiple obteniendo como resultado que ambos no difieren estadísticamente uno del otro. Sin embargo, al cambio de estos componentes con respecto al tiempo si se encontró diferencias significativas (Fernández, Muñiz, García, Cervantes, & Fernández, 2015).

**Mahecha J. (2011)** en su tesis titulada **“Determinación de los parámetros para la simulación matemática del proceso de deshidratación de la uchuva (*Physalis Peruviana L.*)”** tiene como objetivo la obtención de los parámetros necesarios para la simulación matemática del proceso de deshidratación de la Uchuva (*Physalis*

Peruviana L.). Para este fin se evaluó el proceso de deshidratación utilizando aire caliente para dos pre tratamientos: escaldado, osmodes hidratado y testigo sin ningún tratamiento especial. Como parámetros necesarios para la simulación matemática del proceso de deshidratación de la uchuva se determinaron las ecuaciones de humedad de equilibrio (CHEq), velocidad de secado, calor latente de vaporización y calor específico del producto. Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la uchuva deshidratada antes y después del proceso. Con los resultados obtenidos se realizó la simulación matemática del proceso de deshidratado utilizando el modelo matemático de secado en capa delgada de Roa. Se logró determinar que las mejores condiciones de operación del sistema de deshidratación corresponden a una temperatura del aire de 60°C y una velocidad de aire de 3 m/s para una carga de producto de 13,3 kg/m<sup>2</sup> (Mahecha, J., 2011, p.7).

## **2.2. Bases Teóricas de las Variables**

### **2.2.1. Lúcumas.**

#### **2.2.1.1. Descripción General**

La lúcumas (*Pouteria lucuma*) es un árbol frutal perteneciente a la familia Sapotaceae nativo de Perú, Ecuador y Chile (Jordan M., 1996; Yahida E. et al., 2011; García D. 2016). En el Perú se puede encontrar en la sierra baja, aunque también es posible su crecimiento desde el nivel del mar hasta una altitud de 3000 msnm, su rango de temperaturas adecuadas para su crecimiento se encuentra entre 8 y 27°C y una humedad relativa de entre 80-90% (MINAGRI, 2015).

El fruto tiene como característica presentar una forma elíptica o ovoide con un ápice que puede encontrarse en punta o deprimido con diámetro común entre 7.5 a 10 cm y un peso entre 150 a 200 gramos (Jordan M., 1996). Como característica del epicarpio (o cáscara) tenemos que es delgado, de color verde, en ocasiones puede tornarse amarillo-anaranjado, y de sabor y aroma característicos. Las variedades comerciales que se pueden considerar más comunes son “Seda” y “Palo”. Teniendo la particularidad de que la primera es preferida para el consumo directo, mientras que la segunda para la producción de harina (Yahida, E. et al.,

2011; MINAGRI, 2015; García, D., 2016).

### **2.2.1.2. Descripción Taxonómica**

- Nombre común: Lúcumá “lúcma”
- Nombre científico: Pouteria lúcumá R&L
- Orden: Ebanales
- Familia: Sapotaceae
- Género: Pouteria
- Especie: Lúcumá (Del Castillo R., 2006, p.5).

### **2.2.1.3. Descripción Botánica del Lúcumo**

Como característica de la plata tenemos:

Es un frutal semi -caducifolio de amplia adaptabilidad, que se encuentra desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. Se trata de un árbol que alcanza 15 a 20 m de altura, 1,5 m de diámetro en la base y con diámetro de copa de 6 a 10 m. El lúcumo es un frutal de follaje siempre verde, muy vigoroso, de gran longevidad. Se desarrolla en climas tropicales y subtropicales; tolera lluvias temporales, mas no precipitaciones constantes. Su hábitat natural es la sierra baja. El rango de temperatura donde se desarrolla comprende de 8 a 27°C y humedad de 80% a 90%, siendo el rango óptimo de 14 a 24 °C. Se adapta a climas fríos constantes, pero no tolera fuertes heladas, pudiendo morir a temperaturas menores de 5°C. (Del Castillo, 2006, p.5)

Este árbol se adapta fácilmente a suelos arenosos y rocosos, de buen drenaje, además de tolerar suelos con cierto porcentaje de sal y cal. Con respecto al ph este puede variar entre 6 y 7.

Con respecto al fruto, este es una vaya coloidal o esférica comprimida basalmente, de aproximadamente 4 a 17 cm de diámetro, con la cáscara color verde o amarillo-naranja. El endocarpio que envuelve la semilla es delgado y marrón claro. El mesocarpio generalmente es de sabor y aroma agradable, amarillo o naranja intenso, su textura es harinosa. (Villanueva C., 2002; Del Castillo, 2006, p.5-6).

#### 2.2.1.4. Composición Química y Valor Nutricional

El fruto de lúcuma ( Pouteria lúcuma) contiene altos niveles de proteína, teniendo rangos de 1.5-2.4 g por cada 100 g de muestra, teniendo adelante únicamente la palta con 4.2 g, plátano verde con 4 g, coco con 3.2 g y maracuyá con 2.8

g. (Villanueva, C., 2002). Además, es una fuente importante de carbohidratos y azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa e inositol). Destacando que en su fase “verde” presenta solo sacarosa como azúcar en su composición (Valiente, M. & Pazos, Y., 2014).

Con respecto a su contenido de vitaminas, este fruto presenta niveles importantes de niacina con 1.96 mg/100g de muestra. Además, cuenta con minerales como calcio, fósforo y hierro (Valiente, M. & Pazos Y., 2014).

Si hablamos de pigmentos, esta fruta tiene como característica presentar en la pulpa un significativo contenido de pigmentos de beta-caroteno (350 µg/mg). Se sabe también, que este pigmento funciona como un antioxidante (Valiente, M. & Pazos Y., 2014,p.23).

**Tabla 1. Composición química de 100 g de pulpa fresca de lúcuma**

COMPONENT	UNIDA	VALOR
ES	D	
Energía	Gr	99
Agua	Gr	72.3
Proteínas	Gr	1.5
Grasa	Gr	0.5
Carbohidratos	Gr	25
Fibra	Gr	1.3
Ceniza	Gr	0.7
Calcio	Mg	16
Fósforo	Mg	26
Hierro	Mg	0.4
Retinol	Ug	355
Tiamina	Mg	0.01
Riboflavina	Mg	0.14
Niacina	Mg	19.6
Ac. Ascórbico	<b>Mg</b>	2.2

Fuente. (Valiente, M. & Pazos, Y., 2014,p.23)

### **2.2.1.5. Importancia del Fruto**

La lúcuma, como ya se ha mencionado, tiene su origen andino, consta de forma ovoide, color entre amarillo y verde, aroma agradable y un sabor dulce intenso. En los últimos años esta súper fruta ha venido ganando bastante popularidad en el mercado internacional, y el pronóstico para su demanda es incrementarse (Maza-De la Quintana, R. & Paucar - Mencacho, L., 2020, p.135-142). Esto se debe a sus propiedades como alimento funcional, es decir, por sus componentes bioactivos como  $\beta$ -carotenos, niacina, compuestos fenólicos, fitoesteroles, entre otros que dotan a esta fruta de propiedades beneficiosas para la salud (Maza- De la Quintana, R. & Paucar-Menacho L., 2020, p.135-142). Además, se pueden mencionar su acción antiinflamatoria, efecto antioxidante, acción antidepresiva, antibacteriana, energizante, cicatrizante, y su uso como edulcorante natural. Sin contar que aún se siguen estudiando muchos de sus posibles otros beneficios (Maza-De la Quintana, R. & Paucar - Mencacho, L., 2020, p.135-142).

### **2.2.1.6. Utilización**

El árbol de lúcuma empieza a producir al cuarto o quinto año de ser cultivado; produce alrededor de 300 y 500 frutos al año, la cosecha es desarrollada en aproximadamente ocho meses y los frutos tiene un peso entre 100-200 g cada uno (Geilfus, F., 1994; Janampa, C., 2017, p.8). También, Popenoe *et al* (1989) citado por Janampa (2017) indican que una lúcuma puede incluso pesar hasta 1kg. El mismo autor argumenta que este árbol puede dar frutos fuera de temporada o por estrés fuera de sequía.

La lúcuma como fruto es de cultivo antiguo, pero su incursión en los procesos alimentarios es reciente. La pulpa puede consumirse fresca o procesada, en forma seca o en polvo, y puede usarse como insumo en la elaboración de helados, alimentos para bebés, yogures, galletas, batidos, barras de chocolate y postres (Dini, I., 2011; Janampa, C., 2017, p.9).

### 2.2.1.7. Producción Nacional

El árbol de lúcumo puede crecer bien en Sierra baja desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud, con temperatura de entre 8 a 27°C y con humedad relativa de 80-90 % (MINAGRI, 2018).

**Tabla 2. Producción Nacional de Lúcuma del 2015-2017 (Toneladas).**

DEPARTAMENTO/AÑO	2015	2016	2017
Ancash	127	144	97
Apurímac	8	56	43
Arequipa	516	612	559
Ayacucho	405	400	379
Huancavelica	5	52	54
Huánuco	110	109	126
Ica	1,732	1,930	190
Junín	9	100	104
La Libertad	806	858	944
Lambayeque	3	19	-
Lima	7,556	7,530	671
Lima Metropolitana	2,813	2,836	258
Loreto	113	131	132
Moquegua	9	86	122
Pisco	117	123	120
Piura	165	200	159
Total Nacional	14 819	15 186	14 040

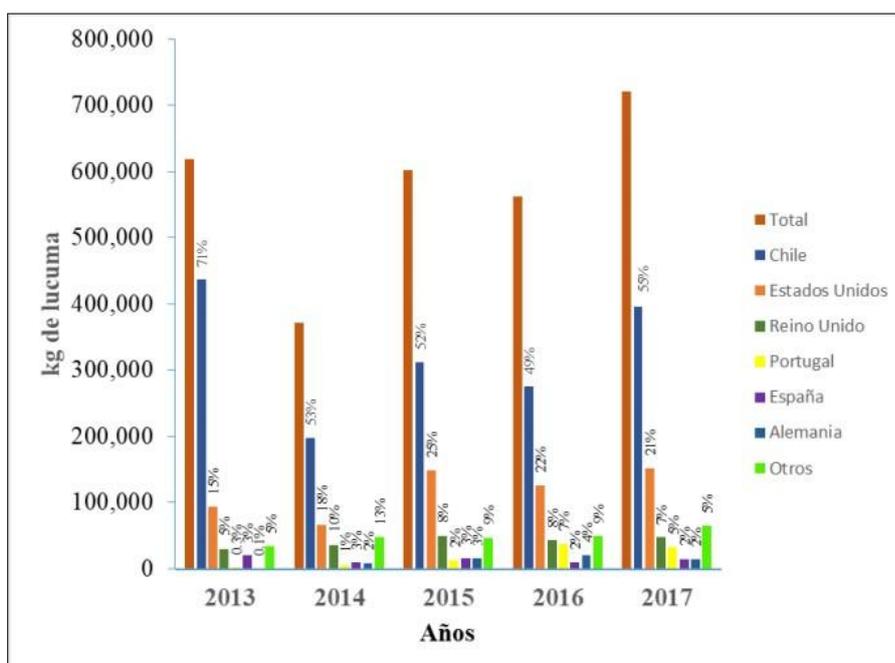
Fuente. MINAGRI (2018)

La producción de este fruto se ha mantenido ligeramente constante durante los últimos años, como se puede observar en la Tabla n° 2, que la cantidad producida el 2015 es de 14 819 ton y el 2018 es de 14 040 ton. A pesar de esto, se da la situación que algunos departamentos tienen casi toda la producción de este fruto (Tabla 2), estando Lima y Lima Metropolitana encabezando la lista de principales productores (66%), seguido de Ica (13.5%), Arequipa y Ayacucho (en promedio de 6.7%) (Inga, 2020, p.6-7).

### 2.2.1.8. Mercado Internacional

La lúcuma es un alimento con alto potencial de exportación; hecho que se atribuye principalmente a sus características sensoriales. En los últimos años las exportaciones de lúcuma han presentado un crecimiento del 17 por ciento, es decir han pasado de 618 220 a 721 485 kg (SIICEX, 2018).

Chile sigue siendo el principal importador, a pesar de que las cantidades importadas a este país han presentado una disminución desde 71 a 55 por ciento; pero a la vez se ha producido un incremento de los números en importaciones a Estados Unidos, valores que van desde el 15 al 22 por ciento entre los años 2013 a 2017 (Inga, 2020, p.6-7). De la misma forma, se ha abierto una ventana comercial hacia otros países como son el Reino Unido, Portugal, España (Inga, 2020, p.6-7).



**Figura 1.** Países Importadores de Lúcuma desde el 2013 hasta 2017

Fuente. Adaptado de SIICEX (2018)

### 2.2.2. Deshidratación y Secado

La remoción de agua de los alimentos mediante la deshidratación o secado de los mismos, es una operación unitaria muy antigua empleada para su conservación. Según Berk Z. (2018) los principales objetivos tecnológicos del secado son la

conservación del alimento como resultado de la reducción de su actividad de agua, reducción del peso y volumen, transformación del alimento en su estado fresco a uno que es más conveniente de almacenar, transportar y emplear; sin dejar de mencionar que le imprime características resaltantes como color, crocancia, textura, etc. La intensidad que tenga el secado determinará la intensidad de los cambios en las características mencionadas anteriormente.

Los alimentos perecederos, tales como frutas y hortalizas, presentan generalmente un contenido de agua que supera el 90% y son esos mismos los que sufren en mayor medida los cambios sensoriales y nutricionales luego de aplicados procesos como el secado convencional, ya que este somete a los alimentos a tiempos prolongados de temperaturas altas (Singh, P. & Heldman, D., 2014).

#### **2.2.2.1. Deshidratación por aire caliente**

El calor puede ser definido como la energía cinética total de todos los átomos o moléculas de una determinada sustancia (Suye, T., 2016). La transferencia de calor hace posible que el alimento reduzca su contenido de agua, este hecho ocurre cuando 2 cuerpos que constan de distintas temperaturas están en contacto y producen un flujo de calor que va desde el cuerpo de mayor temperatura al de menor.

En la situación en que un alimento está en contacto en un mismo medio con aire que se encuentra a una temperatura y humedad dada, este último brinda el calor latente necesario para que el agua del producto pase al estado gaseoso, es decir, a vapor (Aguado, J. et al., 2002, p.169). El vapor tiende a salir del cuerpo del alimento por difusión que se pierde en la película de aire en reposo que rodea la superficie de este, posteriormente alcanza la corriente de aire y la misma se encarga de arrastrarlo. La velocidad con que este proceso ocurre está supeditada a factores como la transferencia de materia entre el aire y el alimento, como también por la transmisión de calor (Aguado, J. et al., 2002, p.169). La transferencia de materia se da gracias a la gradiente existente entre la presión de vapor del alimento y la presión parcial de vapor de agua en el aire, fuerza impulsora de este movimiento (Aguado, J. et al., 2002, p.169).

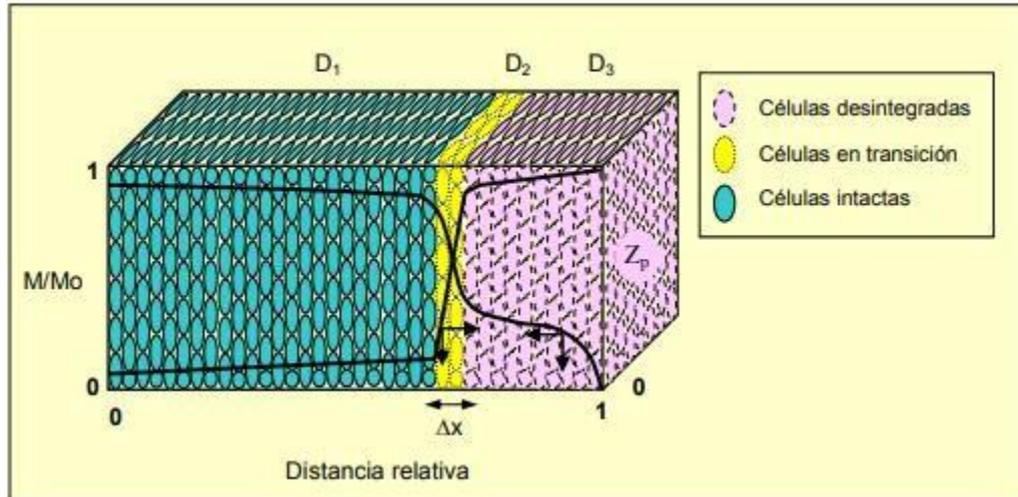
### **2.2.2.2. Deshidratación Osmótica**

La deshidratación osmótica (DO) se muestra como una alternativa que genera especial interés en sectores de procesamiento de productos vegetales, en especial las frutas, ya que es un proceso no térmico y de bajo costo (Ayala *et al.*, 2009) Este consiste en la reducción de agua de un producto que ha sido sumergido en una solución hipertónica por un tiempo y temperatura específicos (Ayala *et al.*, 2009). La extracción se debe a la fuerza impulsora que se crea por la alta presión osmótica de la solución o también por el gradiente generado por las distintas concentraciones entre el cuerpo y la solución hipertónica (Ayala *et al.*, 2010, p.539-540).

En el proceso de deshidratación osmótica se dan tres tipos de transferencia de masa en contracorriente: transferencia de agua del producto del producto a la solución osmótica, transferencia de soluto de la solución al producto y salida de solutos nativos (azúcares, ácidos orgánicos, minerales y vitaminas) que dan desde el producto hacia la solución, llegándose a considerar la última como despreciable por ser cuantitativamente muy pequeña (Sablani, S. & Rahman, M.,2003; Ayala *et al.*, 2010, p. 540).

### **2.2.2.3. Cinética de Tratamiento Osmótico**

La deshidratación osmótica se fundamenta principalmente en la ósmosis para reducir o remover el agua presente en el alimento. El mecanismo de remoción es mayormente por difusión. La complejidad de este tratamiento incurre en que se cuenta con dos componentes del sistema, uno homogéneo (solución) y el otro mayormente heterogéneo (alimento), por lo tanto, factores de la deshidratación como el curso que sigue el agua y la velocidad de deshidratación son muy variables y dependen de la constitución del tejido y la estructura celular del alimento.



**Figura 2.** Mecanismo de Deshidratación Osmótica de un Material Biológico

Fuente: Propia

Nota.  $Z_p$  y  $M/M_o$  son el índice de desintegración celular y el índice de desintegración celular y el contenido de humedad relativa, respectivamente.  $D_1$ ,  $D_2$ , y  $D_3$  son los coeficientes de difusión del agua desde el centro del material hasta el frente de difusión, a través del frente y a través del material tratado osmóticamente hacia la solución osmótica.  $\Delta x$  es el espesor del frente de deshidratación móvil (Reproducido con permiso de Trends in Food Science & Technology (13), Rastogi NK, Raghavarao KSMS, Niranjan K y Knorr D Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer, 2002).

Rasgoti et al. (2002) desarrollaron el modelo que se puede apreciar en la figura n° 2, en esta podemos apreciar los cambios que ocurren en un sistema alimentario mientras se da la deshidratación osmótica. El modelo se basa en que la deshidratación ( $\Delta x$ ) se desplaza hacia el centro del alimento mientras dura el proceso. Este paso genera una desintegración celular en la zona de deshidratada de la célula. El agua se transporta a través del alimento pasando por tres regiones, difundiéndose desde el centro del material hacia el frente de deshidratación, luego hay una difusión a través del frente y, por último, se difunde en la sección del material tratado osmóticamente.

Inicialmente, el agua traspasa por difusión la capa exterior de la muestra hacia el medio osmótico. Este hecho propicia una presión osmótica en la superficie del alimento, la cual tiende hacia un valor crítico. Una vez que el sistema alcanza

este valor crítico, la membrana celular se rompe y la célula se encoge. Este proceso se repite hasta generar una reducción desmesurada en el porcentaje de células intactas, lo cual se refleja en el índice de permeabilidad ( $Z_p$ ). Es decir,  $Z_p$  es un parámetro integral que indica la reducción relativa de células que están intactas en un momento del tiempo (Suca, C. & Suca, G., 2010, p.5).

Conforme el proceso sigue, el frente deshidratador ( $\Delta x$ ) continúa desplazándose hacia el centro del alimento. En esta etapa del proceso la deshidratación es muy rápida debido a la concentración del medio hipertónico. En la región central del alimento, aún se mantienen intactas, teniendo como coeficiente de difusión de agua ( $D_1$ ) un valor mucho menor que en otras regiones del alimento (Suca, C. & Suca, G., 2010, p.5).

#### **2.2.2.4. Aceptabilidad General**

La evaluación sensorial, como ciencia, nos permite medir, analizar e interpretar las características organolépticas y la aceptabilidad de un alimento mediante la percepción humana. Esta ciencia nos permite comprender al consumidor y optimizar nuestro producto a fin de satisfacerlo, logrando reducir la incertidumbre o falla cuando sale al mercado (Kemp, S., 2008). Esta ciencia también puede ser aplicada en áreas como formulación e ingredientes de alimentos, calidad, tiempo de vida anaquel, almacenamiento, nutrición y salud (Kemp, S., 2008).

Para poder cuantificar y entender el grado de aceptación de un producto, tenemos que transformar en un dígito lo percibido por el panelista, es decir, se hace uso de la escala hedónica. Esta técnica es la más popular para el análisis sensorial. Empieza por el valor mínimo que representa el valor máximo de disgusto, luego un valor neutral y posteriormente el valor máximo de agrado (Valencia, A., 2020).

Espinosa, J. (2007) nos menciona que para llevar a cabo esta prueba se le da al panelista más de dos pruebas codificadas y una ficha de escala hedónica verbal, que posteriormente pasarán a ser datos de una escala numérica. En las pruebas afectivas, los panelistas no necesitan estar entrenados, ya que, estos pueden haber sido escogidos aleatoriamente basándose en el consumo del alimento que se quiera evaluar.

### **III. MÉTODOS Y MATERIALES**

#### **3.1. Hipótesis de la Investigación**

##### **3.1.1. Hipótesis General**

La temperatura y la concentración de sólidos solubles de la solución osmótica tendrá influencia significativa sobre las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad general de la lúcuma (*Pouteria lúcuma*).

##### **3.1.2. Hipótesis Específicas**

Se determino las características físicas y químicas de los frutos de lúcuma(*Pouteria lúcuma*).

La temperatura y la concentración de sólidos solubles de la solución osmótica tendrá influencia significativa sobre las características fisicoquímicas de la lúcuma (*Pouteria Lúcuma*).

La temperatura y la concentración de sólidos solubles de la solución osmótica tendrá incidencia positiva en el grado de aceptación de la lúcuma (*Pouteria lúcuma*) tratada.

#### **3.2. Variables de Estudio**

##### **3.2.1. Definición Conceptual**

##### **3.2.1.1 Variable Independiente.**

##### **3.2.1.1.1. Tratamiento Osmótico.**

Es un método no térmico de deshidratación mediante el cual se logra obtener productos de humedad intermedia con muy buena calidad organoléptica (Reppa, 2011) Este método consiste en la extracción de agua de un producto sumergido en una solución hipertónica por tiempo y temperatura específicos (Ayala, A., Serna L.& Giraldo, C., 2009, pp.492-496).

##### **- Temperatura del Tratamiento**

Temperatura a la cual se someterá los trozos de lúcuma durante el tratamiento osmótico.

##### **- Concentración de la solución**

Cantidad de sacarosa presente en la solución, expresado en °Brix, que estará en contacto con los trozos de lúcumas, con el fin de generar un gradiente que deshidrate los mismos.

### 3.2.1.2. Variable Dependiente

#### 3.2.1.2.1. Propiedades fisicoquímicas

Son las condiciones que presenta los trozos de lúcumas antes, durante y después de aplicar el tratamiento térmico. Dentro de los cuales se estudiarán: grados Brix (°Brix), porcentaje de humedad (%H) y pH.

#### 3.2.1.2.2. Aceptabilidad general

Conjunto de técnicas para medir de forma precisa las respuestas humanas a los alimentos.

### 3.2.2. Definición Operacional

**Tabla 3. Definición Operacional de las Variables**

Variable Independiente			
Dimensiones	Indicador	Instrumento de medición	Unidades de medida
Concentración de sólidos solubles	Grados Brix 55 – 60 – 65	Refractómetro	% de sólidos solubles
Temperatura de tratamiento	Temperatura en °C 25 - 30 - 35	Termómetro	Grados Celsius
Variable Dependiente			
Dimensiones	Indicador	Instrumento de medición	Unidades de medida
Características fisicoquímicas	Porcentaje de pérdida de peso	Balanza de precisión	Gramos
	Acidez iónica Grados Brix	Refractómetro Potenciómetro	pH sólidos % de soluble
Aceptabilidad general	Valor ponderado	Escala hedónica	Numérica

*Fuente. Elaboración propia.*

### 3.3. Tipo y Nivel de la Investigación

La investigación es, según su propósito, del tipo aplicada; según su diseño, del tipo experimental y según el nivel, del tipo explicativa. Ya que permite manejar de forma deliberada las variables independientes. Estas, siguiendo un diseño completamente al azar, repercuten sobre las variables dependientes que se manejan con muestras de control para poder determinar su efecto.

El estudio es cuantitativo ya que recopila los valores numéricos de los trabajos empíricos para la contrastar la hipótesis (Hernandez, R. *et al*, 2001); este punto permite su estructuración para el manejo de resultados en la estadística descriptiva e inferencial, lo que magnifica el sentido de comprensión de los resultados.

La tesis es explicativa ya que muestra procesos y relaciones de causa efecto sobre los problemas representados por las variables para encontrar sus relaciones y poder discutir las con las referencias bibliográficas, como lo indica Hernandez, R. *et al* (2001).

### 3.4. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación se basa en un diseño factorial  $3^2$ , aplicándose 4 repeticiones. Es decir, 36 muestras en total.

		Temperatura					
		25 °C		30 °C		35 °C	
Concentración de sólidos solubles	55 °Brix	T1. 1	T1. 3	T2. 1	T2. 3	T3. 1	T3. 3
		T1. 2	T1. 4	T2. 2	T2. 4	T3. 2	T3. 4
		T4	T4	T5	T5	T6	T6
		.1	.3	.1	.3	.1	.3
	60 °Brix	T4	T4	T5	T5	T6	T6
		.2	.4	.2	.4	.2	.4
		T7. 1	T7. 3	T8. 1	T8. 3	T9. 1	T9. 3
		T7. 2	T7. 4	T8. 2	T8. 4	T9. 2	T9. 4
	65 °Brix	T7. 1	T7. 3	T8. 1	T8. 3	T9. 1	T9. 3
		T7. 2	T7. 4	T8. 2	T8. 4	T9. 2	T9. 4

**Figura 3.** Diseño Experimental de la Investigación

Fuente. Elaboración Propia.

### 3.5. Población y Muestra del Estudio

#### 3.5.1. Población

Se considera como población de esta investigación, el universo de lúcumas provenientes de distintas partes del país que se venden en el Mercado Mayorista Nro 2- La Victoria, durante el periodo de agosto a setiembre del año 2020.

#### 3.5.2. Muestra

El diseño estadístico empleado tiene la forma de un diseño factorial  $3^2$  con 4 repeticiones. El número de réplicas para este experimento se determinó con la ayuda de la siguiente formula y la aplicación previa de un experimento piloto que nos ayudó a determinar el valor de desviación estándar, que fue de 0.14. Cabe mencionar que la diferencia mínima que se espera obtener en los valores de las variables de salida ( $d_T$ ) fue considerada de 0.2.

$$n = \frac{2 \left( t_{(0.025, k \times n_0 - k)} \right)^2 \sigma^2}{(d_T)^2}$$

Donde

$K = 9$  tratamientos

$n_0 = 4$  repeticiones  $d_T = 0.2$

$\sigma = 0.14$

$n = 4.12$ , es decir, 4 repeticiones.

Lo que nos da un tamaño de muestra de 36 bayas de lúcumas.

### 3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

#### 3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos.

## **Recolección de Datos Primarios**

Los datos primarios se obtuvieron de la implicancia de las variables dependiente sobre las variables independientes y sus respectivas dimensiones en los, análisis físico químico y evaluación sensorial, que se reportan más adelante.

### **3.6.2. Instrumentos de Recolección de Datos.**

#### ***Materiales de Vidrio.***

- Probetas marca Sanal de 500 ml, 50 ml, 10 ml, 5 ml,
- Bureta marca Mohr de 50 ml
- Pipetas graduadas Pyrex de 5 ml, 10 ml
- Vasos de precipitado Pyrex de 50 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml.
- Matraces Erlenmeyer con tapón Pyrex de 100 ml, 200 ml, 300 ml.
- Fiolas aforadas con tapón Pyrex de 50 ml y 100 ml.
- Placas Petri Pyrex.
- Baguetas de 40 cm de longitud.
- Crisoles de porcelana resistente a temperatura de 1000°C.

#### ***Materiales de Plástico.***

- Bateas, baldes 20lt, jarras 1lt y coladores de plástico.

#### ***Materiales Varios.***

- Termómetro de mercurio Luft -10°C a +110°C con diámetro de 300 mm.
- Pinzas, espátulas y bandejas de acero inoxidable.
- Ollas, cuchillos de cocina y cucharas de acero inoxidable.
- Tela de tocuyo y de punto.
- Destilador de agua y campana desecadora.
- Tapas de plástico y tablas de picar.
- Balón de gas GLP de acero con capacidad de 45 kg.

#### ***Equipos.***

- Potenciómetro marca Checker, modelo HI 98190-30 de 0-14 a 20°C.
- Mufla eléctrica marca Naber, modelo F1400, temperatura 1100°C.

- Baño maría marca Memmert, modelo WNB-7, temperatura 0°C-100°C.
- Estufa eléctrica marca Binder, modelo FD 23L, temperatura 300°C.
- Refractómetro marca Yieryi, modelo RHS-10ATC de 0-100°Brix a 20°C.
- Cocinilla marca METAL MECANIC, modelo semi industrial.

Campana extractora de gases Cienytec, modelo EFD-4.

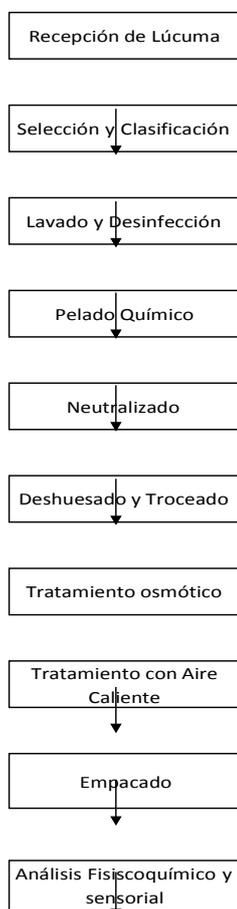
- Balanza analítica marca METTLER, modelo Ma 30 (0.001 - 200 gr.)
- Balanza eléctrica, marca BERKEL, modelo 1015, capacidad 5 Kg, sensibilidad de 0.5 g.
- Balanza tipo reloj, marca Valtox, modelo 310, capacidad 30 Kg, sensibilidad de 100 g.
- Cocinilla eléctrica marca Magefesa, modelo Dinamic Duo 8023.
- Molino tradicional marca San Ver, modelo 11707.
- Licuadora doméstica marca Oster, modelo 465-42, de 10 velocidades.
- Cocina a gas semi industrial marca Surge de 3 hornillas.
- Digestor micro Kjeldahl marca KDN modelo KDN-04C, muestra 0.2-2 gr.
- Equipo de titulación marca Kem, modelo MKA-520.

**Reactivos.**

Reactivos para el análisis físicos-químicos: Fenolftaleína al 1%, NaOH al 1N y 0.25N, HCl al 0.25 N, anaranjado de metilo al 0.5% en agua destilada (indicador), Rojo de fenol o Hinton (indicador), azul de metilo, soluciones buffer de 4 y 7 paracalibración del potenciómetro.

### 3.7. Metodología

#### 3.7.1. Diagrama de Flujo



**Figura 4.** Diagrama de Flujo de la Metodología de la experimentación

Fuente. Elaboración propia

#### - **Recepción de Lúcumas**

Se recibió la lúcumas proveniente del Mercado Mayorista Nro 2 de La Victoria.

#### - **Selección y Clasificación**

Se seleccionaron los frutos que no presenten daños mecánicos (magulladuras) o presencia de mohos en la superficie. Para este caso, no se descartó ningún fruto.

- **Lavado y Desinfección**

Se lavó la fruta para eliminar la suciedad o residuos u se desinfectó en una solución a base de agua e hipoclorito de sodio en 100 ppm por 5 minutos para reducir la carga microbiana.

- **Pelado**

Se peló la fruta mediante el método de pelado químico, usando soda cáustica(1%) a la temperatura de 80 °C, con la finalidad de no perjudicar el rendimiento de la operación.

- **Deshuesado y troceado**

Se retiró de forma manual la semilla y se procede a cortar los frutos en láminas de 4.0x3.0x1.5 cm para su mejor procesamiento osmótico.

- **Neutralizado**

Se neutralizaron las lúcumas peladas con agua acidulada con ácido cítrico aun pH de 3.5 para eliminar el exceso de soda. Tal como se observa en el ANEXO 06.

- **Tratamiento Osmótico**

Los trozos de lúcumas fueron sumergidos durante 120 minutos en tres tipos de soluciones hipertónicas (azucaradas) y a tres temperaturas diferentes de proceso, de acuerdo como se muestra en el esquema de la Figura n° 3 y el ANEXO 07.

- **Deshidratación con Aire Caliente**

El proceso consistió en la aplicación de aire caliente a los trozos de lúcumas previamente osmo-deshidratados, la temperatura del proceso fue de 45°C y este duró 180 minutos.

- ***Empacado***

Se empacó los y trozos tratados en bolsas trilaminadas para evitar que pueden volver a ganar humedad del medio.

- ***Análisis Físicoquímico y Sensorial***

Las muestras fueron separadas para los dos tipos de análisis. En el análisis físicoquímico se procedió a tomar en cuenta los valores de porcentaje de humedad, materia seca, °Brix y pH. El detalle de los mismos se menciona a detalle en el siguiente punto. Las muestras separadas para el análisis de aceptabilidad general se procedieron a codificar y se hizo una prueba de degustación.

### **3.8. Métodos de Análisis de Datos**

#### **3.8.1. Métodos**

- ***Determinación de Sólidos Solubles Totales (°Brix)***

La técnica utilizada para determinar los sólidos solubles totales fue la de refractometría. En este proceso se procedió a diluir en agua en relación 1:1, homogenizar y filtrar la muestra. Luego con el refractómetro limpio y calibrado se colocó una muestra sobre el prisma para realizar la lectura.

- ***Determinación de Humedad***

Se realizó la pérdida del agua libre mediante la estufa con aire de condiciones psicométricas a 105°C hasta que la lúcuma tenga peso constante.

- ***Determinación de pH***

Para el análisis de pH, se empleó la técnica de potenciometría a 20°C +/- 1. La herramienta que se utilizó fue el potenciómetro y con una dilución 1:3. Antes de realizar las mediciones se calibró el equipo empleando soluciones tampón 4,7 y

10; además, se procedió a limpiar los electrodos con agua destilada y secarlos con papel filtro para cada medición.

### **3.8.2. Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico se procedió a analizar los datos obtenidos del experimento utilizando el software Minitab 17, en el cual se determinó el nivel de influencia de cada uno de los factores del experimento en los resultados fisicoquímicos y sensoriales. Posteriormente utilizando la prueba de Duncan se comparó las medias de cada tratamiento, incluyendo los controles, con la finalidad de poder determinar cuál fue el mejor.

Para la evaluación sensorial, se utilizó comparaciones múltiples no paramétricas que nos permitieron analizar los datos basándonos en la prueba de clasificación de Friedman y el coeficiente de concordancia de Kendall (Valencia, A., 2020)

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características Físicas y Químicas de los Frutos de Lúcuma

#### 4.1.1. Caracterización Biométrica de los Frutos de Lúcuma

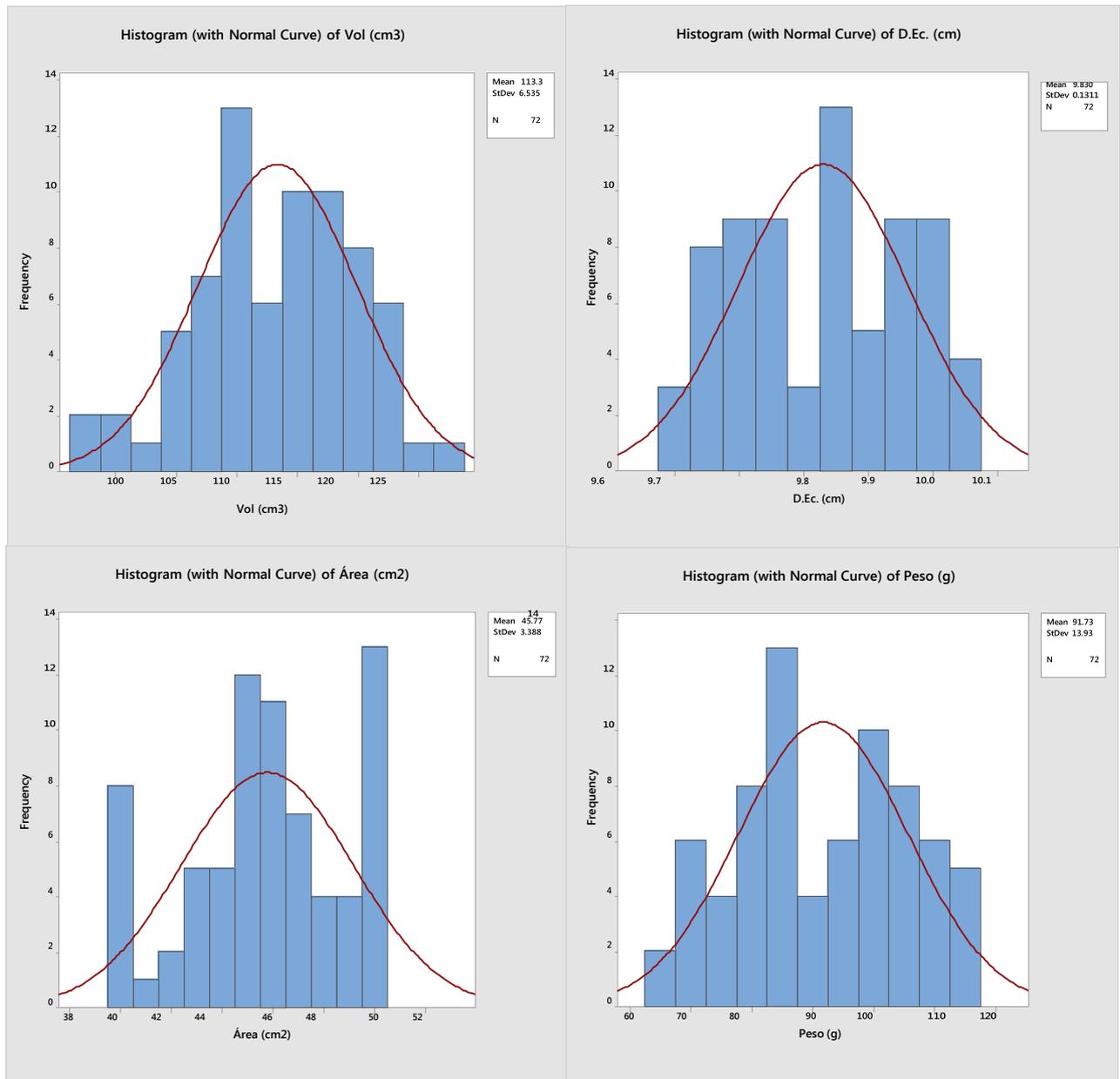
Se tomaron las medidas biométricas de los frutos de lúcuma provenientes del Mercado Mayorista Nro 2 La Victoria. Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 4. Medidas Biométricas de los Frutos de Lúcuma.**

Variable	Media	Máximo	Mínimo
Peso (g)	91.730	114.45	67.47
Área (cm <sup>2</sup> )	45.770	50.438	39.528
D.Ec. (cm)	9.830	10.052	9.591
Vol (cm <sup>3</sup> )	113.340	127.15	97.400

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** Se procedió a tomar las medidas biométricas de los distintos frutos de lúcuma obtenidos del mercado. Como resultado se obtuvo que los pesos de los frutos varían desde 67.47 a 114.45 gramos y que como peso promedio del frutose tiene el valor de 91.73 gramos. Con respecto al área, diámetro ecuatorial y volumen se obtuvieron los valores de 45.770 cm<sup>2</sup>, 9.830 cm y 113.34 cm<sup>3</sup> respectivamente.



**Figura 5.** Histograma de Valores Biométricos de los Frutos de Lúcumá

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** Los datos obtenidos presentan una distribución variada, en la mayoría de los casos no se asemeja exactamente a la campana de Gauss. A pesar de ello, el software nos permite obtener datos descriptivos como la media y desviación estándar de cada uno de las medidas anteriormente mencionadas.

#### 4.1.2. Propiedades Fisicoquímicas de los Frutos de Lúcumá

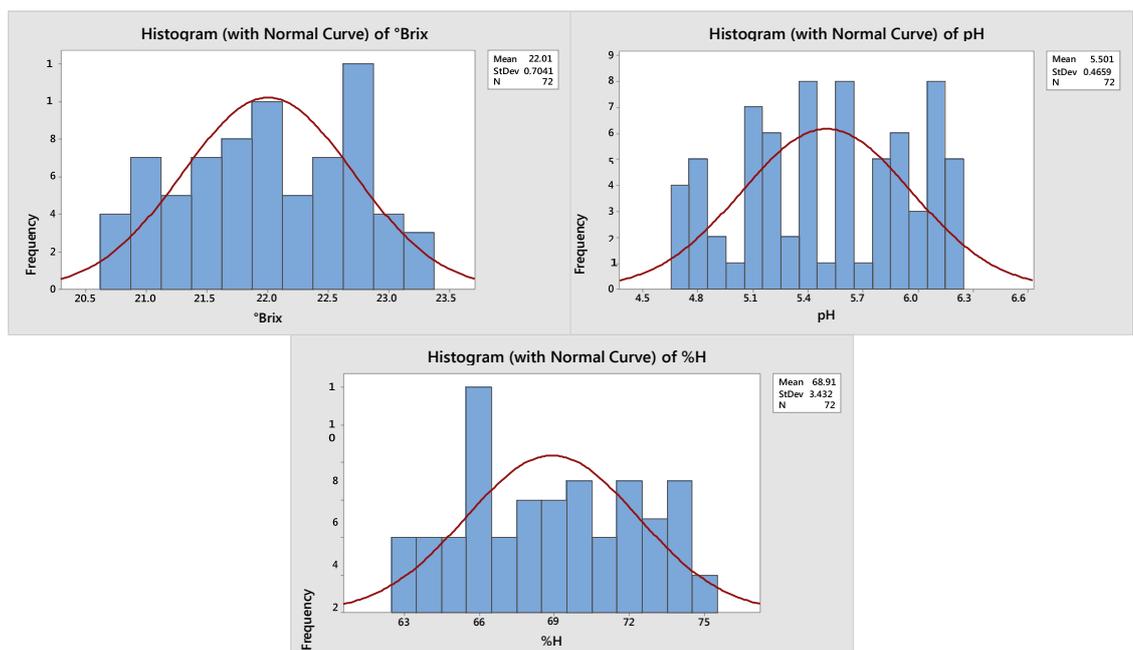
Luego de medir las características biométricas de los frutos de lúcumá, se procedió a determinar sus propiedades fisicoquímicas principales.

**Tabla 5. Características Fisicoquímicas de los Frutos de Lúcumá**

Variable	Media	Máximo	Mínimo
%Humedad	68.912	74.890	63.030
pH	5.501	7.196	4.691
°Brix	22.008	23.195	20.695

Fuente. Datos obtenidos laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** Los resultados obtenidos en las características fisicoquímicas de los frutos se pueden apreciar en la anterior tabla, donde rescatamos los valores promedio de Porcentaje de agua, Sólidos solubles y pH que son 68.912, 5.501 y 22.008 respectivamente.



**Figura 6.** Histograma de Valores Fisicoquímicos de los Frutos de Lúcumá

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. procesados en Minitab 17.

**Nota.** Los datos obtenidos presentan una distribución variada, en la mayoría de los casos asemeja el comportamiento de la campana de Gauss. A pesar de ello, el software nos permite obtener datos descriptivos como la media y desviación estándar de cada uno de las medidas anteriormente mencionadas.

## 4.2. Efecto del Tratamiento osmótico/Secado con Aire Caliente

### 4.2.1. Porcentaje de Pérdida de Peso (%pp).

**Tabla 6.** Porcentaje de pérdida de peso (% pp) en las muestras tratadas con Deshidratación Osmótica complementada con Deshidratación con Aire Caliente

T°/°B	55°C	60°C	65°C
25	63.39	63.42	62.13
25	63.04	63.01	61.88
25	63.71	63.88	61.98
25	64.64	63.21	61.53
30	62.77	62.08	62.08
30	62.11	62.46	62.02
30	62.06	62.09	64.98
30	62.98	62.90	62.09
35	65.00	64.10	64.81
35	65.60	63.09	63.13
35	65.33	65.5	64.22
35	65.18	64.40	63.47

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en el software Excel.

**Nota.** Una vez realizado la Deshidratación Osmótica y complementada con el secado con aire caliente se procedió a medir el porcentaje de peso perdido, es decir, la cantidad de agua que perdieron los frutos en ambos procesos.

#### 4.2.1.1. Análisis de Varianza (ANOVA) para %pp.

**Tabla 7. ANOVA para Porcentaje de Pérdida de Peso (%pp)**

Entrada	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	p
°Brix	2	5.501	2.7506	5.17	0.013
T°	2	24.725	12.3626	23.24	0.000
°Brix*T°	4	6.417	1.6043	3.02	0.035
Error	27	14.361	0.5319		
Total	35	51.005			

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en *Minitab 17*.

**Nota.** En análisis de varianza nos indica que ambos factores, grados Brix y Temperatura, influyen de manera significativa en la variable pérdida de peso, ya que cuentan con un valor de significancia menor a 0.05. Además, el valor de significancia de la interacción (0.035) nos indica que la acción conjunta de ambos también tiene un impacto significativo en el porcentaje de pérdida de peso.

#### 4.2.1.2. Prueba Tukey para %pp.

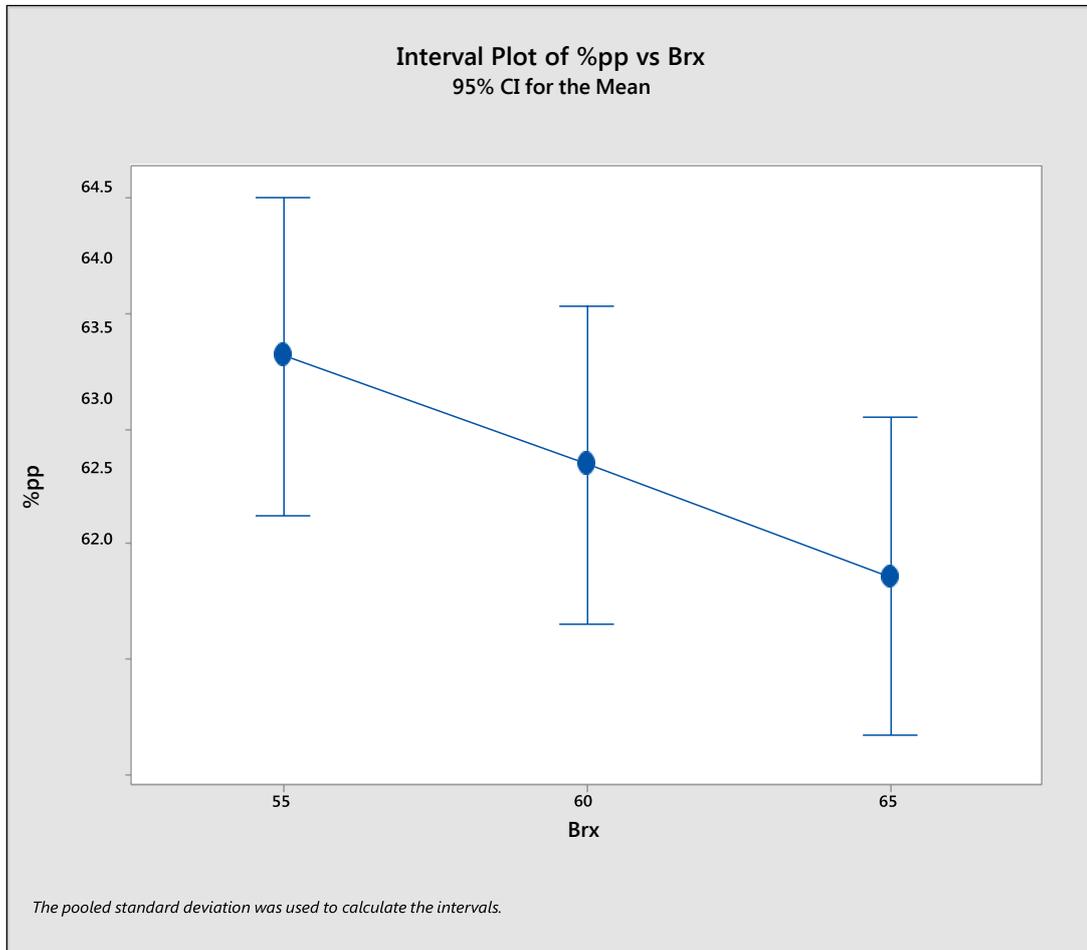
**Tabla 8. Prueba de Comparación de Rangos Múltiples Tukey para %pp vs °Brix**

°Brix	N	Media	Agrupación
55	12	63.817	A
60	12	63.345	A
65	12	62.86	A

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en *Minitab 17*.

**Nota.** La prueba para comparar rangos múltiples de Tukey nos permite determinar si entre los niveles del factor °Brix existe alguno que se diferencie significativamente los demás. Para este caso no existe diferencia significativa entre los niveles del

factor °Brix, ya que todos presentan la letra “A” como agrupación.



**Figura 7.** Gráfico de Intervalos %pp vs °Brix

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

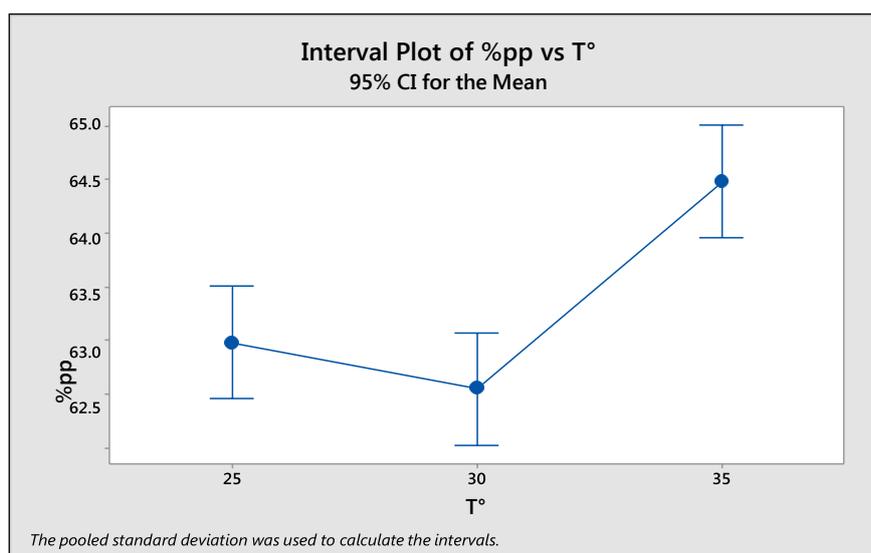
**Nota.** La gráfica de intervalos muestra la relación entre la variable de entrada °Brix de la solución deshidratante y la variable salida %pp de los trozos de lúcumas. Tal como se puede apreciar los tres intervalos se sobrepone entre ellos, lo que corrobora lo observado en la Tabla 8 que indica que no existe diferencia significativa entre los rangos de valores de los tres niveles de la variable °Brix. Sin embargo, podemos destacar una mayor pérdida de peso cuando la variable °Brix está en el nivel de 55 °Brix de solución deshidratante.

**Tabla 9. Prueba de Comparación de Rangos Múltiples Tukey para %pp vs T°**

T°	N	Media	Agrupación
3	12	64.486	A
5			
2	12	62.985	B
5			
3	12	62.552	B
0			

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** Para poder determinar el nivel de la variable Temperatura que permite deshidratar en mayor medida los trozos de lúcumas procesados se aplicó la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, la cual nos indica que la temperatura óptima para obtener valores de pérdida de peso mayores es la de 35°C.



**Figura 8.** Gráfico de Intervalos para %pp vs T°

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** La gráfica de intervalos nos permite corroborar lo expuesto en la tabla anterior, donde nos indica que la temperatura más adecuada de la solución deshidratante es la de 35°C ya que esta se diferencia significativamente (Tabla n°9) y visualmente como se aprecia en esta figura, donde se puede apreciar que el rango del intervalo correspondiente a la temperatura de 35°C no se sobrepone a los otros dos.

#### 4.2.2. Ph

**Tabla 10. Valores de pH de las muestras tratadas con Deshidratación Osmótica complementada con Deshidratación con Aire Caliente**

T°/°B	55°C	60°C	65°C
25	4.42	4.27	4.12
25	4.62	4.20	4.56
25	4.16	4.08	4.56
25	4.30	4.34	4.61
30	4.62	4.24	4.01
30	4.43	4.31	4.62
30	4.65	4.35	4.07
30	4.33	4.11	4.33
35	4.03	4.29	4.26
35	4.61	4.55	4.65
35	4.43	4.69	4.17
35	4.14	4.56	4.50

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en el software Excel.

**Nota.** Una vez realizado la Deshidratación Osmótica y complementada con el secado con aire caliente se procedió a tomar medidas de los valores de pH de las muestras, las cuales se pueden apreciar en la tabla.

##### 4.2.2.1. Análisis de Varianza (ANOVA) para pH.

**Tabla 11. ANOVA para pH**

Entrada	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	p
°Brix	2	0.02394	0.01197	0.30	0.745
T°	2	0.03041	0.0152	0.38	0.689
°Brix*T°	4	0.36176	0.09044	2.25	0.090
Error	27	1.08633	0.04023		
Total	35	1.50243			

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** En análisis de varianza nos indica las variables de entrada utilizadas en el proyecto no influyen significativamente en la variable de salida pH.

### 4.2.3. °Brix

**Tabla 12. Valores de °Brix de las muestras tratadas con Deshidratación Osmótica complementada con Deshidratación con Aire Caliente**

T°/°B	55°C	60°C	65°C
25	22.65	23.61	32.90
25	30.14	23.60	26.78
25	30.27	31.16	33.69
25	27.16	30.10	29.86
30	24.14	22.72	32.77
30	22.46	28.68	30.82
30	27.23	27.79	32.65
30	25.57	27.70	32.69
35	26.54	28.51	30.82
35	32.06	33.99	30.94
35	25.15	28.20	30.79
35	26.34	31.47	32.90

Fuente.  
Datos

obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en el software Excel.

**Nota.** Una vez realizado la Deshidratación Osmótica y complementada con el secado con aire caliente se procedió a tomar medidas de los valores de °Brix de las muestras, las cuales se pueden apreciar en la tabla.

#### 4.2.2.1. Análisis de Varianza (ANOVA) para °Brix.

**Tabla 13. ANOVA para °Brix**

Entrada	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	p
°Brix	2	146.57	73.283	9.46	0.001
T°	2	22.22	11.111	1.43	0.256
°Brix*T°	4	36.49	9.123	1.18	0.343
Error	27	209.11	7.745		
Total	35	414.39			

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17

**.Nota.** El análisis de varianza (ANOVA) nos muestra la influencia de las variables de entrada sobre la de salida, que para este caso es °Brix finales de los trozos de lúcumo. El resultado muestra que la variable Temperatura no influye significativamente sobre los °Brix finales de la muestra ( $p=0.256$ ). Mientras que los °Brix de la solución deshidratante si influye de manera significativa en los °Brix de la muestra final ( $p=0.001$ ).

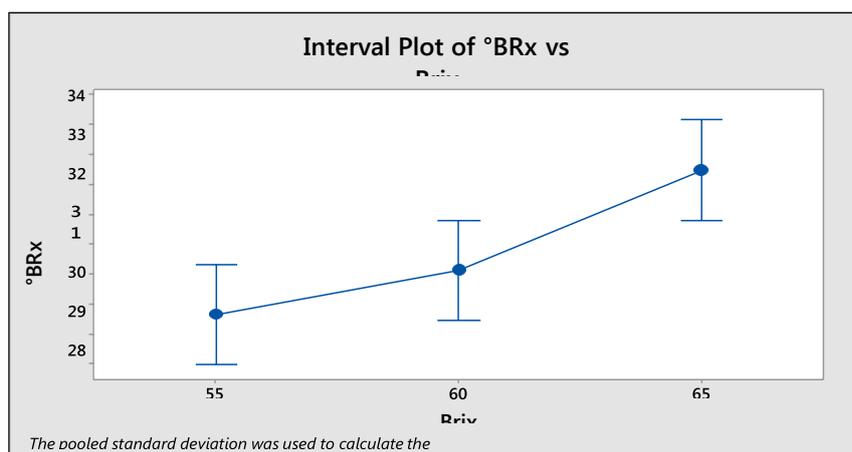
#### 4.2.2.2. Prueba Tukey para °Brix.

**Tabla 14. Prueba de Comparación de Rangos Múltiples Tukey para °Brix finales vs °Brix de la solución Deshidratante**

°Brix	N	Media	Agrupación
65	12	31.468	A
60	12	28.127	B
55	12	26.642	B

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** Para poder determinar el nivel de la variable °Brix que permite obtener valores de °Brix finales mayores aplicamos la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey. Esta prueba agrupa los niveles que no se diferencian significativamente usando una letra. En este caso podemos apreciar que cuando se utiliza la solución deshidratante de 65°Brix se obtiene trozos de lúcumas con mayores valores de °Brix.



**Figura 9.** Gráfico de Intervalos para °Brix Finales vs °Brix de la Solución Deshidratante

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** La gráfica de intervalos nos permite corroborar lo expuesto en la tabla anterior, donde nos indica que la concentración de solutos inicial (°Brix) más adecuada de la solución deshidratante es la de 65 °Brix ya que esta se diferencia significativamente (Tabla n°14) y visualmente como se aprecia en esta figura, donde se puede apreciar que el rango del intervalo correspondiente al valor de 65°Brix no se sobrepone a los otros dos.

### 4.3. Aceptabilidad General

#### 4.3.1. Prueba de Friedman.

**Tabla 15. Prueba de Friedman para Aceptabilidad General de los Trozos de Lúcuma Tratados**

---

S= 16.6; DF= 8 ; p= 0.035

---

<u>TRAT</u>	<u>N</u>	<u>Median</u>	<u>Ranks</u>
T 1	4	3.466	19.00
T 2	4	3.288	14.00
T 3	4	3.559	21.00
T 4	4	3.222	19.00
T 5	4	4.291	29.00
T 6	4	4.769	36.00
T 7	4	3.288	17.00
T 8	4	3.063	12.00
<u>T 9</u>	<u>4</u>	<u>3.041</u>	<u>13.00</u>

---

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en *Minitab 17*.

**Nota.** El test de Friedman nos permite determinar si por lo menos uno de los tratamientos (Véase ANEXO 02) difiere de los demás. Para el caso de aceptabilidad general se podría traducir como si por lo menos uno de los tratamientos disgusta o gusta más que los demás. Para nuestro caso, el valor de significancia muestra un valor menor a 0.05 ( $p= 0.035$ ). Esto quiere decir que si existe por lo menos un tratamiento que se diferencia de los demás con respecto a su aceptabilidad general. Para poder determinar con mayor precisión cómo es esta diferencia se aplicará el Test exacto de Fisher.

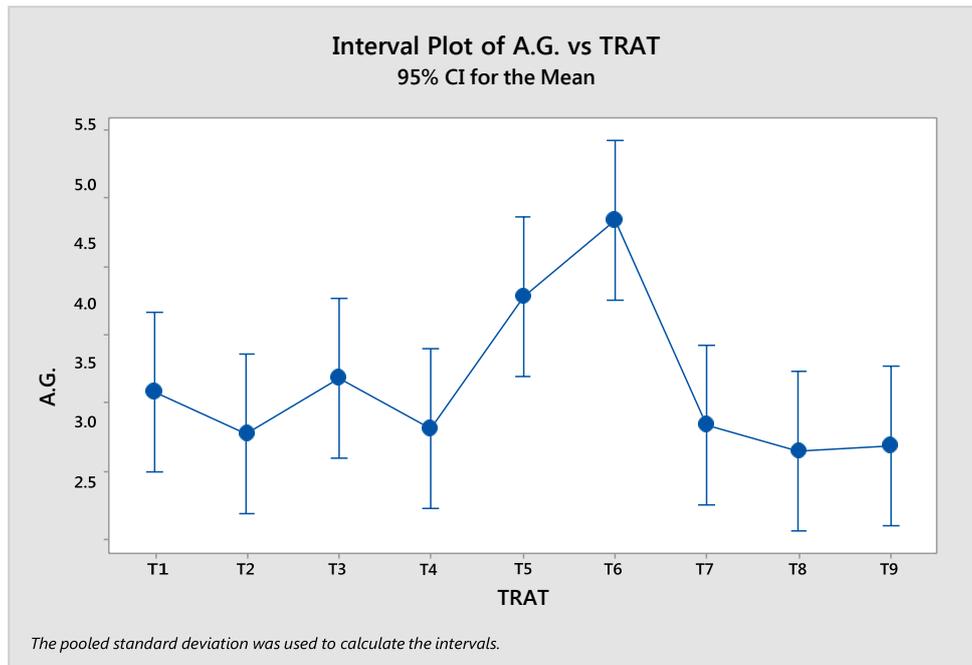
### 4.3.2. Test de Fisher

**Tabla 16. Teste Exacto de Fisher para Aceptabilidad General**

<u>TRAT</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupamiento</u>
T6	4.838	A
T5	4.285	A B
T3	3.688	B C
T1	3.580	B C
T7	3.340	C
T4	3.315	C
T2	3.285	C
T9	3.188	C
<u>T8</u>	<u>3.157</u>	<u>C</u>

Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en *Minitab 17*.

**Nota.** La Tabla nos muestra los resultados del Test exacto de Fisher para la aceptabilidad general de los tratamientos. Se puede observar que los tratamientos 5 y 6 se diferencia de los demás, ya que cuenta con valores de aceptabilidad mayores que los demás (4.291 y 4.769 respectivamente). También podemos notar que los tratamientos 1 y 3 mostraron diferencia con los demás tratamientos restantes (3.580 y 3.688 respectivamente). Los valores de los tratamientos 8,9,2,4 y 7 presentaron valores similares.



**Figura 10.** Gráfico de Intervalos para Aceptabilidad General vs Tratamientos  
Fuente. Datos obtenidos en el laboratorio Industrias Sondor S.A.C. y procesados en Minitab 17.

**Nota.** La Figura nos muestra que de los nueve tratamientos los valores que destacan y se superponen en menor medida son el 5 y 6. Es decir ambos tratamientos destacaron con respecto a los demás con respecto a su aceptabilidad general. En otras palabras, podemos deducir que los valores de temperaturas de entre 30 y 35 °C en conjunto con 60 °Brix de solución deshidratante nos permiten obtener trozos de lúcumas más agradables.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo con Calzada, *et al* (1972) citado por Valencia, A. (2020) el fruto de lúcuma es una baya esférica, cónica o achatada (Valiente, K. & Pazos, Y., 2014) que presenta de 4 a 17 cm de diámetro (Valencia, A., 2020). Llega a alcanzar unos 15 cm de largo en algunas variedades y puede llegar a pesar aproximadamente 200 gramos (Valiente, K. & Pazos, Y., 2014). Los datos obtenidos en el experimento se asemejan a lo propuesto por los autores anteriormente citados. El diámetro ecuatorial promedio de las bayas de lúcuma utilizadas para esta investigación presentó un valor promedio de 9.830. El peso promedio de las bayas fue de 91.73 gramos, se cree que la diferencia con lo citado anteriormente se da debido a la variedad y estado de madurez. Entre otros datos que encajan simétricamente con lo anteriormente expuesto se obtuvo que el área promedio de las bayas de lúcuma es de 45.77 cm<sup>2</sup> y su volumen promedio es de 113.34 cm<sup>3</sup>.

Según Castillo, P. y Llajamango, D. (2010) los frutos de lúcuma en promedio se encuentran constituidos en su mayoría por agua (58 % aproximadamente) que se localiza concentrada en el mesocarpio. Esta fruta presenta valores de humedad menores a las mayoría de frutas que cuentan con porcentajes de humedad mayores al 80% (Maza-De la Quintana, R. & Paucar-Mencacho, L., 2020). El valor obtenido en la investigación promedió 68.912 y su rango fue desde 63.03 a 74.89. Autores como Yahia, E.M. y Gutiérrez-Orozco, F. (2011), MINSA (2017) y Duarte, O. & Paull, R., (2015) obtienen valores de humedad similares que se encuentran entre los rangos de 61.7 a 72.3%.

Janampa, C. (2017) indica que el valor promedio de pH para las bayas de lúcuma es de 6.2, respaldado por Macias, V. (2015) que en su investigación obtiene valores entre los rangos de 5.9 a 6.48. Sin embargo, el promedio obtenido en esta investigación es de 5.501 de pH. Hecho que se debe al índice de madurez del fruto, ya que, de acuerdo con Suárez, *et al* (2009) conforme avanza el proceso de maduración de la lúcuma, aumenta el ritmo de respiración producto lo que disminuye el pH producto de la desgradación de los ácidos orgánicos. Estos valores

inferiores son corroborados por Castro, C. (1999) y García, D. (2016) que en sus investigaciones obtuvieron valores de entre 5.63 y 5.89 de pH para frutos de lúcuma maduros.

En frutos tropicales como el mago maracuyá, papaya y plátano. A medida que aumenta el estado de madurez se presenta un aumento en los sólidos solubles (Janampa, C., 2017) esto se debe a la hidrólisis de diversos polisacáridos estructurales tales como el almidón, pectinas de la pared celular, hasta sus componentes monómeros básicos, por lo cual se acumulan azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa que son constituyentes de los principales sólidos solubles. Según Valencia, A. (2020) la piel de la lúcuma presenta 23.8°Brix, mientras que García, D. (2016) determinó que los valores de concentración de solutos para las variedades de lúcuma Beltran y Seda oscilan entre 21.7 y 23.4 °Brix. Hecho que se pudo corroborar en nuestro trabajo ya que se obtuvo valores de entre 20.695 a 23.195, teniendo como promedio 27.008 °Brix.

La mayor pérdida de agua se da en el secado, en razón del alto contenido de agua presente en la fruta fresca (Lavado, M., Yenque, J. & Robles, R., 2012). En los procesos de osmodeshidratación la mayor pérdida de agua se da dentro de los primeros 60 minutos del proceso, posteriormente la pérdida se da en menor escala (Maldonado, S., Santapaola, J., Torrez, M., & Garay, A., 2008). Los resultados muestran valores de pérdida de agua que oscilan entre 63.88 y 65.50 que nos permite obtener un producto más estable. El método trabajado en la presente reducir la humedad a valores de entre 7 y 9 % pudiéndose comparar con otros métodos como la liofilización (8.82) y secado por aire caliente (9,29) (Valiente, K. & Pazos, Y., 2014).

Con respecto al proceso de deshidratación se encontró significancia en ambas variables de entrada, es decir la temperatura y concentración de la solución deshidratante influyen significativamente en el porcentaje de pérdida de peso de los frutos de lúcuma. El análisis para comparar rangos múltiples nos permitió observar que la temperatura y concentración más adecuada para el proceso es la de 35°C y 55 °Brix respectivamente. Según Fernández, D. *et al* (2015) la falta de

diferenciación significativa en la prueba de Tukey para °Brix se puede deber a que en el proceso de ósmosis la disminución de masa y aumento de pérdida de peso es más lenta por la acumulación de azúcares en el citoplasma. A su vez, los resultados también muestran una relación directa y significativa entre la concentración de la solución deshidratante y en la concentración de sólidos solubles totales finales; tal como se esperaba. Sin embargo, no se encontró relación significativa con la otra variable de entrada: Temperatura. Hecho que no concuerda con los datos obtenidos por Melo et al. (2001) que en su estudio empleó una solución osmótica hidratante de maracuyá y trabajó con mango, logrando observar descensos en la ganancia de sólidos en cierto rango de temperatura.

Si bien el pH de los trozos de lúcuma es ligeramente menor después de los procesos de deshidratación, dichos resultados no muestran una relación significativa con las variables de entrada: Temperatura y concentración de la solución, resultados similares a los obtenidos por Fernández *et al.* (2017). Sin embargo, según Zapata, J.E. & Castro, G. (1999) un factor adicional que puede causar modificaciones en el intercambio del agua con los sólidos es el pH del jarabe o solución deshidratante. La transferencia de masa aumenta con la disminución del pH a causa de la acidificación.

Los resultados obtenidos para la aceptabilidad general de los trozos de lúcuma obtenidos, muestran valores de aceptabilidad de entre 2.59 a 5.20 partiendo de una escala de Likert que contó con valores del 1 al 7 (ANEXO 03) que reflejan los valores de aceptabilidad de forma ascendente. Este resultado nos indica que no todas las muestras tuvieron la misma aceptabilidad por parte del panel, y que ninguna muestra presentó el valor máximo. Sin embargo, con la prueba de Friedman y el teste de Fisher se pudo agrupar las pruebas en función a la diferencia significativa que existe entre ellas (Tabla n° 15) logrando destacar que los tratamientos T2, T4, T7, T8 y T9 son los tratamientos con aceptabilidad general más bajos y significativamente iguales. Además, los tratamientos T1 y T3 mostraron valores de 3.466 y 3.559 (Calificativo: regular) respectivamente; ambos valores no son significativamente distintos, por lo que se los agrupo de la misma

forma. Los valores más altos lo ocuparon los tratamientos T5 y T6 que presentaron valores de 4.291 y 4.769 (Calificativo: ligeramente buena) respectivamente. Pudiendo destacarse el tratamiento 6, que tuvo como condiciones de proceso (variables de entrada) 30°C y 65°Brix en su solución deshidratante. Es decir, en estas condiciones los trozos de lúcuma presentaron mejores características organolépticas. Se cree que esto se debe a que al no contar con temperaturas elevadas de proceso se pudo conservar mejor características como textura, sabor y color de la fruta. Este resultado también se ve afectado por la cantidad elevada de azúcar en la solución, dándole un sabor más agradable a los trozos de lúcuma.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó que las características biométricas de las bayas de lúcuma son de 91.73 g de peso, 45.77 cm<sup>2</sup> de área superficial, 9.830 cm de diámetro ecuatorial y 113.34 cm<sup>3</sup> de volumen. Además, los frutos de lúcuma presentan una humedad inicial de 68.912 %, un pH de 5.501 y 27.008 °Brix.

Se logró determinar que la temperatura y concentración de la solución deshidratante influyen de manera significativa en la pérdida de peso de los trozos de lúcuma ( $p = 0.00$  y  $p = 0.013$  respectivamente), destacándose principalmente una mayor pérdida (64.486 %) cuando la temperatura del proceso de osmodeshidratación es de 35°C. Para la concentración de sólidos solubles del producto final se determinó que la variable temperatura no influyó significativamente sobre esta, caso contrario a la concentración de la solución osmodeshidratante que si tuvo influencia significativa ( $p = 0.001$ ), pudiéndose observar que concentraciones de solución a 65 °Brix se obtienen lúcumas osmodeshidratadas de 31.468 °Brix aproximadamente. Por último, el pH de las bayas de lúcuma disminuyó después del proceso de deshidratación, pero esta disminución no se debió a la acción de las variables de entrada temperatura y °Brix de la solución deshidratante.

Después de la prueba de aceptabilidad general se logró determinar que tratamientos presentaron mejores características organolépticas (T5 y T6) y, por ende, el valor de aceptabilidad más altos (4.291 y 4.769 respectivamente). Se pudo destacar entonces, que los valores de temperatura que oscilan entre 30 y 35 °C para la solución deshidratante con un valor de sólidos solubles totales de 65°Brix presenta mejores características organolépticas y es más agradable.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda evaluar el comportamiento de las muestras de lúcuma a diferentes temperaturas de procesamiento osmótico y con aire caliente.

Se recomienda hacer una evaluación de la vida útil de los trozos de lúcuma tratados a fin de determinar su durabilidad.

Se recomienda hacer un análisis sensorial más detallado, a fin de determinar con más exactitud como las variables Temperatura y Concentración de sólidos solubles incurren en las propiedades sensoriales.

Se sugiere evaluar el efecto del tratamiento sobre otros componentes, tales como, metabolitos primarios y secundarios.

Se recomienda evaluar las condiciones de almacenamiento idóneas para los trozos de lúcuma tratados mediante la metodología planteada en esta investigación.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ADEX. (2014). *Asociación de Exportadores, PE*. Obtenido de [www.adexdatatrade.com](http://www.adexdatatrade.com)
- Aguado, J., Calles, J., Cañizares, P., Baldomero, A., & Serrano, D. (2002). *Ingeniería en la industria alimentaria. Operaciones de conservación de alimentos* (Vol. Volumen III). Vallehermoso, 34-28015 Madrid, España.: Editorial SINTESIS.
- Ayala, A., Giraldo, C., & Serna, L. (2010). Cinéticas de deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Asociación Interciencia*, 35(7), 539-544. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33914381012.pdf>
- Ayala, A., Serna, L., & Giraldo, C. (2009). EFECTO DE LA AGITACIÓN SOBRE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE PITAHAYA AMARILLA. *Asociación Interciencia*, 34(7), 492-496. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911406008>
- Ayala, A., Serna, L., & Giraldo, C. (2009). Efecto de la deshidratación sobre la agitación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus S.*) empleando soluciones de sacarosa. *Interciencia*, 34, 492-496.
- Berk, Z. (2018). Dehydration. *Food Process Engineering and Technology*, 513-566.
- Calzada, J., Bermudez, V., & MArín, M. (1972). Cultivo de Lúcumo. *Boletín Técnico* N°2, 45.
- Castillo, P., & Llajamango, D. (2010). *Cuantificación de macronutrientes, micronutrientes y vitamina C e identificación de vitaminas liposolubles presentes en el mesocarpio del fruto aduro de Poutería lucuma °Lúcuma" procedentes del distrito de virú*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, La Libertad. Perú.
- Castro, C. (1999). *Evaluación de algunos Índices de Madurez para Cosecha de Lúcumo (Pouteria lucuma (R&P) Kuntze) Cv. Lucuma B-2 en el Valle de Chancay Huaral*. Lima, Perú: UNALM.
- De Florio, E., Figueroa, A., & Guido, E. y. (2010). *Secado solar técnico de lúcuma*.

- Ciencia & Desarrollo. Recuperado el 20 de setiembre de 2020, de <http://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/153/146>
- Del Castillo, R. (2006). *Estudio técnico de la producción de harina de lúcuma en la sierra de Piura*. Universidad de Piura, Ingeniería Industrial y Sistemas. Facultad de ingeniería, Piura-Perú. Recuperado el 14 de setiembre de 2020, de <https://hdl.handle.net/11042/1486>
- Dini, I. (2011). Flavonoid glycosides from *Pouteria obovata* (R. Br) fruit flour. *Food Chemistry*(124), 884-888.
- Duarte, O., & Paull, R. (2015). Exotic fruits and nuts of the new world. *Charter 4: Sapotaceae*, 332.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.
- FAO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/home/es/>
- Fernández, D., Muñiz, S., García, A., Cervantes, R., & Fernández, D. (2015). Cinética de secado de fruta bomba (Carica papaya L., cv. Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-1010-2760, RNPS-0111, 24(1), 22-28. Recuperado el 1 de octubre de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n1/rcta03115.pdf>
- Fernandez, P., Lovera, N., Agostina Romero, A., & Ramallo, L. (2017).Deshidratación osmótica de ananá con reutilización del jarabe de sacarosa.*EdCyT*, 21- 27. Obtenido de [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/63242/CONICET\\_Digital\\_Nro.32562fab-8597-4988-ab01-8f352c34e469\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/63242/CONICET_Digital_Nro.32562fab-8597-4988-ab01-8f352c34e469_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Fuentealba, C., Gálvez, L., Globos, A., Oaleta, J., Defilippi, B., Chirinos, R., . . . Pedreschi, R. (2016). Characterization of main primary and secondary metabolites and in vitro antioxidant and antihyperglycemic properties in the mesocarp of three biotypes of *Pouteria lucuma*. *190*, 403-411.
- Gamboa, D., Ibáñez, D., Meléndez, M., & Paredes, E. y. (2014). Secado de lúcuma

- (*Pouteria obovata*) empleando la técnica de Ventana Refractante. *Scientia Agropecuaria*, 5, 103-108. Recuperado el 20 de Setiembre de 2020, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v5n2/a05v5n2.pdf>
- García, D. (2016). *Caracterización de algunos metabolitos primarios y secundarios en dos variedades comerciales de lúcuma (Pouteria Lucuma)*. Univeridad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Lima-Perú. Recuperado el 20 de agosto de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2565/Q04-G377-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Geilfus, F. (1994). El árbol al servicio del agricultor. *Enda-Caribe/Catie*, 781.
- Hernández, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista, P. (2001). *Metodología de la Investigación*. Impreso en México: McFraw-Hill Interamericana.
- Inga, M. (2020). Metabolitos primarios y secundarios (bioactivos y aromáticos) durante la maduración post-cosecha de la lúcuma (*Pouteria lucuma*). *Repositorio Institucional: UNALM*, 6-7. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4365/inga-guevara-marienela-sonia.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Janampa, C. (2017). *Determinación de metabolitos primarios, actividades enzimáticas y características fisicoquímicas de la lúcuma (Pouteria lucuma) en dos estados fisiológicos*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, Lima-Perú.
- Janampa, C. (2017). *Determinación de metabolitos primarios, actividades enzimáticas y características fisicoquímicas de la lúcuma (Pouteria lucuma) en dos estados fisiológicos*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias, Lima-Perú. Recuperado el 20 de agosto de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3008/Q04-J3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jordan, M. (1996). *Pouteria species in Biotechnology in Agriculture and Forestry*. 35,291-307.
- Kemp, S. (2008). Application of sensory evaluation in food research. *International*

*Journal of Food Science and Technology*, 1507-1511.

- Lavado, M., Yenque, J., & Robles, R. (2012). *Estudio del rendimiento de harina de lúcuma a partir de fruto fresco*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Lima- Perú.
- Macias, V. (2015). *Determinación de las características físico químicas y nutricionales del Pouteria caimito (Cauje) de la zona de influencia de la Uteq, considerando estado de madurez, época y zona de cosecha*. UTEQ, Quevedo, Ecuador.
- Mahecha, J. (2011). *Determinación de los parámetros para la simulación matemática del proceso de deshidratación de la uchuva (Physalis Peruviana L.)*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Bogotá-Colombia. Recuperado el 2 de octubre de 2020, de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7850/820048.2011.pdf> sequence=1&isAllowed=y
- Maldonado, S., Santapaola, J., Torrez, M., & Garay, A. (2008). Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 28(1), 251-256.
- Maza-De la Quintana, R., & Paucar-Mencacho, L. (2020). Lúcuma (*Pouteria lucuma*): Composición, componentes bioactivos, actividad antioxidante, usos y propiedades beneficiosas para la salud. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 135-142. Obtenido de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop> MINAGRI. (2015). *Ministerio de Agricultura y Riego, PE*. Obtenido de Ficha técnica: Lúcuma:<http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/LUCUMA.pdf>
- Popenoe, H., King, S., León, J., & Sumar, L. (1989). *Lost Crops of the Incas: Little known plants of the andes with promise for worldwide cultivation*. Washington, Estados Unidos.
- Reppa, A., J. Mandala, A., Kostaropoulos, K., & Saravacos, G. D. (2011). Influence of solute temperature and concentration on the combined osmotic and air drying. *Drying Technology*. 17(7-8), 1449-1458.
- Sablani, S., & Rahman, M. (2003). Effect of syrup concentration, temperature and

- sample geometry on equilibrium distribution coefficients during osmotic dehydration of mango. *Food Res.*(36), 65-71.
- Salud, M.-M. d. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud, Lima, Perú.
- Singh, P., & Heldman, D. (2014). *Introducción a la ingeniería de alimentos*. Florida: ACRIBIA S.A.
- Suárez, J., Pérez de Camacaro, M., & Giménez, A. (2009). Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la calidad postcosecha de la fruta de guayaba. *UDO Agrícola*, 1(9), 60-69.
- Suca, C., & Suca, G. (2010). Deshidratación osmótica de alimentos. Suye, T. (2016). Heat Energy. *Reseach gate*.
- Valencia, A. (2020). *Efecto de la deshidratación parcial a vacío y acidificación de la pulpa de lúcuma (Pouteria lucuma) sobre sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante su almacenamiento*. Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Ingeniería. Carrera de Industrias Alimentarias, Lima-Perú.
- Valiente, M., & Pazos, Y. (2014). *Estudio comparativo de la calidad de la harina delúcuma (Pouteria lucuma) deshidratada mediante liofilización y aire caliente*. Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, E.A.P. Ingeniería Agroindustrial, Chimbote-Perú. Recuperado el 25 de setiembre de 2020, de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1957/27280.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vidal, N. (2019). *AINIA*. Recuperado el 15 de setiembre de 2020, de Alimentación saludable, la gran tendencia de consumo actual. 7 claves orientativas: <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/alimentacion-saludable-la-gran-tendencia-de-consumo-actual-7-claves-orientativas/>
- Villanueva, C. (2002). *Cultivo comercial de la lúcuma en Perú y el mercado internacional*. Lima: Schmidt Impresores.
- Yahia, E., & Gutiérrez-Orozco, F. (2011). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. (3), 443-339.
- Yahida, E., Gutierrez-Orozco, F., & Arvizu-de Leon, C. (2011). Phytochemical and antioxidant characterization of mamey (Pouteria sapota) fruit. *Food Research*

*International*, 44(7), 2175-2181.

Zapata Montoya, J., & CAstro Quintero, G. (1999). Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. *REvista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*.

Obtenido

de

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/23782>

## **ANEXOS**

## Anexo 01. Matriz de Consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOS
<p><b>Problema General</b></p> <p><b>P1:</b> ¿cuál es el efecto del tratamiento osmótico complementado empleando aire caliente sobre las propiedades fisicoquímicas y grado de aceptación de la lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>)?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p><b>P1:</b> ¿cuáles son las características físicas y químicas de los frutos de lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>)?</p> <p><b>P2:</b> ¿cuál es el efecto del tratamiento osmótico complementado empleando aire caliente sobre las propiedades fisicoquímicas de la lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>)?</p> <p><b>P3:</b> ¿cuál es el efecto del tratamiento osmótico complementado empleando aire caliente sobre el grado de aceptación de la lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>)?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p><b>O1:</b> Determinar el efecto del tratamiento osmótico complementado empleando aire caliente sobre las propiedades fisicoquímicas y grado de aceptación de la lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>).</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p><b>O1:</b> Determinar las características físicas y químicas de los frutos de lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>).</p> <p><b>O2:</b> Determinar el efecto del tratamiento osmótico complementado empleando aire caliente sobre las propiedades fisicoquímicas de la lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>).</p> <p><b>O3:</b> Determinar el efecto del tratamiento osmótico complementado empleando aire caliente sobre el grado de aceptación de la lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>).</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p><b>H1:</b> El tratamiento osmótico aplicado a los frutos de lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>) y complementado empleando aire caliente permitirá obtener un producto más estable y con características fisicoquímicas y sensoriales muy similares al fruto fresco.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p><b>H1:</b> Se determinará las características físicas y químicas de los frutos de lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>).</p> <p><b>H2:</b> El efecto del tratamiento osmótico en acción conjunta con aire caliente permitirá preservar las características fisicoquímicas de la lúcumá (<i>Pouteria Lúcumá</i>).</p> <p><b>H3:</b> La aplicación del tratamiento osmótico a los frutos de</p>	<p><b>Variables Independientes</b></p> <p><b>TRATAMIENTO OSMOTICO</b></p> <p><b>Dimensiones</b></p> <p>Concentración de Jarabe de azúcar</p> <p>Temperatura de tratamiento</p> <p><b>Variables Dependientes</b></p> <p><b>DESHIDRATACIÓN</b></p> <p><b>Dimensiones</b></p> <p>Pérdida de peso</p> <p>Características fisicoquímicas</p> <p>Aceptabilidad General</p>	<p><b>Método</b></p> <p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Experimental</p> <p>-</p> <p>Cuantitativa</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>Diseño Experimental - Factorial - Comparación de muestras</p> <p><b>Población</b></p> <p>Estará conformado por las lúcumas y es infinita</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Conjunto definido población obtenida al azar y esta estará conformada por los 3 tratamientos</p> <p><b>Técnicas e instrumentos</b></p> <p>Equipos para análisis fisicoquímicos y microbiológico</p> <p><b>Ensayos</b></p> <p>Los 3 tratamientos sometidos a evaluación sensorial en comparación pareada para ver</p>

		lúcuma (Pouteria Lúcuma) y complementado empleando aire caliente tendrá incidencia positiva en el grado de aceptación de estos.		regularidad del mejor tratamiento
--	--	---	--	---

Anexo 02. Arreglo Experimental para Aceptabilidad General

T°/°B	55°C	60°C	65°C
25 °C	T1	T2	T3
30 °C	T4	T5	T6
35 °C	T7	T8	T9

### Anexo 03. Escala de Likert para Aceptabilidad General

---

Encierre en un círculo su respuesta para  
cada muestra

---

Escala de Likert

---

- |          |                   |
|----------|-------------------|
| 1        | Muy mala          |
| 2        | Mala              |
| 3        | Ligeramente Mala  |
| 4        | Regular           |
| 5        | Ligeramente Buena |
| 6        | Buena             |
| <u>7</u> | <u>Muy Buena</u>  |
-

## Anexo 04. Validación del Instrumento

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Si hay Suficiencia.

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable ( **X** ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

**Juez Validador Dr./Mg.:**

<b>Apellidos y Nombres:</b>	Mg. Rodríguez León, André
<b>N° DNI:</b>	45897672
<b>Grado Académico:</b>	Magister en Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento
<b>Especialidad del Valorador</b>	Docente en la escuela profesional de ingeniería en Industrias Alimentarias

**<sup>1</sup>Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulario.

**<sup>2</sup>Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

**<sup>3</sup>Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del Ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



André Rodríguez León  
ING. AGROINDUSTRIAL  
R. CIP N° 218604

Firma del Validador

Mg. André Rodríguez León

08 de enero del 2021

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Si hay Suficiencia.

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable ( **X** ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

**Juez Validador Dr./Mg.:**


<b>Apellidos y Nombres:</b>	Mg. Barrantes Ríos, Edmundo José
<b>N° DNI:</b>	25651955
<b>Grado Académico:</b>	Magister en Ingeniería Industrial
<b>Especialidad del Valorador</b>	Experto Metodólogo

**<sup>1</sup>Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulario.

**<sup>2</sup>Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

**<sup>3</sup>Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del Ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

  
Mg. Ing. Edmundo José Barrantes Ríos  
JURADO DICTAMINADOR


\_\_\_\_\_  
Firma del Validador

Mg. Edmundo José Barrantes Ríos


08 de enero del 2021

## Anexo 05. Supuestos de Normalidad


### A) Gráfico de Residuales para %pp



### B) Gráfico de Residuales para pH



### C) Gráfico de residuales para °BRx



Anexo 06. Toma de las Medidas Biométricas de los Frutos de Lúcumá



## Anexo 07. Pelado Químico y Neutralización de los Frutos de Lúcumá



## Anexo 08. Fase de Experimentación

