

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**INFLUENCIA DE TRATAMIENTOS DE ULTRASONIDO EN
LA REDUCCIÓN DE TIEMPO DE DESHIDRATADO EN
HOJUELAS DE LÚCUMA (*Pouteria obovata*)**

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

TESISTAS : Bach. Carbajal Encarnación, Marcos Gil
Bach. Tucto Gonzales Belarmina

ASESOR : Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay

HUÁNUCO - PERÚ

2016

DEDICATORIA

A mi Amado, Hijo:

Gracias a esa personita tan especial que llego en mi vida para darme alegría y brindarme las fuerzas necesarias para seguir adelante, con todo cariño esta Tesis lo dedico.

A mis Padres:

A mis padres, quienes me dieron la vida y depositaron la confianza en mi para culminar mis estudios; a mis hermanas (os) por su apoyo incondicional, a todos mis familiares y amigos que siempre estuvieron conmigo en todo momento con su apoyo incondicional y dándome ánimos para lograr este objetivo.

A mi Pareja:

Por brindarme su apoyo incondicional y comprensión durante mis estudios superiores.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por darnos salud y por iluminarnos con cada día para salir adelante en este camino.
- A nuestros padres por su constante apoyo y dedicación que siempre nos brindaron.
- A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, en especial a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, y por abrirnos las puertas para nuestra formación profesional.
- Al Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay por su asesoramiento y apoyo para el desarrollo y ejecución del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial por brindarnos sus consejos, enseñanza y dedicación incondicional.

RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron tratamientos de ultrasonido (TU) a diferentes potencias y temperaturas a una frecuencia de 40 KGHZ. en la obtención de hojuela de lúcuma (*Pouteria obovata*) que fue secado con aire caliente a 65°C. El mejor tratamiento reporto una composición química de acidez titulable 2.26 g ác, humedad 8.0%, proteína 1.6%, grasa 1.05%, carbohidrato 86.05% y ceniza 3.3%.

Del tiempo de secado el tratamiento T₆ (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por 45 minutos a 1500 Watts) tiene el menor tiempo de secado y se rechaza por tener baja aceptación por los panelistas siendo el mejor el tratamiento el T₂ (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por 45 minutos a 500 Watts) por tener mayor aceptación por los panelistas y menor consumo de energía respecto al T₃ y T₅ que tuvieron misma aceptación.

De los análisis microbiológicos se logró determinar la disminución de carga microbiana del mejor tratamiento T₂ (hojuela de lúcuma deshidratada sometido a tratamiento ultrasónico por 45 minutos y 500 Watts) en mohos y levaduras un 63.64%.

En la evaluación sensorial final no paramétrica de friedman se registró como mejor tratamiento a la muestra T₂ obteniendo un calificativo de bueno en los atributos de color, olor, sabor y textura.

Palabras claves: Lúcuma, ultrasonido, potencia, frecuencia y tiempo.

ABSTRACT

In the present investigation ultrasound treatments (TU) were evaluated at different powers and temperatures at a frequency of 40 KGHZ. In the production of lucuma leaf (*Pouteria obovata*) that was dried with hot air at 65 ° C.

The best treatment has a chemical composition of titratable acidity 2.26 g aq, humidity 8.0%, protein 1.6%, fat 1.05%, carbohydrate 86.05% and ash 3.3%. From the drying time the T₆ treatments (dehydrated lucuma flakes subjected to ultrasonic treatment for 45 minutes at 1500 Watts) have the shortest drying time and are rejected because they have low acceptance by the panelists with the best T₂ treatment (dehydrated lucuma leaf Underwent ultrasonic treatment for 45 minutes at 500 Watts) to have greater acceptance by panelists and lower energy consumption than T₃ and T₅ that had the same acceptance. From the microbiological analyzes, it was possible to determine the reduction of microbial load of the best T₂ treatment (dehydrated lucuma flask subjected to ultrasonic treatment for 45 minutes and 500 Watts) in molds and yeasts 63.64%.

In the final non-parametric sensorial evaluation of friedman, the T₂ sample was better treated, obtaining a good qualification in the attributes of color, smell, flavor and texture.

Keywords: Lucuma, ultrasound, power, frequency and time.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	4
2.1.1. Definición de la lúcuma.	4
2.1.2. Características taxonómicas de la lúcuma.	5
2.1.3. Descripción botánica de la lúcuma.	5
2.1.4. Post cosecha.....	6
2.1.5. Consumo.....	7
2.1.6. Variedades de lúcuma.	8
2.1.7. Composición química de la lúcuma.....	9
2.1.8. Usos de la lúcuma en la agroindustria.....	12
2.1.9. Hojuelas de lúcuma.....	12
2.1.10. Proceso de elaboración de las hojuelas de lúcuma.	14
2.1.11. Característica organoléptica.....	17
2.1.12. Producción de lúcuma en el Perú.	20
2.1.13. Ultrasonido.	22
2.1.14. Deshidratación de frutas.	26
2.1.15. Generalidades de las frutas deshidratadas.	28
2.1.16. Deshidratación.....	29

2.2. ANTECEDENTES.....	29
2.3. HIPÓTESIS.....	33
2.3.1. Hipótesis específicas:	33
2.4. VARIABLES.....	34
2.4.1. Variable independiente:	34
2.4.2. Variable dependiente:	35
2.4.3. Variables intervinientes:	35
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.	37
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	37
3.3.1. Población.	37
3.3.2. Unidad de análisis.....	38
3.3.3. Tratamiento en estudio.....	39
3.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS.	39
3.4.1. Hipótesis nula.	39
3.4.2. Hipótesis de investigación.	40
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	40
3.5.1. Para el análisis organoléptico.	40
3.5.2. Para tiempo de deshidratado.	43
3.5.3. Datos a registrar.	44
3.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.	44

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	45
3.6.1. Materia prima.	45
3.6.2. Materiales de escritorio y otros.	46
3.6.3. Equipos.	46
3.6.4. Materiales de laboratorios.	47
3.6.5. Reactivos.	47
3.6.6. Materiales de proceso.	48
3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
3.7.1. Determinación de las componentes fisicoquímicas de la lúcumá.	49
3.7.2. Elaboración de los tratamientos en estudio	50
3.7.3. Evaluación de tiempo de deshidratado.....	54
3.7.4. Evaluación de las características organolépticas y componentes fisicoquímicas de los tratamientos en estudio	54
IV. RESULTADO	56
V. DISCUSIONES.	70
VI. CONCLUSIONES.....	76
VII. RECOMENDACIONES.	78
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	79

I. INTRODUCCIÓN

La industria frutícola en nuestro país debido a su particularidad de ser estacionarios y perecibles su oferta en el mercado es restringido, la falta de la aplicación de tecnologías y asistencia técnica oportuna, afecta los costos de producción y de transporte en toda la cadena productiva, acarreando consigo un escaso desarrollo en la actividad económica del sector.

El hombre en busca de mejorar la producción y procesar nuevos productos que permitan alargar su vida útil de tal manera que conserve su valor nutricional y sus características organolépticas para lo cual emplea la técnica de deshidratación, es un método muy antiguo de preservación de alimentos, las ventajas de esta técnica es que las frutas conservan así la mayoría de sus propiedades nutricionales. Sin embargo el tiempo de proceso es elevado pero se puede optimizar aplicando tratamientos osmótico para reducir el tiempo de deshidratado y requiere un elevado gasto de energía, por lo tanto, altos costos de producción o se puede emplear la aplicación de ultrasonido en el proceso de deshidratación o secado.

Se demostró que con la aplicación del ultrasonido de baja frecuencia (20 – 100 kHz) se puede reducir el tiempo de secado en diversos alimentos, es así, el caso de los chiles habaneros donde el tiempo de deshidratado disminuye en un 50% luego de aplicarse el ultrasonido, además no cambia drásticamente

su composición, siendo este último resultado el que distingue la ventaja del ultrasonido a comparación de otras tecnologías emergentes.

Uno de los productos silvestres con gran potencial agroindustrial en la región de Huánuco es la lúcuma (*Pouteria ovobata*); teniendo demanda en otros países como uso principal para helados y repostería, cuya demanda está en crecimiento generando un considerable intercambio comercial.

El presente trabajo de investigación se está realizando con la finalidad de intensificar la producción de lúcuma en nuestra región, aplicando nuevos métodos para el aprovechamiento industrial e incorporarlo al mercado, para tener mayor desarrollo socioeconómico.

Debido a que en estos últimos años la lúcuma ha generado expectativas en los inversionistas como consecuencia de la exigencia del mercado exterior dedicadas al comercio de productos naturales y exóticos, la demanda creciente se orienta a alimentos funcionales que presentan propiedades antioxidantes y anti – cancerígenas, algunas investigaciones de mercado y pruebas de sabor mencionan de la creciente aceptación que tiene la lúcuma en exigentes mercados como en europeos, norteamericanos y asiáticos (Japón), es por su sabor agradable, aroma exótica y textura suave lo cual le otorgan diversas posibilidades para su utilización.

Por la disponibilidad del recurso, pues en este caso la lúcuma es una planta que crece prósperamente en regiones con climas secos y templados como Huánuco.

Por tal motivo se plantea los siguientes objetivos:

- Determinar los componentes fisicoquímicas de las hojuelas de lúcuma deshidratada que presentan variación en sus indicadores con el tratamiento de ultrasonido.
- Evaluar el tiempo de deshidratado de hojuela de lúcuma aplicando el tratamiento con ultrasonido.
- Demostrar la diferencia de la carga microbiana de la hojuela de lúcuma deshidratada entre la muestra testigo y el mejor tratamiento ultrasónico.
- Determinar las mejores características organolépticas de las hojuelas de lúcuma deshidratado obtenidos con tratamientos ultrasónicos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1.1. Definición de la lúcuma.

El lúcumo es un frutal originario del área andina (0 – 2500 msnm) donde se le encuentra distribuido, presentando numerosos biotipos, muchos de ellos en forma silvestre. La mayor concentración de este frutal se encuentra en los departamentos de Ayacucho, Cajamarca, Ancash y Lima.

Cronistas e historiadores informan sobre su abundancia en el Perú, habiéndose encontrado representaciones del fruto de lúcumo en huacos y tejidos en las tumbas de las culturas pre- incas del litoral peruano. Estos testimonios prueban que durante siglos se ha venido utilizando este fruto en la alimentación (Villanueva 2002).

El fruto es una baya esférica, cónica o comprimida en forma de base, con epicarpio o cáscara delgada de color verde o amarillo bronceado, generalmente en la parte apical, rodeada de una coloración plateada. El mesocarpio es de sabor y aroma muy agradable, el dulzor va desde los 23 a 25° Brix, de color amarillo intenso, textura harinosa, su grado de acidez va desde 6,5 a 7,0 lo que hace ser una fruta ni muy acida ni muy alcalina. El endocarpio que envuelve a la semilla es delgado y amarillo claro. El tamaño

del fruto varía desde 2 hasta 10 cm de diámetro y un peso de entre 190 a 220 gramos (Pérez U. 2007).

2.1.2. Características taxonómicas de la lúcuma.

Nombre común: Lúcuma "Lucma"

Nombre científico: *Pouteria lúcuma*

Orden: Ebanales

Familia: Sapotaceae

Género: *Pouteria*

Especie: Lúcuma

Fuente: (Villanueva 2002)

2.1.3. Descripción botánica de la lúcuma.

El lúcumo (*Poutria obavata*) pertenece a la familia de las sapotáceas. Es un árbol de follaje, siempre verde, muy vigoroso, de gran longevidad y con látex en todas sus partes. En plantas francas, el tallo puede alcanzar más de 1.50 m. de diámetro en la base y 20 m. o más de altura. Sus abundantes ramas forman una copa esférica o cilíndrica de 6 a 10 m. mas de diámetro, fácilmente desgajables por el peso de los frutos. Las yemas y brotes tiernos están cubiertos de pubescencia marrón clara u oscura. Las hojas son alternas, con peciolo pubescentes de 2 a 3 cm. de longitud y sección cilíndrica. El limbo puede ser de forma oblonga, elíptica, lanceolada u abovada con ápice obtuso o subagudo y bordes enteros, alcanzando hasta 25 cm. de largo y 10

cm. de ancho respectivamente. Los limbos tiernos tienen color verde – claro o rosado, muy pubescentes y los adultos son de color verde oscuro, brillantes y glabros. Las nervaduras son retículas, siendo bien marcada la nervadura central en el envés de la hoja. Las flores son hermafroditas y miden hasta 2cm. de largo y 1 cm. de ancho. Nacen en las axilas de las hojas a veces solitarias o en número de 2 a 3. El pedúnculo floral es de sección cilíndrica de 2 a 3 cm. de largo y está cubierto totalmente por pubescencia. El cáliz está formado de 5 sépalos libres cubiertos de pubescencia ferrugínea muy fina; 3 extremos gruesos y 2 internos que alternan con los primeros, delgados y de color verde o marón claro. Todos los sépalos son abobados, de ápice obtuso o sub agudo y persisten en el fruto hasta la madurez. La corola de color verde claro está formada por 5 pétalos que en su parte inferior se sueldan formando un tubo y en la parte superior quedan libres, presentando una pubescencia fina en esta zona. La corola aún turgente cae después que la flor abre, dejándolo al descubierto el estigma y parte del estilo (Vásquez y Torres 1987).

2.1.4. Post cosecha.

Gutiérrez (2004) menciona que no están muy difundidas prácticas especiales de post-cosecha para lúcuma; no obstante, de manera general se sugiere mantener la fruta cosechada en la sombra (para evitar la formación de manchas y escaldaduras en la cáscara) y utilizar embalajes de 6 a 8 kg como máximo. Una vez cosechada, el tiempo final de maduración puede reducirse

si se almacena en un local cerrado y se cubre la fruta con costales o papeles. La fruta puede ser conservada sin deterioros de 2 a 3 semanas, si se almacena a temperaturas entre 15 y 18°C; las temperaturas por debajo de este rango afectan su calidad. En madurez de consumo la fruta puede ser refrigerada de 3 a 4 días sin afectar las características organolépticas.

Cuadro 01. Componentes de la Lúcuma

Componente	Porcentaje (%)
Pulpa (mesocarpio)	64 a 82
Cáscara (epicarpio)	7 a 17
Hollejo (endocarpio)	2 a 3
Semilla	8 a 15

Fuente: Gutiérrez 2004

2.1.5. Consumo.

Gutiérrez (2004) menciona que tradicionalmente la lúcuma es empleada en el Perú tanto para consumo fresco como industrial, en cuyo caso es comúnmente convertida en pulpa o harina. La mayor demanda nacional proviene del sector de helados, que la requiere en forma de harina y pulpa. En los últimos años, tanto la fruta fresca como la industrializada, se está utilizando también en la elaboración de mermeladas, yogures, pastas,

papillas, batido de leche, tortas, torta de lúcuma, ravioles, bombones, pudines, galletas, licor de lúcuma, pastas, comidas y conservas.

2.1.6. Variedades de lúcuma.

Las especies más comerciales de lúcuma son:

a. Lúcuma de “seda”

Es de una forma esférica – achatada y esférica, su peso promedio es de 170 gr. También conocida como “Yema De Huevo”. Posee una pulpa harinosa, de consistencia suave, dulce y cuyo color varía desde amarillo hasta ocre; es muy agradable para el consumo directo.

b. Lúcuma de “palo”

Es de forma achatada y achatada- esférica, su peso promedio es de 120 gr. También conocida como “Lúcuma Nervosa”.

Posee una pulpa dura de color amarillo, inapropiada para consumo directo fresca, pero muy adecuada para el procesamiento en harina; además posee semillas muy pequeñas.

c. Otras variedades (cultivares nacionales)

En la Universidad Agraria La Molina, se han obtenido tres cultivares selectos de lúcuma: Lúcuma B-1, Lúcuma B-2, Lúcuma B-3, de gran

rendimiento, escaso porcentaje de semillas y notables características de fruto y pulpa aparentes para su uso casero e industrial. Estos cultivares son adaptables a toda la costa, quebradas y valles interandinos; así como en algunas zonas de ceja de selva. También se tiene variedades como “Quinua” y “Huanta”, obtenidas de la Universidad Nacional San Cristobal De Huamanga, con el apoyo económico del Jardín Botánico de New York, EE.UU (Villanueva 2002).

2.1.7. Composición química de la lúcuma.

Villanueva (2002) indica sobre la composición química promedio de la lúcuma, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 02. Composición química de 100 g de pulpa fresca

Componente	Resultado (%)
Agua	72,30
Valor energético	99,00 Kcal
Proteínas	1,50
Fibras	1,30
Lípidos	0,50
Carbohidratos	25,00
Cenizas	0,70
Calcio	16,00
Fosforo	26,00
Fierro	0,40
Caroteno	2.30
Tiamina	0,01
Niacina	1.96
Ácido ascórbico	2.20
Riboflavina	0.14

Fuente: Hidalgo (2006)

Hoy se sabe que la lúcuma posee gran cantidad de niacina, caroteno, hierro y fibra, sustancias claves para el correcto funcionamiento del organismo. Aunque pocos reconocen en ella uno de los más naturales y efectivos antídotos contra la depresión, debido a su alto contenido de niacina, sustancia conocida como vitamina B3, útil en el metabolismo de las proteínas y en el proceso de producción de la energía corporal, la ingesta de lúcuma estimula el buen funcionamiento del sistema nervioso y actúa como un extraordinario energizante. (Hidalgo 2006).

La niacina

Hidalgo (2006) está presente en grandes cantidades en la lúcuma, ayuda a reducir el nivel de colesterol y triglicéridos en la sangre, por lo que resulta de vital importancia para el tratamiento de innumerables enfermedades, especialmente la obesidad y malestares cardiovasculares. El caroteno actúa como un antioxidante, reduciendo los efectos del envejecimiento; contrarresta las enfermedades que afectan los ojos como las cataratas y la pérdida de la visión por la degeneración de la retina. Previene el cáncer de próstata y disminuye considerablemente las probabilidades de ataques cardíacos, además de aumentar la eficacia de nuestro sistema inmunológico. Y todo esto presente en la lúcuma.

El hierro

Presente también en proporciones importantes en esta singular especie, constituye un elemento imprescindible para el organismo humano dentro del grupo de los minerales. Sin el hierro necesario, se sabe, nuestro cuerpo se torna lento debido a que una de sus funciones más importantes se vería afectada: oxidar la glucosa a fin de convertirla en energía.

El hierro estimula así la inmunidad y la resistencia física, asimismo, el látex de la lúcumo se utiliza con gran éxito contra todo tipo de afecciones cutáneas, en especial contra el herpes y las verrugas y sus hojas son utilizadas como tintes naturales para teñir productos textiles (Hidalgo 2006).

Cuadro 03. Valor nutricional y composición química de 100g de pulpa fresca y harina de lúcumo.

	Componente	Unidad	Pulpa fresca	Harina
Componente	Agua	G	72.3	9.3
	Valor energético	cal	99	329
	Proteína	G	1.5	4
	Fibra	G	1.3	2.3
	Lípidos	G	0.5	2.4
	Carbohidratos	G	25	25
Minerales	Cenizas	G	0.7	2.3
	Calcio	mg	16	92
	Fósforo	mg	26	186
	Fierro	mg	0.4	4.6
Vitaminas	Caroteno	mg	2.3	0
	Tiamina	mg	0.01	0.2
	Niacina	mg	1.96	0
	Ácido ascórbico	mg	2.2	11.6
	Riboflavina	mg	0.14	0.3

Fuente: Villanueva (2002)

2.1.8. Usos de la lúcuma en la agroindustria.

Mayormente la lúcuma se consume como fruta fresca o procesada, como harina o pulpa. Se le emplea en estado seco como saborizante de alimentos, teniendo amplia aplicación en la industria de lácteos, industria de jugos e industria panificador.

Se usa para la elaboración de yogurt, helados, flan, bebidas, harinas, golosinas, galletas, budines, tortas, pastas y cremas, galletas, batidos, budín y tortas. Se añade a la leche y los helados para darle sabor y color, además se usa como alimento para aves (ayuda a producir huevos con las yemas más amarillas). Su pulpa seca y molida se utiliza principalmente para la elaboración de diversos productos como harina de lúcuma (lúcuma en polvo), para satisfacer la demanda del mercado en épocas en que no se dispone de fruta fresca, de esta manera es fácilmente envasada y exportada a mercados extranjeros. La luma es buena fuente de carbohidratos y calorías, así como también en minerales, particularmente por su alto contenido de vitamina B1, Tiamina, Niacina, hierro y caroteno (Pérez 2007).

2.1.9. Hojuelas de lúcuma.

Las hojuelas de lúcuma son rodajas de lúcuma deshidratadas en horno a temperatura controlada. El procedimiento para su elaboración consiste en cortar transversalmente rodajas delgadas de lúcuma y extenderlas sobre mallas tipo bandeja, las cuales se colocan luego dentro de un horno o

estufa hasta completar el secado. Cuando las hojuelas salen del horno tienen un color café y una textura semi-crocante, que se pierde rápidamente si no son embolsadas de inmediato. Las hojuelas de lúcuma tienen un agradable sabor, similar al de una manzana deshidratada (Pérez 2007).

2.1.10. Proceso de elaboración de las hojuelas de lúcuma.

A continuación se presenta el flujograma de elaboración de las Hojuelas de lúcuma.

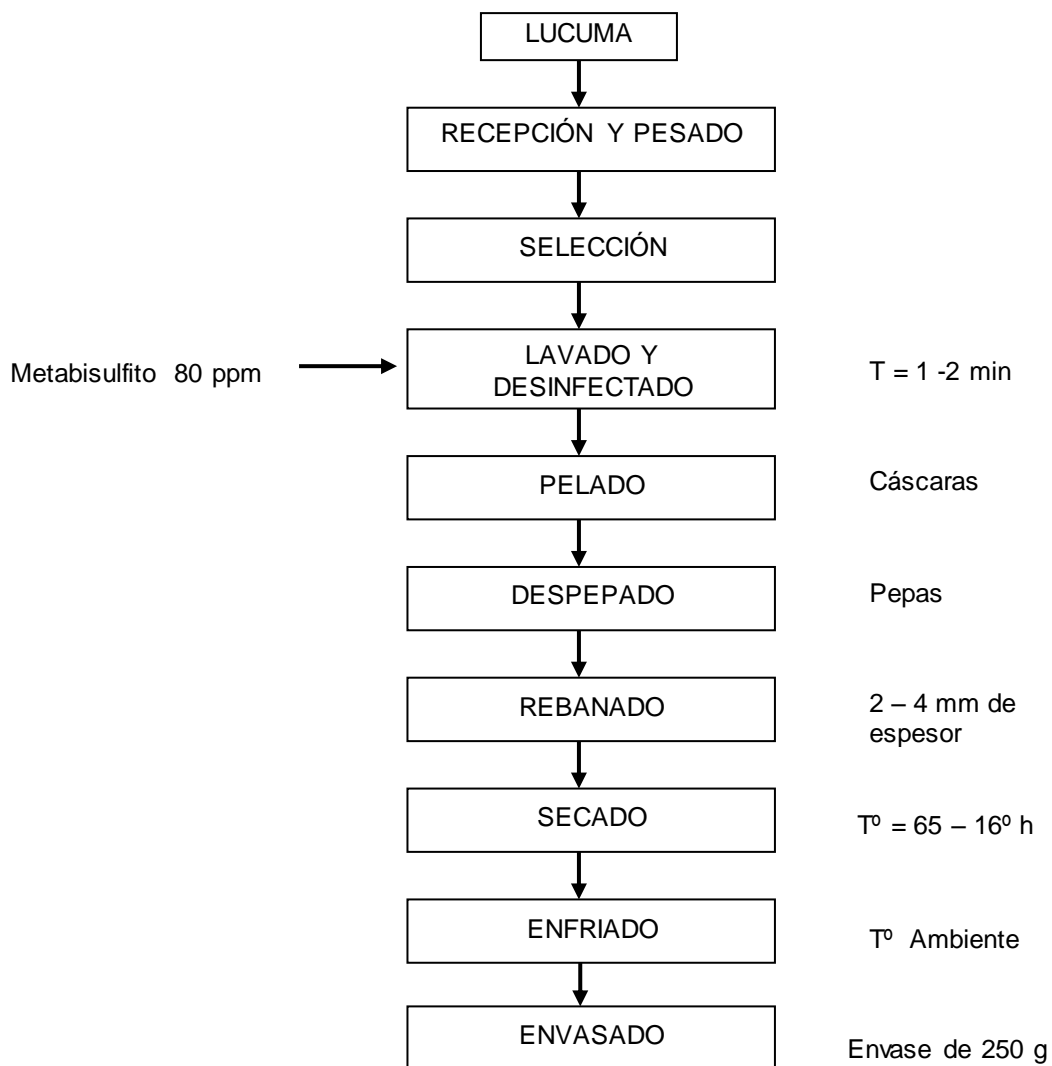


Figura 01: Flujograma de elaboración de hojuelas de lúcuma.

Descripción del flujo grama:

Recepción y pesado

La lúcuma es recepcionada con un grado de madurez óptimo y se realiza el pesado para ver el rendimiento final del producto (Del castillo 2006).

Selección

Del castillo (2006) menciona que la selección tiene por objeto eliminar materias extrañas y unidades de lúcuma que presenten alteraciones por ataques de microorganismos, daños físicos (cortes, magulladuras) y luego se clasificaran de acuerdo a su tamaño.

Lavado y desinfectado

Del castillo (2006) menciona que el lavado y desinfectado se realiza para eliminarlas materias extrañas impregnadas como polvo, que tenga exteriormente la lúcuma. Esta operación se realizará en forma manual con agua potable y desinfecta en una solución de agua con metabisulfito de potasio de concentración (80 ppm), (ppm=partes por millón).

Pelado

Del castillo (2006) describe que el pelado tiene por finalidad eliminar la cáscara a fin de preparar la materia y a la vez se realiza una inspección y descarte de unidades de lúcuma que se encuentre con signos de pudrición o

fermentación por ataques de microorganismos. En esta operación se pela las lúcumas con cuchillos de acero inoxidable.

Despepado

Esta operación consiste en sacar las pepas de la lúcumas para facilitar la siguiente operación que es el rebanado (Ramírez 2015).

Rebanado

Del castillo (2006) menciona que el rebanado se realiza con la finalidad conseguir un eficiente secado ya que este permite una deshidratación homogénea y rápida. El rebanado consiste en cortar en rodajas delgadas de 2 – 4 mm de espesor la lúcumas.

Secado

Es la principal operación del procesamiento que permitirá obtener lúcumas deshidratadas con las características de olor y humedad deseada. El nivel de humedad al cual deseamos llegar es de 10 a 12%. Las bandejas y compartimientos de los secadores el aire caliente circula sobre el material hasta que éste alcance el contenido final de humedad. Las bandejas pueden colocarse por un ventilador situado antes del elemento calefactor. La fruta en rodajas se seca en el secador de bandejas a la T de 65°C durante 16h. (Ramírez 2015).

Enfriado

El enfriado se realiza a temperatura de ambiente para su posterior sellado (Del castillo 2006).

Envases de polietileno

De limitada difusión, por las dificultades que representa su utilización, respecto a la durabilidad del envase en sí. Presentan la ventaja de facilitar el almacenamiento y transporte (Del castillo 2006).

Almacenado

Luego el producto final es almacenado a temperatura ambiente para su posterior comercialización (Del castillo 2006).

2.1.11. Característica organoléptica.

Anzaldúa y Morales (1994) indican que las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que son percibidos por nuestros sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. La aceptación del producto se evalúa basándose en las características sensoriales como el olor, color, sabor, dulzor, textura y apariencia general, utilizando una escala hedónica de 5 puntos, lo cual se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 04. Escala hedónica de 5 puntos

Puntaje	Escala de medición
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Fuente: Arcila y Mendoza (2006)

Cuadro 05 Propiedades sensoriales mas comunes relacionadas a cada sentido humano.

Propiedad sensorial	Sentidos
Color	Vista
Apariencia	Vista
Olor	Olfato
Aroma	Olfato
Gusto	Gusto
Sabor	Olfato, gusto
Temperatura	Tacto
Peso	Tacto
Textura	Oído, vista, tacto
Rugosidad	Oído, vista, tacto

Fuente: Anzaldúa y Morales (1994)

A continuación, se describe cada propiedad sensorial:

a) El color:

La pulpa es de grosor variable y de textura harinosa suave o dura su color varia del amarillo intenso a pálido y tiene un sabor muy agradable a los de textura suave se les llama lúcuma de seda y a los de textura dura lúcuma de palo (Praloran 1977).

b) El olor

Esta propiedad consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca (Anzaldúa y Morales 1994).

La naturaleza de los componentes del aroma característico de la lúcuma está conformados por sustancias cuya composición es completamente diferente a los aceites esenciales de la corteza (Rodríguez 1986).

c) El sabor

Morten (2007) menciona sobre el sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido; en cambio, en cuanto se perciba el olor, se podrá decir, de qué alimento se trata. El sabor es característico a la lúcuma muy agradable (Daga 2004).

g) La textura

Textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación.

Es muy importante notar que la textura puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado. El tacto podrá indicarnos su peso y temperatura, y la vista nos permite apreciar color y brillo, pero no. No puede hablarse de la “textura de un alimento” como si fuera una sola característica de éste, sino que más concretamente hay que referirse a los atributos de textura, o las características o propiedades de textura del alimento (Anzaldúa y Morales 1994).

De acuerdo con la textura de su pulpa, las lúcumas se clasifican en dos tipos: «palo» y «seda». Las lúcumas de palo son de textura más duras y solo pueden usarse para harina, pero mantienen su sabor, mientras las lúcumas de seda son de textura más blandas y apropiadas para su consumo como fruta fresca (Daga 2004).

2.1.12. Producción de lúcuma en el Perú.

La mayor parte de producción se concentra en Lima, Huánuco, Ancash, Piura, Cajamarca y Lambayeque.

Cuadro 06. En el trienio 2010 – 2012, según la DRAL del MINAG, la producción de lúcuma en T.M fue la siguiente:

Año	2010	2011	2012
Enero	839,87	794,97	965,38
Febrero	2.376,45	2.611,19	2.311,14
Marzo	3.091,48	2.815,53	3.809,65
Abril	2.800,76	2.892,41	2.910,20
Mayo	889,24	1.392,41	1.670,49
Junio	873,77	936,10	738,66
Julio	762,99	887,79	598,12
Agosto	288,38	179,88	144,90
Setiembre	86,00	50,52	12,80
Octubre	64,00	59,28	66,10
Noviembre	165,00	51,00	108,00
Diciembre	251,00	121,55	186,28
Total	12.488,94	12.792,63	13.521,72

Producción de lúcuma en el departamento de Huánuco. La mayor parte de producción se concentra en los distritos de Santa María del Valle, Churubamba, Cayna, Amarilis y Ambo.

Cuadro 07. Producción de lúcuma en T.M el año 2015 en el departamento de Huánuco, según la DRAL del MINAG:

Año (2015)	Churubamba	Cayna (Ambo)	Santa María del Valle	Ambo	Amarilis
Enero	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Marzo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abril	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mayo	1.30	0.0	2.40	2.10	0.0
Junio	5.00	0.20	7.50	4.00	2.30
Julio	11.0	1.40	7.00	5.20	4.00
Agosto	5.80	0.70	10.60	4.80	2.90
Setiembre	4.70	0.0	7.70	2.60	0.20
Octubre	3.30	0.0	4.20	0.50	0.0
Noviembre	1.80	0.0	2.20	0.0	0.0
Diciembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	32.90	2.30	41.60	19.20	9.40

2.1.13. Ultrasonido.

López (2006) define que los tratamientos físicos como el ultrasonido, entre muchos otros (pulsos eléctricos, irradiaciones, microondas, luz blanca), se conviertan en alternativas muy promisorias para el procesamiento de alimentos por cuanto permiten realizar operaciones de estabilización sin incrementar drásticamente la temperatura del sistema y por lo tanto preservan mucho mejor las características sensoriales del producto (González 2005).

a. Aplicación de ultrasonido en alimentos

González (2005) menciona sobre la aplicación de tratamientos térmicos ha sido la tecnología más comúnmente utilizada para la estabilización de alimentos debido a su alta capacidad de destrucción de microorganismos e inactivación de enzimas. Sin embargo, se sabe que el calor puede no solamente perjudicar muchas de las propiedades organolépticas del alimento sino también, reducir los contenidos y/o la biodisponibilidad de algunos nutrientes. Por lo tanto, durante las últimas décadas se ha generado un creciente interés en la búsqueda y desarrollo de nuevas tecnologías capaces de reducir la intensidad de los tratamientos térmicos requeridos para la estabilización de sistemas alimentarios.

Piyasena y col (2003) define a pesar de las altas temperaturas, éstas se consideran de poco efecto microbicida por ser muy puntuales afectando una región reducida y por lo tanto un bajo número de microorganismos. Sin embargo, durante este fenómeno de cavitación se libera gran cantidad de energía en forma de presión favoreciendo los procesos de transferencia de masa y diferentes reacciones químicas, especialmente de óxido-reducción. El efecto microbicida del UAI se imputa a la cavitación intracelular que involucra los mencionados componentes físicos y reacciones químicas. Los choques micro-mecánicos perturban las estructuras celulares y los componentes funcionales llegando a ocasionar lisis celular con pérdida del contenido citoplasmático

Earnshaw y col (1995) Kinsloe y col. (1954) y Scherba y col. (1991) atribuyeron la pérdida de integridad de la membrana celular y posterior lisis celular al esfuerzo cortante y los cambios de presión generados por la cavitación.

Butz *et al* (2000) reportan que la inactivación microbiana se debe a un adelgazamiento de la membrana celular con la acción combinada de calentamiento local y producción de radicales libres. La extensión de los daños son químicos y físicos varía dependiendo de los parámetros del tratamiento ultrasónico como son la frecuencia y la intensidad.

b. Aplicación de ultrasonido en deshidratación de alimentos

Siró *et al* (2008) menciona que uno de los retos que presenta la ingeniería de alimentos en nuestros días se relaciona con el desarrollo de tecnologías que no afecten la calidad funcional de los alimentos, tal como ocurre con las tecnologías convencionales. Entre estas tecnologías emergentes, los tratamientos con ultrasonido (US) han demostrado ser efectivos a la hora de preservar los componentes responsables de las propiedades funcionales de los alimentos, puesto que ésta se puede emplear a temperaturas cercanas a la ambiental evitando así la degradación térmica de los componentes termolábiles. La aplicación de ultrasonido se fundamenta en el hecho de que las ondas de ultrasonido (por encima del rango audible para los seres humanos) crean un efecto de cavitación que rompe las paredes celulares, por

lo que se ha empleado para acelerar la transferencia de calor y de masa desde o hacia el alimento en operaciones tales como la extracción o el secado.

Eroski Consumer (2005) define que dado que las ondas acústicas favorecen la transferencia de masa, reducen la energía del agua ligada y mejoran la difusión, otra de las aplicaciones importantes de los ultrasonidos como técnica de conservación es la deshidratación de alimentos. Los primeros estudios se llevaron a cabo en combinación con aire caliente, pero los mejores resultados se obtuvieron aplicando la vibración ultrasónica en contacto directo con el alimento y en combinación con una presión estática. Se trata de un método que es de dos a tres veces más rápido que con el aire caliente, mediante el cual se llegan a deshidratar vegetales hasta un 99% sin modificaciones en la calidad. Las ventajas de este proceso de deshidratación frente a la deshidratación convencional mediante aire caliente serían un menor deterioro de la calidad.

c. Características de los frutos deshidratados con tratamiento de ultrasonido

Soria y Villamiel (2010) mencionan que el uso de ultrasonido de potencia (US) como pre tratamiento a la deshidratación ha surgido como una nueva mejora para los procesos convencionales de secado. El uso de ultrasonido como pre tratamiento al secado con aire resulta ser una metodología

interesante debido a que el tiempo total de procesamiento se reduce entre un 10 y 16% (Salazar et al 2009) esto principalmente a que la difusividad del agua al interior del alimento se aumenta aproximadamente en un 14.4% durante el periodo de secado.

Fernandes y Rodrigues (2007) describe que permite la remoción del contenido de humedad sin producir un cambio de fase. Esto tiene un impacto directo en la economía del proceso, ya que generalmente el secado convectivo es una operación energéticamente intensiva debido a que es un proceso simultáneo de transferencia de calor y masa acompañado de un cambio de fase (Fernandes & Rodrigues 2007).

2.1.14. Deshidratación de frutas.

Kowalska y Lenart (2001) describen que en la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos de alto contenido acuoso que permiten obtener productos de gran calidad nutricional, conservando las características de color, aroma y sabor de los alimentos frescos como así también optimizar costos y tiempos de procesamiento. Muchos estudios llevados a cabo en los últimos años demostraron que el uso de la deshidratación osmótica en el procesamiento de frutas y verduras genera muy buenos resultados en la

reducción del contenido de agua con el aumento simultáneo del contenido de materia seca.

Erle y Schubert (2001) mencionan que la deshidratación osmótica (DO) puede ser descrita como una deshidratación parcial de los materiales a través del proceso de ósmosis, lo cual implica la inmersión de los frutos durante un determinado tiempo en una solución hipertónica, frecuentemente en soluciones con azúcares tales como sacarosa, glucosa, fructosa, entre otras. Una pérdida por arriba del 50% de la humedad inicial puede ser alcanzada dependiendo de varios factores tales como las características del material, la concentración, temperatura y tipo del medio osmótico, etc. La utilización del azúcar durante la DO permite lograr dos efectos benéficos que ayudan a producir un alimento de alta calidad: 1) la inhibición de la polifenoloxidasas y 2) la prevención de la pérdida de compuestos volátiles durante el deshidratado, incluso bajo vacío. A su vez, los cambios en la composición por el ingreso del azúcar pueden ser explotados para crear propiedades distintivas en el producto final.

Wais (2001) define sobre la gran contracción del material y endurecimiento del producto causado por el secado por aire caliente, el interés en el calentamiento por medio de microondas en la industria alimenticia aumentó gradualmente. La energía de microondas es especialmente útil en el secado, ya que permite la remoción de la humedad en forma continua e intensa. Las microondas pueden penetrar a través del material seco hacia el interior

causando un calentamiento en las partes húmedas e incrementar la velocidad de secado. Se ha observado que la transferencia de la humedad hacia la superficie es más dinámica que en el secado convencional. Por lo tanto, la aplicación del método combinado aire caliente-microondas permitiría reducir el tiempo de secado y costos, obteniendo un producto de alta calidad. En los alimentos deshidratados, la pérdida de las características originales de la materia prima se manifiesta a través de la pérdida de color, textura y valor nutricional.

2.1.15. Generalidades de las frutas deshidratadas.

Palacios (2009) menciona que los métodos modernos de deshidratación, buscan otros fines que la simple preservación: en alimentos, la reducción de peso y algunas veces de volumen, la concentración de sólidos solubles, aumenta al punto que la fruta resiste el deterioro microbiano. Los productos deshidratados requieren más sulfito durante la preparación y almacenamiento que los productos congelados.

Castro (2007) menciona que las frutas deshidratadas son una verdadera fuente de energía, con fructosa natural y un delicioso e intenso sabor. Por ejemplo pueden llevarse como provisiones para el viaje o tomarse como alimento de alta potencia nutricional (Power-Snack) para actividades deportivas. Pueden comerse solas o emplearse para la producción industrial de mermeladas, salsas, barras energéticas, pasteles, postres y té de frutas.

2.1.16. Deshidratación.

La deshidratación o secado de alimentos es una de las operaciones unitarias más utilizadas en la conservación de los mismos. Era utilizada en tiempos prehistóricos por nuestros antepasados, pues les permitía obtener productos alimenticios con un tiempo de vida superior. Con paso del tiempo, la demanda de alimentos ha ido creciendo con el aumento de la población acarreado el que la industria de conservación por secado ha adquirido una gran importancia en el sector alimentario.

En los procesos de deshidratación el agua del alimento es eliminada, en mayor o menor grado, y se consigue con ello una mejor conservación microbiológica. La deshidratación también logra disminuir los costes de envasado, manejo, almacenado y transporte, ya que se disminuye el peso del alimento, y algunos casos el volumen. (Barbosa – Canovas y Vega – Mercado, 1996).

2.2. ANTECEDENTES.

Parada *et al* (2012) en su trabajo de investigación titulado “Aplicación del ultrasonido en el procesamiento de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth): efecto sobre la calidad funcional y evaluación como pre tratamiento al secado convectivo” evaluó el uso de ultrasonido de potencia (US) como pre tratamiento al secado de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) mediante el estudio estadístico del efecto de las variables de proceso sobre la pérdida

de calidad funcional del producto y sobre la velocidad de pérdida de humedad: Inicialmente se estudió el efecto de la potencia (52.5 - 117.5 W), la temperatura (20 - 40°C) y el tiempo (10 - 30 min) sobre la retención de compuestos antioxidantes en el fruto y sobre la concentración de colorantes y actividad antioxidante del extracto. Tanto el mayor porcentaje de retención (57.7%) se lograron con una potencia de 177.5 W, a 20°C y 10 minutos de aplicación, mientras que el extracto con mayor concentración de colorantes (1.120 g/ L) se obtuvo a la misma potencia, 40°C y 30 min. Se encontró que la temperatura fue la única variable que presentó un efecto significativo sobre la retención y que su efecto es inversamente proporcional, mientras que ésta variable y la potencia afectan significativamente la extracción de colorantes. Considerando los resultados anteriores, se estudió entonces el efecto de temperatura del aire (40 - 60°C), la potencia (0 - 230 W) y el tiempo (10 - 30 min) sobre la rapidez de secado convectivo. Se observó que la potencia y la temperatura del aire son las variables que más afectan la rapidez de secado, alcanzando su mayor valor a 200 W, 60°C y 30 min. Concluyendo por lo tanto que la aplicación de US en el procesamiento de mora permite obtener un producto deshidratado de mejor calidad funcional y resulta ser efectivo a la hora de reducir el tiempo necesario para lograr un valor de humedad dado durante el secado convectivo.

Porras *et al* (2011) en su trabajo de investigación titulado "Efecto de la aplicación de ondas de ultrasonido sobre las propiedades fisicoquímicas,

reológicas y microbiológicas de pulpa de mango (*Mangifera indica* L) variedad común" se evaluó el efecto de la frecuencia y el tiempo de exposición de las ondas de ultrasonido sobre las propiedades fisicoquímicas (temperatura, sólidos solubles °Brix, pH, densidad y porcentaje de acidez), reológicas (índice de consistencia (K) e índice de fluidez (n) y microbiológicas (mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras y esporas de *Clostridium sulfito reductor*), de la pulpa de mango producido en la ciudad de Barrancabermeja, departamento de Santander, por ser una de las frutas más cultivadas en la región (67 ha). Diferentes muestras de pulpa fresca fueron caracterizadas y sometidas a ondas de ultrasonido de manera independiente, utilizando un diseño factorial 2 x 4 con 8 tratamientos y 3 réplicas por tratamiento; los factores utilizados fueron frecuencia (2 niveles 25 - 45 kHz) y tiempo (15, 30, 45 y 60min). Los resultados obtenidos, mostraron que la frecuencia de operación, como el tiempo de exposición al tratamiento con ondas de ultrasonido, tienen un efecto significativo ($\alpha=0,05$) sobre las propiedades estudiadas. Los efectos más significativos se evidenciaron al aplicar una frecuencia de 25 kHz y un tiempo de exposición de 60 min; tales como el aumento en los sólidos solubles (26.7%), la densidad (30%), la acidez (70.9%) y el descenso del pH (0,32%). Sobre la carga microbiológica, se evidenció una inhibición en los mesófilos aerobios (54.7%), así como para los hongos y levaduras (62.1%). Al graficar los resultados de la inactivación microbiológica, estos revelan que sigue una tendencia bifásica o pseudolineal.

Sobre las propiedades reológicas, se encontró que la pulpa de mango común conserva su comportamiento pseudoplástico. Este estudio ofrece avances en la aplicación de tecnologías no emergentes en la conservación de los alimentos.

Juarez (2010) realizó una investigación sobre la implementación de un pre-tratamiento ultrasónico con la finalidad de reducir el tiempo de secado del chile habanero. El pre-tratamiento fue llevado a cabo sumergiendo la muestra en agua destilada y aplicando señales ultrasónicas durante 30 y 60 minutos con un procesador ultrasónico de 750 Watts (20 kHz), operado a 5 niveles de porcentaje de amplitud de onda entre 20 y 100%. Inmediatamente después del tratamiento, las muestras fueron deshidratadas en un horno de convección forzada con aire a 60°C y una velocidad de 2 ± 0.2 m/s. La retención de capsaicina después del proceso fue evaluada. Un modelo matemático resuelto en Comsol Multiphysic y que toma en cuenta la influencia de la resistencia interna por difusión y la resistencia interfacial alimento-aire provocada por la capa cerosa del chile habanero fue propuesto para analizar las cinéticas de secado. El tiempo de secado fue disminuido desde un 25% hasta un 50% comparado con los resultados obtenidos de las muestras sin tratamiento. Un ANOVA ($p < 0.05$) demostró que tanto como fueron influenciados por el tiempo de sonicación (T_s), por la amplitud de onda (A) y por una interacción $T_s \cdot A$. El contenido final de capsaicina no fue afectado por

el tratamiento ultrasónico y fue similar a los obtenidos en los chiles deshidratados como control ($p < 0.05$).

Moore (2010) realizó un estudio sobre el efecto de la aplicación del ultrasonido en la deshidratación de Murtilla (*ugini molinae turcz*) donde concluyó que el uso de ultrasonido como pretratamiento en los rangos ensayados en deshidratación de murtilla no disminuyó significativamente el tiempo de deshidratación. Además el ultrasonido no tiene efecto en la rehidratación, las diferencias se observan sólo por la temperatura de rehidratación. El diámetro ecuatorial es mayor que el diámetro polar en muestras frescas, se determinaron los diámetros, color y densidad real y aparente para Murtilla *ugini molinae* cultivada en la zona de Coihueco. La utilización de ultrasonido como pretratamiento en bayas de murtilla no modifica la densidad real, densidad aparente y color.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis específicas:

- Los componentes fisicoquímicos de la hojuela de lúcuma deshidratada con tratamiento ultrasónico presenta variación de sus indicadores.

- Si se somete a tratamiento ultrasónico a diferentes potencias y tiempos reducirá el tiempo de deshidratado de la hojuela de lúcuma aplicando el tratamiento con ultrasonido.
- Si se somete a tratamiento ultrasónico habrá diferencia de carga microbiana en la hojuela de lúcuma deshidratada entre la muestra testigo y el tratamiento ultrasónico.
- Si se somete a tratamiento ultrasónico a diferentes potencias y tiempos mejorara las características organolépticas de la hojuela de lúcuma deshidratado.

2.4. VARIABLES.

2.4.1. Variable independiente:

X₀= Sin Tratamiento ultrasónico

X₁= Tratamientos de ultrasonido = 30 min, 500 Watts

X₂= Tratamientos de ultrasonido = 45 min, 500 Watts

X₃= Tratamientos de ultrasonido = 30 min, 1000 Watts

X₄= Tratamientos de ultrasonido = 45 min, 1000 Watts

X₅= Tratamientos de ultrasonido = 30 min, 1500 Watts

X₆= Tratamientos de ultrasonido = 45 min, 1500 Watts

2.4.2. Variable dependiente:

Y_1 = Características organolépticas

Y_2 = Tiempo de deshidratado.

2.4.3. Variables intervinientes:

Z_1 = Variedad de lúcuma = palo

Z_2 = Dimensión de la hojuela = 4 mm

Z_3 = Humedad de la hojuela seca = 10%

Z_4 = Frecuencia = 40 KGHZ

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

En el cuadro 08, se muestra la operacionalización de las variables en estudio.

Variable	Dimensión	Indicadores
Variables independiente		
Tratamiento ultrasónico	Tiempo	a ₁ = 30 minutos a ₂ = 45 minutos
	Potencia	b ₁ = 500 Watts, b ₂ = 1000 Watts b ₃ = 1500 Watts
	Frecuencia	40 KGHZ
Variables dependientes		
- Características organolépticas	Análisis sensorial	Color Olor Sabor Textura
- Tiempo de deshidratado	Tiempo de deshidratación	% Humedad

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa KARBEL S.C.R.L.; en el laboratorio de bromatología y análisis sensorial de la Escuela Académico profesional de ingeniería agroindustrial de la UNHEVAL y en el laboratorio BIOVITAL ubicado en el distrito de Amarilis – Huánuco durante los meses de junio y julio del 2016.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

- Tipo de Investigación: Aplicada por que se basa en los principios de la ciencia sobre el efecto del ultrasonido en reducción del tiempo de deshidratado de hojuela de lúcuma.
- Nivel de Investigación: Experimental – explicativa porque se manipuló la variable independiente (reducción de tiempo de secado) y se midió el efecto en la variable dependiente (componentes físico químicas, carga microbiana y características sensoriales).

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población.

La población a estudiar estuvo constituida por 14 kilogramos de lúcuma. Cada repetición estuvo constituida por 2.0 kilogramos por tratamiento.

Cuadro 09. Población en estudio

Tratamiento	Cantidad
T ₀	0.45
T ₁	0.45
T ₂	0.45
T ₃	0.45
T ₄	0.45
T ₅	0.45
T ₆	0.45
Total	3150

Muestra

La muestra estuvo constituida por 0.150 kilogramos de lúcuma por cada tratamiento en estudio.

Cuadro 10. Muestra en estudio

Tratamiento	Cantidad
T ₀	0.150
T ₁	0.150
T ₂	0.150
T ₃	0.150
T ₄	0.150
T ₅	0.150
T ₆	0.150
Total	1050

3.3.2. Unidad de análisis.

Hojuelas de lúcuma de 150 gramos

3.3.3. Tratamiento en estudio.

Para evaluar los tratamientos ultrasónicos en hojuelas de lúcuma se consideró los siguientes tratamientos.

Cuadro 11. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Especificaciones	
	Potencia	Tiempo
T ₀	Hojuela de lúcuma sin tratamiento ultrasónico	Hojuela de lúcuma sin tratamiento ultrasónico
T ₁ : a ₁ b ₁	500 Watts	30 minutos
T ₂ : a ₁ b ₂	500 Watts	45 minutos
T ₃ : a ₂ b ₁	1000 Watts	30 minutos
T ₄ : a ₂ b ₂	1000 Watts	45 minutos
T ₅ : a ₃ b ₁	1500 Watts	30 minutos
T ₆ : a ₃ b ₃	1500 Watts	45 minutos

T = Tratamiento

3.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS.

3.4.1. Hipótesis nula.

H₁: los diferentes tratamientos de ultrasonidos en las hojuelas de lúcuma no influye en la reducción del tiempo de deshidratado

H₁: T₀ = T₁ = T₂ = T₃ = T₄ = T₅ = T₆ = 0

H₂: los diferentes tratamientos no influyen en las características organolépticas de las hojuelas de lúcuma deshidratadas.

H₂: $T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = 0$

3.4.2. Hipótesis de investigación.

H₁: los diferentes tratamientos de ultrasonido en las hojuelas de lúcuma influyen en la reducción del tiempo deshidratado.

H₁: al menos un $T_1 \neq 0$

H₂: los diferentes tratamientos de ultrasonido con diferentes potencias y tiempos influyen en las características organolépticas de las hojuelas de lúcuma deshidratadas.

H₂: al menos un $T_1 \neq 0$

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.5.1. Para el análisis organoléptico.

Prueba de Friedman

Esta prueba se utiliza en aquellas situaciones en las que se seleccionan n grupos de k elementos de forma que los elementos de cada grupo sean lo más parecidos posible entre sí, y a cada uno de los elementos del grupo se le aplica uno de entre k "tratamientos", o bien cuando a cada uno

de los elementos de una muestra de tamaño n se le aplican los k "tratamientos".

La hipótesis nula que se contrasta es que las respuestas asociadas a cada uno de los "tratamientos" tienen la misma distribución de probabilidad o distribuciones con la misma mediana, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos la distribución de una de las respuestas difiere de las demás. Para poder utilizar esta prueba las respuestas deben ser variables continuas y estar medidas por lo menos en una escala ordinal.

Sea $R(X_{ij})$ el rango asignado a la observación X_{ij} dentro del bloque j y sea R_i la suma de los rangos asignados a la muestra i :

$$R_i = \sum_{j=1}^b R(X_{ij})$$

Estadístico de Prueba:

Primero calcule los valores A y B

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2$$

Dónde:

A = Sumatoria de los rangos de cada tratamiento al cuadrado

B = Sumatoria del rango total de cada tratamiento al cuadrado

R = Rangos asignados a la muestra.

El estadístico de la prueba es:

$$T = \frac{(k - 1) \left[bB - \frac{b^2 k (k + 1)^2}{4} \right]}{A - \frac{bk(k + 1)^2}{4}}$$

En la expresión anterior:

T = Estadístico calculado por rangos de Friedman.

b = Número de elementos o de bloques (número de hileras)

K = Número de variables relacionadas

Regla de decisión

La hipótesis nula se rechaza con un nivel de significación α si T resulta mayor que el valor de la tabla.

Comparaciones entre tratamientos

Si la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dirá que los tratamientos i y j difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad.

$$|R_i - R_j| > t_{\frac{\alpha}{2}, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(K-1)}}$$

3.5.2. Para tiempo de deshidratado.

Para evaluar el tiempo de deshidratado de hojuela de lúcuma, se utilizará el Diseño Completamente al Azar (DCA).

Dónde:

El modelo matemático correspondiente a un DCA (Diseño Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Tiempo de deshidratado de la j -ésima repetición de la temperatura y tiempo del secado con el i -ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

τ_i : Efecto del i -ésimo tratamiento (temperatura y tiempo) utilizada para el secado de hojuela de lúcuma.

E_{ij} : Efecto del error experimental.

Cuadro 12. Esquema de análisis de varianza para el DCA

FV	SC	GL	CM	F0
TRATAMIENTO	SCF	K-1	CMF = SCF/ (K-1)	CMF/ CME
ERROR	SCE= SCT - SCF	N-K	CME=SCE/N-K	
TOTAL	SCT	N-1		

Fuente: Steell *et al* (1996)

La comparación de tratamientos, se realizó a través de la prueba de Tukey con un nivel de significación $\alpha = 5\%$.

3.5.3. Datos a registrar.

Los datos a registrar son los que se obtuvieron en los distintos análisis fisicoquímicos y sensoriales a realizarse.

3.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica:

Fichaje.- Se utilizó para construir el marco teórico y la bibliografía de dicha tesis.

b. Técnicas de campo

Observación.- Permitted recolectar los datos directamente del proceso de deshidratación de hojuelas de lúcuma con aplicación ultrasónico.

c. Fichas de investigación o documentación

- Comentario
- Resumen

d. Fichas de registro o localización

- Bibliográficas
- Hemerográficas
- Internet

e. Instrumento de recolección de información en laboratorio

- Libreta de apuntes (laboratorio).

f. Procesamiento y presentación de los resultados

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el programa de acuerdo al diseño de investigación propuesto.

3.6. MATERIALES Y EQUIPO

3.6.1. Materia prima.

Se utilizó la lúcuma de variedad palo procedente del distrito de Churubamba de la localidad de Pacapucro, provincia y departamento de Huánuco, las que han alcanzado su estado fisiológico de madurez.

3.6.2. Materiales de escritorio y otros.

- ✓ Libreta de apuntes.
- ✓ Lapiceros.
- ✓ Tajador.
- ✓ Resaltador.
- ✓ Memoria USB.
- ✓ Corrector.
- ✓ Lápices de carbón 2B.
- ✓ Papel bond A4 de 80 gramos.
- ✓ Papel bulky.
- ✓ Cámara fotográfica digital

3.6.3. Equipos.

Balanza analítica: eléctrica, modelo AE 163, marca METTER TOLEDO, de 0.001 g de sensibilidad, de procedencia Alemana. Refractómetro: digital de 0 - 80 °Brix, de procedencia Alemana. Estufa: marca MERMET UNIVERSAL, modelo TV-90, Alemana. Mufla: marca FURNACE, modelo 62700, número de serie 52874, marca Alemana. Glutomatic PERTEN número de serie 73789 de fabricación Americano, Glutorck GLUTIMER 2020 número de serie 19512 de fabricación. pH-metro digital, rango 0.00 - 14.00, de procedencia Chino. Secador automático: marca, Equipo de titulación tina de ultrasonido.

3.6.4. Materiales de laboratorios.

- ✓ Vasos de precipitación de 200 ml
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Pipetas de 10 ml.
- ✓ Micropipeta
- ✓ Gradillas.
- ✓ Papel filtrante (fundas de polietileno–polipropileno).
- ✓ Botellas de vidrio con tapa rosca.
- ✓ Embudos.
- ✓ Espátula.
- ✓ Termómetro de -10 a 150°C.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Cubetas de poliestireno de 1 ml.

3.6.5. Reactivos.

- ✓ Hidróxido de sodio (NaOH)
- ✓ Ácido sulfúrico (H₂SO₄)
- ✓ Fenolftaleína
- ✓ Hipoclorito de sodio

3.6.6. Materiales de proceso.

- ✓ Cuchillos de acero inoxidable
- ✓ Rebanadora
- ✓ Tazones de 5 L
- ✓ Selladora
- ✓ Jarra de 3 L
- ✓ Cocina industrial de 2 hornillas

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Se presenta el esquema experimental que se utilizó para la conducción de la investigación.

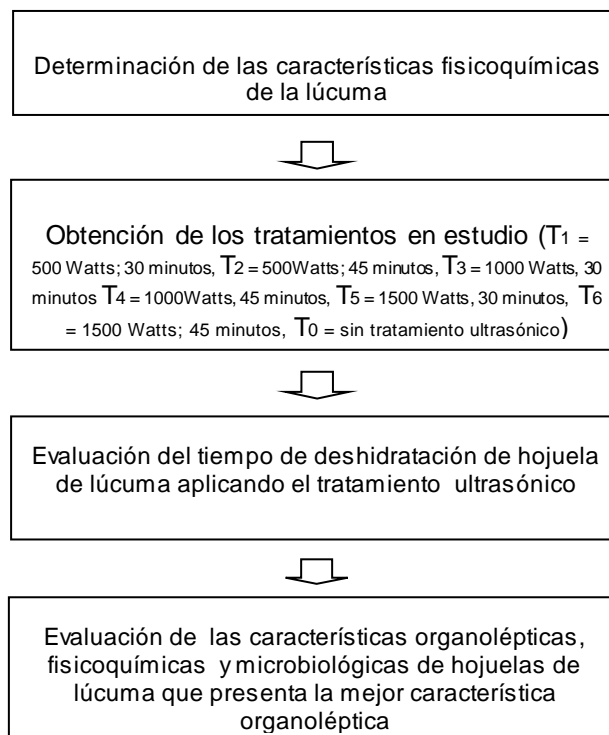


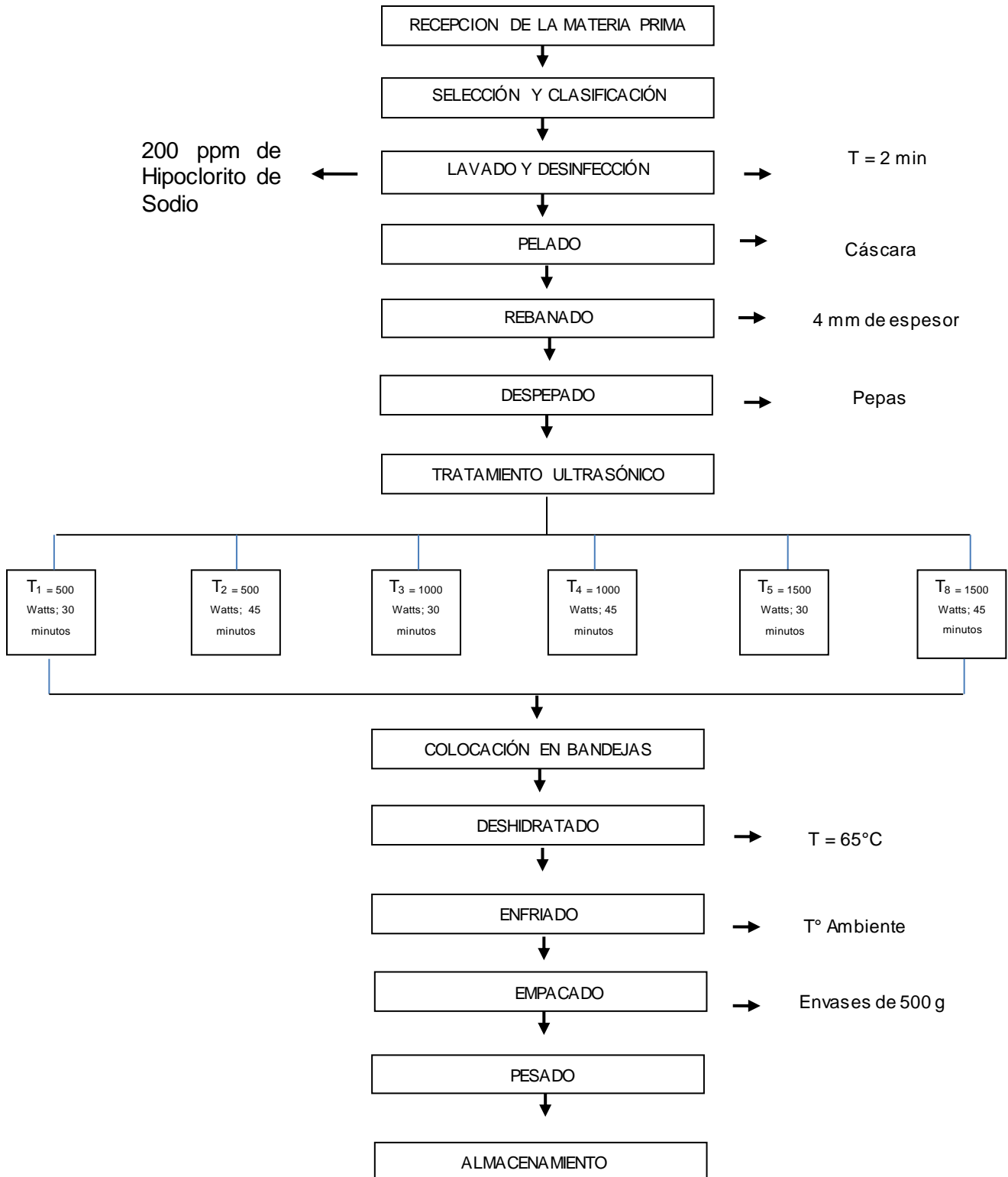
Figura 2. Esquema experimental para la Conducción de trabajo de investigación

3.7.1. Determinación de los componentes fisicoquímicas de la lúcura.

Se realizó los siguientes análisis a todos los tratamientos en estudio:

- **Humedad:** Se determinó por el método Air Oven (AOAC 1997).
- **Acidez titulable:** Por titulación utilizando como indicador, fenolftaleína (AOAC 1997).
- **pH:** Método de potenciometría (AOAC 1997)
- **Proteína:** Por el método de Kjeldahl, (Pearson 2000)
- **Grasa:** Por el método Hexane extract. (AOAC 1997)
- **Índice de madurez:** Se determinó mediante °Brix/acidez (AOAC).
- **Carbohidratos:** Se determinó mediante el método Indirect Method. (AOAC 1997).
- **Ceniza:** Se determinó con una Mufla: mediante el método Direct Method (AOAC 1997).

3.7.2. Elaboración de los tratamientos en estudio



Descripción de la elaboración de hojuela de lúcuma deshidratada

Recepción de materia prima.- Se recepcionó la lúcuma de variedad palo teniendo en cuenta su estado de madurez, estado de conservación y apariencia en general tal como lo menciona (Del castillo 2006).

Selección y clasificación.- Esta operación consiste seleccionar y clasificar la lúcuma según su madurez, tamaño estado de conservación libres de materias extrañas, daños físicos (cortes magulladuras) como lo menciona (Del castillo 2006).

Lavado y desinfección.- Esta operación se realiza de forma manual se realizó con agua corriente potable con la finalidad de eliminar materias extrañas adheridas en la superficie de la fruta como polvo, latex (resina), luego se desinfecta con hipoclorito de sodio tal como lo menciona (Del castillo 2006).

Pelado.- Se realizó en forma manual con cuchillos de acero inoxidable tratando de no cortar la parte comestible de la fruta sin dejar partes mal peladas para evitar el sabor astringente de la cascara y las partes duras para evitar el sabor amargo no deseado y retirando la parte con presencia de microorganismo tal como lo indica (Del castillo 2006).

Despepado.- Se realizó con la ayuda de un cuchillo para extraer las pepas y retirar el hollejo evitando cortar la pulpa en pedazos tal como lo menciona (Ramírez 2015).

Rebanado.- Se realizó en forma manual para lo cual se usa un rebanador manual regulable con el que se obtiene hojuelas de 4mm de espesor que facilita una deshidratación homogénea y rápida tal como lo menciona (Del castillo 2006).

Tratamiento ultrasónico.- En esta operación las muestras son envasados al vacío previo a ser sometidos a tiempos de 30 minutos con 500 Watts de potencia, 45 minutos con 500 Watts de potencia, 30 minutos con 1000 Watts de potencia, 45 minutos con 1000watts de potencia, 30 minutos con 1500 Watts de potencia y 45 minutos con 1500 Watts de potencia (Frecuencia de 40 KGHZ).

Colocación en bandejas.- Se Colocó la lúcuma rebanada esparciéndolas uniformemente en bandejas de metal de 30 cm * 30 cm de ancho.

Deshidratado.- Esta operación consistió en obtener la hojuela de lúcuma deshidratada con características de olor y humedad deseada donde se obtuvo

un peso constante. El nivel de humedad al cual deseamos llegar es de 10%. Las bandejas y compartimientos del secador automático circulan aire caliente. Las hojuelas se secan una T de 65°C durante 3 horas y 30 minutos.

Enfriado.- Se realizó a temperatura de ambiente para su posterior sellado tal como lo menciona (Del castillo 2006).

Pesado.- Luego del enfriado de las hojuelas se procedió con el pesado con balanza de capacidad apropiada y con precisión para realizar el rendimiento final del producto tal como lo indica (Del castillo 2006).

Empacado.- Esta operación consistió en envasar las hojuelas deshidratadas en envases de polietileno de 500g para su posterior conservación el cual facilita su almacenamiento tal como lo indica (Del castillo 2006).

Almacenado.- El producto final se almaceno a temperatura ambiente en un lugar adecuado así como lo define (Del castillo 2006).

3.7.3. Evaluación de tiempo de deshidratado.

Se determinó el tiempo de deshidratación por tratamiento para luego ser evaluado la diferenciación de cada tiempo de deshidratado para cada tratamiento.

3.7.4. Evaluación de las características organolépticas y componentes fisicoquímicas de los tratamientos en estudio

A. Características organolépticas

Para determinar la aceptabilidad del producto obtenido, se realizó una evaluación sensorial. La evaluación se realizó con un grupo de 15 panelistas semi-entrenados, ellos evaluaron el color, sabor, textura y olor en general, de las hojuelas de lúcuma deshidratada con los diferentes tratamientos ultrasónicos. Siguiendo el método de Larzmon (1982), se utilizó una escala hedónica del 1 al 5, en la cual cada panelista podía elegir entre las siguientes opciones: “1= malo”, “3 = regular”, “5 = bueno”, “7 = muy bueno” y “9 = excelente”. Las muestras a evaluar consistieron de 7 hojuelas de 6 gramos de peso en promedio, de los diferentes tratamientos ultrasónicos. Se utilizó un código para cada muestra, las cuales se proporcionaron completamente al azar.

Cuadro 13: Escala hedónica para la calificación de los atributos de hojuelas

Valor	Atributo sabor, aroma, color y textura
9	Excelente
7	Bueno
5	Aceptable
3	Desagradable
1	Pésimo

Fuente: Sotomayor (2008)

B. Componente fisicoquímico de hojuela de lúcumas deshidratado que presenta la mejor característica organoléptica.

- **Humedad:** Se determinó por el método Air Oven (AOAC 1997).
- **Acidez titulable:** Por titulación utilizando como indicador, fenolftaleína (AOAC 1997)
- **pH:** Método de potenciometría (AOAC 1997)
- **Proteína:** Por el método de Kjeldahl, (Pearson 2000)
- **Grasa:** Por el método Hexane extract. (AOAC 1997)
- **Carbohidratos:** Se determinó mediante el método Indirect Method. (AOAC 1997).
- **Ceniza:** Se determinó con una Mufla: mediante el método Direct Method (AOAC 1997).

IV. RESULTADO

4.1. DE LA DETERMINACIÓN DE LAS COMPONENTES FÍSICOQUÍMICAS DE LA LÚCUMA.

Cuadro 14. Componentes físicoquímicas de la lúcuma

Análisis	Resultado
Humedad %	71.0
Acidez titulable	1.6
pH	5.38
Proteína %	1.4
Grasa %	0.3
Carbohidratos %	25.0
Ceniza %	2.3
°Brix	26.5
Índice de madurez	16.56

Fuente: Servicios Integrales BIVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 16.06.45; resultado del acidez titulable realizado en el laboratorio de bromatología de la UNHEVAL.

La lúcuma entera procedente del Caserío de Pacapucro – Churubamba - Huánuco, utilizado en el trabajo de investigación presenta: pH 5.38, acidez titulable 1.6 g ác, humedad 71.0%, proteína 1.40%, grasa 0.3%, carbohidratos 25.0% y ceniza 2.3%, índice de madurez 16.56.

4.2. DE LA EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN DE LA LÚCUMA APLICANDO EL TRATAMIENTO CON ULTRASÓNIDO

Cuadro 15. Tiempo de deshidratado de la hojuela de lúcuma

Tratamientos	Descripción	Tiempo de secado
T ₀	Sin tratamiento ultrasónico	4 horas
T ₁	30 minutos; 500 Watts	3 horas 30 minutos
T ₂	45 minutos; 500 Watts	3 horas 30 minutos
T ₃	30 minutos; 1000 Watts	3 horas 30 minutos
T ₄	45 minutos; 1000 Watts	3 horas 30 minutos
T ₅	30 minutos; 1500 Watts	3 horas 30 minutos
T ₆	45 minutos; 1500 Watts	3 horas

Cuadro 16. Resultados de la prueba de comparación Tukey

TRATAMIENTO	N	PROMEDIO	TUKEY = 0.05		
			1	2	3
6	3	3.1333	a		
3	3	3.4333		b	
1	3	3.4667		b	
5	3	3.4800		b	
4	3	3.4967		b	
2	3	3.5000		b	
0	3	4.0500			c

En el cuadro 16 según la comparación de los tratamientos por la prueba de Tukey al 5%, se observa que los tratamientos T₀ (tratamiento testigo) y T₆, presenta diferencias estadísticas en comparación al tratamiento T₁, T₂, T₃, T₄,

T₅ y entre los tratamiento T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ no presentan diferencias estadísticas. Sin embargo son mejores y diferentes tratamientos en estudio.

Cuadro 17. Resultados de % de humedad llevado a peso constante cada tratamiento.

Tratamientos	% Humedad
T ₀	6.38
T ₁	6.43
T ₂	6.13
T ₃	6.15
T ₄	6.16
T ₅	6.14
T ₆	5.75

Fuente: Laboratorio de bromatología de la UNHEVAL

En el cuadro 17 se observa el % de humedad de cada tratamiento: T₀ 6.38, T₁ 6.43, T₂ 6.13, T₃ 6.15, T₄ 6.16, T₅ 6.14, T₆ 5.75, existe variación de % humedad entre tratamientos.

4.3. COMPONENTES FISICOQUÍMICAS DE HOJUELAS DE LÚCUMA DESHIDRATO SIN TRATAMIENTO ULTRASÓNICO Y CON TRATAMIENTO ULTRASÓNICO QUE PRESENTA LA MEJOR CARACTERÍSTICA ORGANOLÉPTICA.

Cuadro 18. Componente fisicoquímico de las hojuelas de lúcumas deshidratado del mejor tratamiento y testigo.

Parámetros	T ₀	T ₂
Humedad %	7.5	8.0
Acidez titulable	7.2	4.16
pH	5.74	5.77
Proteína %	1.5	1.6
Grasa %	0.6	1.05
Carbohidratos %	87.8	86.05
Ceniza %	2.6	3.3

Fuente: Servicios Integrales BIOVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 16.06.45; resultado del acidez titulable realizado en el laboratorio de bromatología de la UNHEVAL.

La hojuela de lúcumas sin tratamiento ultrasónico, obtenido en el trabajo de investigación presenta: pH 5.74, acidez titulable 7.2 g ác, Humedad 7.5%, proteína 1.5%, grasa 0.6%, carbohidrato 87.8% y ceniza 2.6%.

La hojuela de lúcumas sometido a tratamiento ultrasónico por 45 minutos a 500 Watts y 45°C, obtenido en el trabajo de investigación presenta: pH 5.77, acidez titulable 2.26 g ác, humedad 8.0%, proteína 1.6%, grasa 1.05%, carbohidrato 86.05% y ceniza 3.3%.

4.4. DE LA DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HOJUELAS DE LÚCUMA DESHIDRATADO SIN TRATAMIENTO ULTRASÓNICO Y CON EL MEJOR TRATAMIENTO ULTRASÓNICO T₂ (500 WATTS Y 45 MINUTOS)

Cuadro 19. Análisis microbiológico de hojuelas de lúcuma deshidratado sin tratamiento ultrasónico (T₀).

Parámetro	Unidades	Resultados	L.P.M
Escherichia coli	UFC/g	0	0
Mohos	UFC/g	3.3*10 ³	10 ³
Levaduras	UFC/g	3.3*10 ³	10 ³
Salmonella sp	UFC/25g	Ausencia	Ausencia

Fuente: Servicios Integrales BIOVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 16.06.45

Como se visualiza la materia prima utilizada en la investigación presenta: Escherichia coli 0 UFC/g, levaduras y mohos 3.3*10³ y ausencia de Salmonella sp.

Cuadro 20. Análisis microbiológico de hojuelas de lúcuma deshidratado con tratamiento ultrasónico (T₂).

Parámetro	Unidades	Resultados	L.P.M
Escherichia coli	UFC/g	0	0
Mohos	UFC/g	2.1*10 ³	10 ³
Levaduras	UFC/g	2.1*10 ³	10 ³
Salmonella sp	UFC/25g	Ausencia	Ausencia

Fuente: Servicios Integrales BIOVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 16.06.45.

Como se visualiza la materia prima utilizada en la investigación presenta: Escherichia coli 0 UFC/g, microorganismos aerobios mesófilos 2.5*10⁴ UFC/g, levaduras y mohos 2.1*10³ UFC/g, coliformes totales 1.8*10² y ausencia de Salmonella sp.

4.5. DE LA EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS HOJUELAS DE LÚCUMA OBTENIDAS CON TRATAMIENTO ULTRASÓNICO.

La evaluación sensorial se realizó con 15 panelistas semi entrenados. En los siguientes cuadros se observa, la comparación de los tratamientos por impares de Friedman para cada atributo evaluado.

Cuadro 21. Tratamientos por impares de Friedman del atributo sabor

Trat	PANELISTAS															R_i
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T_0	3	2	4	1	6.5	5	3	4.5	3	4	2	6	6	1	4.5	55.50
T_1	3	5.5	1.5	7	6.5	5	3	2	3	4	5.5	3	3.5	4	1.5	58.00
T_2	6.5	5.5	6.5	4	3.5	2	6.5	4.5	6	1	5.5	6	6	4	7	74.50
T_3	6.5	5.5	6.5	4	3.5	5	3	4.5	1	4	5.5	3	6	4	4.5	66.50
T_4	3	2	4	4	3.5	1	3	1	6	4	2	1	3.5	4	4.5	46.50
T_5	3	5.5	1.5	4	3.5	5	6.5	4.5	3	7	5.5	6	1.5	7	4.5	68.00
T_6	3	2	4	4	1	5	3	7	6	4	2	3	1.5	4	1.5	51.00
	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

$k = 7$ Tratamientos

$b = 15$ Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 1995$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 1720.26667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 11.5047619$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 6$ es $X_{(0.05, 6)} = 12.59$

Como el estadístico de la prueba resulta menor que el valor de tabla se acepta la H_0 y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Sabor.

Como la hipótesis nula se acepta, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dirá que los tratamientos i y j difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad.

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 84)} = 1.989$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 9.906$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 19.7$$

Cuadro 22. Comparación de los tratamientos por impares de Friedman del atributo sabor

Tratamientos Comparados	R _i	Significancia		
T ₂	74.50	a		
T ₅	68.00	a	b	
T ₃	66.50	a	b	
T ₁	58.00	a	b	c
T ₀	55.50	a	b	c
T ₆	51.00		b	c
T ₄	46.50			c

En el cuadro 22 según la comparación de los tratamientos por impares de Friedman, se observa que entre los tratamientos en estudio T₂, T₆ y T₄ presentan diferencias estadísticas en el atributo sabor en comparación a los tratamientos T₀, T₁, T₃ y T₅.

Cuadro 23. Tratamientos por impares de Friedman del atributo color.

Trat	PANELISTAS															R _i
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T ₀	3	6	4	5.5	2.5	5.5	2	3.5	7	5.5	3	3.5	5	4	4.5	64.50
T ₁	3	3	1.5	5.5	2.5	2	2	2	3.5	2	5.5	3.5	2	4	2	44.00
T ₂	6.5	6	4	5.5	6	2	6.5	6	3.5	5.5	5.5	6.5	2	6	6.5	78.00
T ₃	6.5	3	6.5	5.5	2.5	5.5	4.5	3.5	3.5	2	7	3.5	2	4	6.5	66.00
T ₄	3	1	1.5	2.5	2.5	5.5	4.5	1	3.5	2	3	1	5	1.5	4.5	42.00
T ₅	3	3	4	1	6	5.5	6.5	6	3.5	5.5	3	6.5	5	7	2	67.50
T ₆	3	6	6.5	2.5	6	2	2	6	3.5	5.5	1	3.5	7	1.5	2	58.00

28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28
k = 7 Tratamientos

b = 15 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 2015.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 1748.033333$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 18.25037258$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 6$ es $X_{(0.05, 6)} = 12.59$. Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Color.

Cuadro 24. Comparación de los tratamientos por impares de Friedman del atributo color

Tratamientos Comparados	R_i	Significancia			
T ₂	78.00	a			
T ₅	67.50	a	b	c	
T ₃	66.00	a	b	c	
T ₀	64.50	a	b	c	
T ₆	58.00			c	d
T ₁	44.00				d
T ₄	42.00				d

En el cuadro 24 según la comparación de los tratamientos por impares de Friedman, se observa que entre los tratamientos en estudio T₂, T₆, T₁ y T₄ presentan diferencias estadísticas en el atributo color en comparación a los tratamientos T₀, T₃ y T₅.

Cuadro 25. Tratamientos por impares de Friedman del atributo olor.

Trat	PANELISTAS															R_i
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T ₀	3	6	2	3	5	7	2	2	4	4.5	1	5	6.5	2	4	57.00
T ₁	6.5	2.5	5	3	7	4	5	5	4	4.5	3.5	5	6.5	2	1.5	65.00
T ₂	6.5	2.5	5	3	5	4	7	2	4	4.5	3.5	5	3.5	5	6.5	67.00
T ₃	3	2.5	7	1	5	4	2	5	4	4.5	6.5	5	3.5	5	6.5	64.50
T ₄	3	2.5	2	6	2	4	5	2	4	1	3.5	5	1	7	4	52.00
T ₅	3	6	2	6	2	4	5	5	4	4.5	6.5	1.5	3.5	5	4	62.00
T ₆	3	6	5	6	2	1	2	7	4	4.5	3.5	1.5	3.5	2	1.5	52.50
	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	

k = 7 Tratamientos

b = 15 Panelistas

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 1978.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 1695.1667$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 4.57286432$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 6$ es $X_{(0.05,6)} = 12.59$

Como el estadístico de la prueba resulta menor que el valor de tabla se acepta la H_0 y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Olor.

Como la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dirá que los tratamientos i y j difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad

$$|R_i - R_j| > t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}}$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} = t_{(0.025, 84)} = 1.99$$

$$\sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 10.1$$

$$t_{\alpha/2, (b-1)(k-1)} \sqrt{\frac{2b(A-B)}{(b-1)(k-1)}} = 20$$

Cuadro 26. Comparación de los tratamientos por impares de Friedman del atributo olor.

Tratamientos Comparados	R_i	Significancia
T ₂	67.00	a
T ₁	65.00	a
T ₃	64.50	a
T ₅	62.00	a
T ₀	57.00	a
T ₆	52.50	a
T ₄	52.00	a

En el cuadro 26 según la comparación de los tratamientos por impares de Friedman, se observa que entre los tratamientos en estudio no presentan diferencias estadísticas en el atributo olor.

Cuadro 27. Comparación de los tratamientos por impares de Friedman del atributo textura.

Trat	PANELISTAS															R_i
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T ₀	3	3	2.5	5	4	2.5	2.5	2	5	4	3.5	5.5	1.5	2.5	6.5	53.00
T ₁	3	6.5	4.5	7	7	2.5	6	4	1.5	4	6	2	4.5	6.5	4.5	69.50
T ₂	3	3	4.5	5	4	5	6	5.5	5	4	1.5	5.5	4.5	2.5	6.5	65.50
T ₃	6.5	6.5	6.5	1	4	5	2.5	2	5	4	6	5.5	1.5	2.5	2	60.50
T ₄	3	1	1	5	4	5	6	2	1.5	4	6	2	7	6.5	4.5	58.50
T ₅	3	3	2.5	2.5	4	5	2.5	5.5	5	4	3.5	2	4.5	5	2	54.00
T ₆	6.5	5	6.5	2.5	1	5	2.5	7	5	4	1.5	5.5	4.5	2.5	2	61.00
	28	28	28	28	28	30	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

$$k = 7 \quad \text{Tratamientos}$$

$$b = 15 \quad \text{Panelistas}$$

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b [R(X_{ij})]^2 = 1998.5$$

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2 = 1998.5$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{b k (k+1)^2}{4}} = 8.45839874$$

El valor de la tabla Chi cuadrada con $\alpha = 0.05$ y $gl = 6$ es $X_{(0.05, 6)} = 12.59$

Como el estadístico de la prueba resulta menor que el valor de tabla se acepta la H_0 y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que al menos uno de los tratamientos presenta diferente Textura

Cuadro 28. Comparación de los tratamientos por impares de Friedman del atributo textura.

Tratamientos Comparados	R_i	Significancia
T ₁	69.50	a
T ₂	65.50	a
T ₆	61.00	a
T ₃	60.50	a
T ₄	58.50	a
T ₅	54.00	a
T ₀	53.00	a

En el cuadro 28 según la comparación de los tratamientos por impares de Friedman, se observa que entre los tratamientos en estudio no presentan diferencias estadísticas en el atributo textura.

V. DISCUSIONES.

5.1. DE LA DETERMINACIÓN DE COMPONENTES FISICOQUÍMICAS DE HOJUELAS DE LÚCUMA DESHIDRATO SIN TRATAMIENTO ULTRASÓNICO Y DEL MEJOR TRATAMIENTO CON ULTRASONIDO.

Como se muestra en el cuadro 18 la hojuela de lúcuma deshidratado sin tratamiento ultrasónico (T₀), obtenido en el trabajo de investigación presenta: pH 5.74, acidez titulable 7.2g ác, humedad 7.5%, proteína 1.5%, grasa 0.6%, carbohidrato 87.8% y ceniza 2.6%.

Como se muestra en el cuadro 18 la hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico (T₂) por 45 minutos a 500 Watts y 45°C, obtenido en el trabajo de investigación presenta: pH 5.77, acidez titulable 4.16g ác, humedad 8.0%, proteína 1.6%, grasa 1.05%, carbohidrato 86.05% y ceniza 3.3%, de lo cual podemos observar que cuando el producto es deshidratado sometido a ultrasonido hay disminución en pH, acidez titulable, carbohidrato mientras que hay aumento en grasa, ceniza, humedad y ligero aumento en proteínas en comparación a la hojuela de lúcuma deshidratado sin tratamiento ultrasónico. Según resultados por laboratorio BIOVITAL, en cuanto a

humedad según laboratorio de bromatología UNHEVAL nos da para (T_0) es de 6.38g y (T_2) es 6.13g.

Al respecto Villanueva (2002) menciona los siguientes componentes respecto a la harina de lúcuma: lípidos 2.4g, carbohidratos 25g, proteína 4g, y cenizas 2,3g. Además menciona que el contenido de humedad es de 9.3g.

5.2. DE LA EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN DE LA LÚCUMA APLICANDO EL TRATAMIENTO CON ULTRASÓNIDO.

De acuerdo a los resultados del tiempo de secado de hojuela de lúcuma deshidratado con tratamiento ultrasónico según la prueba tukey al 5%, el tratamientos T_6 (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por un tiempo de 45 minutos a 1500 Watts) tiene el menor tiempo de secado y se rechaza por tener baja aceptación por las panelistas, T_0 (hojuela de lúcuma sin tratamiento ultrasónico) es descartado por tener mayor tiempo de deshidratado, tratamientos T_1 (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por un tiempo de 30 minutos a 500 Watts) tiene en mismo tiempo de secado que el T_2 , T_3 y T_5 , pero se descarta por tener poca aceptabilidad por los panelistas, T_2 (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por un tiempo de 45 minutos a 500 Watts), T_3 (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por un tiempo de 30 minutos a 1000 Watts) y T_5

(hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por un tiempo de 30 minutos a 1500 Watts), tiene el mismo tiempo de secado y no existe diferencia estadística. Por lo tanto se concluye que el mejor tratamiento es la hojuela de lúcuma sometido a tratamiento ultrasónico de 45 minutos a 500 Watts que corresponde al T₂ por emplearse menor consumo de energía.

Con respecto al efecto del ultrasonido durante el proceso de secado, según el cuadro 17 se puede observar que el mejor tratamiento es el (T₂) que tiene un pre-tratamiento ultrasónico a 45 °C de temperatura, 500 Watts de potencia por 45 minutos, al respecto. Juárez (2010) menciona que realizó una investigación sobre la implementación de un pre-tratamiento ultrasónico con la finalidad de reducir el tiempo de secado del chile habanero. El pre-tratamiento fue llevado a cabo sumergiendo la muestra en agua destilada y aplicando señales ultrasónicas durante 30 y 60 minutos con un procesador ultrasónico de 750 Watts, en el cual menciona que el tiempo de secado fue disminuido desde un 25% hasta un 50% comparado con los resultados obtenidos de las muestras sin tratamiento. Contrariamente a Juárez, Moore (2010) realizó un estudio sobre el efecto de la aplicación del ultrasonido en la deshidratación de *Murtilla ugni molinae turcz*, donde concluyó que el uso de ultrasonido como pretratamiento en los rangos ensayados en deshidratación de murtilla no disminuyeron significativamente el tiempo de deshidratación.

5.3. DE LA DETERMINACIÓN DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE HOJUELAS DE LÚCUMA DESHIDRATADO SIN TRATAMIENTO ULTRASÓNICO Y CON EL MEJOR TRATAMIENTO ULTRASONICO T₂ (500 WATTS Y 45 MINUTOS)

Como se visualiza en el cuadro 19 la muestra del tratamiento T₀ utilizada en la investigación presenta: *Escherichia coli* 0 UFC/g, levaduras $3.3 \cdot 10^3$ UFC/g, mohos $3.3 \cdot 10^3$ UFC/g, ausencia de *Salmonella sp.* Al respecto los resultados de levaduras y mohos no se encuentran dentro de límites permitidos según la norma sanitaria en cuanto a *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* se encuentra dentro de los límites microbiológicos aceptables en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (2003) para las frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas y liofilizadas, las cuales muestran un rango mínimo aceptables de mohos por gramo es 10m y 10^2 M, levaduras 10m y 10^2 M, *Escherichia coli* 10m y $5 \cdot 10^2$ M, ausencia de *Salmonella sp.* en 25g, en cuanto a levaduras y mohos , se encuentra superior al límite lo cual nos indica que no es un alimento inocuo tal vez se debe a que no se tuvo un manejo adecuado durante el traslado al laboratorio.

Como se visualiza en el cuadro 20 la muestra del tratamiento T₂ utilizada en la investigación presenta: *Escherichia coli* 0 UFC/g, levaduras $2.1 \cdot 10^3$ UFC/g, mohos $2.1 \cdot 10^3$ UFC/g, y ausencia de *Salmonella sp.* Al respecto los resultados

de *Escherichia coli* y *Salmonella sp* se encuentra dentro de los límites microbiológicos aceptables en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (2003) para las frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas y liofilizadas, las cuales muestran un rango mínimo aceptables es de mohos por gramo es 10^m y 10^2M , levaduras 10^m y 10^2M , *Escherichia coli* 10^m y $5 \cdot 10^2 M$, ausencia de *Salmonella sp.* en 25g. En cuanto a levaduras y mohos se encuentra superior al límite lo cual nos indica que no es un alimento inocuo tal vez se debe a que no se tuvo un manejo adecuado durante el traslado al laboratorio.

5.4. DE LA EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS HOJUELAS DE LUCÚMA OBTENIDAS CON TRATAMIENTO ULTRASÓNICO

En el cuadro 21 respecto al atributo sabor no se muestra diferencia estadística entre los tratamientos T_2 , T_5 , T_3 , T_1 y T_0 , entre los tratamientos T_1 , T_0 , T_6 y T_4 no presentan diferencia estadística, entre tratamiento T_2 , T_6 y T_4 existe diferencia estadística.

Con respecto al atributo color no se muestran diferencias estadística entre los tratamientos T_2 , T_5 , T_3 y T_0 , entre los tratamientos T_5 , T_3 , T_0 y T_6 no se muestran diferencias estadísticas, entre tratamientos T_6 , T_1 y T_4 no existen

diferencia estadísticas, entre tratamiento T₂, T₆, T₁ y T₄ existen diferencia estadística.

De la evaluación del atributo olor, no se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ y T₆.

Finalmente los resultados de atributo textura de las muestras de hojuela de lúcuma deshidratada, no se encontró diferencias estadísticas entre tratamiento T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ y T₆.

Moore (2010) menciona que la utilización de ultrasonido representa una nueva herramienta usada cada vez con más frecuencia en la industria alimentaria ya que los efectos inducidos no alteran a las principales características y a la calidad de los frutos y vegetales sometidos.

Kowalska y Lenart (2001) describen que en la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos de alto contenido acuoso que permiten obtener productos de gran calidad nutricional, conservando las características de color, aroma y sabor de los alimentos frescos.

VI. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Mediante los análisis respectivos, se logró determinar los componentes fisicoquímicas de la hojuela de lúcuma deshidratada con tratamiento ultrasónico, donde los resultados fueron: 8.0% de humedad, 86.05% Carbohidratos, 1.6% de proteína, 1.05% de grasas, 3.3% de ceniza.
- De acuerdo a los resultados del tiempo de secado de hojuela de lúcuma deshidratado con tratamiento ultrasónico según la prueba tukey al 5%, el tratamientos T₆ (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por un tiempo de 45 minutos a 1500 Watts) tiene el menor tiempo de secado y se rechaza por tener baja aceptación por las panelistas siendo el mejor el tratamiento T₂ (hojuela de lúcuma deshidratado sometido a tratamiento ultrasónico por un tiempo de 45 minutos a 500 Watts) tener mayor aceptación por los panelistas y por menor consumo de energía respecto al T₃ y T₅ que tuvieron misma aceptación.

- De los análisis microbiológicos se logró determinar la disminución de carga microbiana del mejor tratamiento T₂ (hojuela de lúcuma deshidratada sometido a tratamiento ultrasónico por 45 minutos y 500 Watts) en mohos y levaduras un 63.64%.
- Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación organoléptica se concluye que en los atributos de color, sabor, existen diferencias estadísticas entre tratamientos T₂, T₆, T₄ y T₁, en cuanto a textura y olor no existe diferencia significativa según la prueba de comparación Friedman siendo el tratamiento óptimo el T₂ por tener menor gasto de energía.

VII. RECOMENDACIONES.

- Realizar estudios de almacenamiento de hojuelas de lúcuma deshidratada con tratamiento ultrasónico para determinar la sensibilidad de rehidratación.
- Se recomienda realizar un estudio de costo - beneficio para la producción de hojuela de lúcuma deshidrata con tratamiento ultrasónico.
- Se recomienda realizar el secado en un secador automático con todas las programaciones actualizadas para obtener datos mas precisos para la investigación.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Anzuldua, A. y Morales 1994. Las evaluaciones sensoriales de los alimentos en la teoría y en la práctica. Acribia. Zaragoza. Pg 198
- Arcila, N. y Y. Mendoza. 2006. Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y su uso potencial en la alimentación humana. Rev. Fac. Agron. Pag. 124.
- DAGA, W. (2004). Determinar los ecotipos de lúcuma con características óptimas para la agroindustria en la costa central. INIA.
- Del Castillo, R. (2006). Estudio técnico de la producción de harina de lúcuma en la sierra de Piura. Tesis para optar el título de Licenciado en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura. Piura. Perú. Pg 114.
- Earnshaw R., Appleyard J., Hurst RM. (1995). Understanding physical inactivation processes: combined preservation opportunities using heat, ultrasound and pressure. International Journal of Food Microbiology. 3era Edicion. Pg 28: 197- 219.

- Erle, U. and Schubert, H., (2001). Combined osmotic and microwave-vacuum dehydration of apples and strawberries. *Journal of Food Engineering*. 1era Edición. Pg. 193-199.
- Fernandes, F., Rodrigues, S. (2007). Ultrasound as pre-treatment for drying of fruits: Dehydration of banana. *Journal of Food Engineering*. 2da Edición. Pg. 261-267.
- Gonzalez G. (2005). Aplicación de Ultrasonidos para la estabilización de sistemas alimentarios. En: II Congreso de Desarrollo Agroindustrial. Instituto Universitario de la Paz UNIPAZ. Barrancabermeja. Pg. 1-5.
- Kinsloe H., Ackerman E., Reid J. (1954). Exposure of microorganisms to measured sound fields. *Journal of Bacteriology*. 2da Edición. Pg. 68: 373 - 380.
- Knorr D. Influence of osmotic agents and pretreatments methods on mass transfer and product characteristics. *International Journal of Food Science and Technology*, Chicago, Estados Unidos, 2003.
- Kowalska, H. and Lenart, A. (2001). Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. *Journal of Food Engineering* Pag. 137–140. 1era Edición.

- López, A., Figueroa, J., Mendoza, A., Martínez, H., Ramírez, B., Morales, E., García, I. (2006). The Ultrasound Technique for Predicting Wheat Quality on Single Kernels. En: Revista Fitotecnia Mexicana. Pag. 29, 163 - 169. 1era Edición.
- Piyasena P., Mohareb E., McKellar R. (2003). Inactivation of microbes using ultrasound: a review. International Journal of Food Microbiology. Pag 87, 207– 216. 2da Edición.
- Sala F., Burgos J., Condón S., López P., Raso J. (1995). Effect of heat and ultrasound on microorganisms and enzymes. En: Gould, G.W. (ed.), New Methods of Food Preservation. Blackie Academic & Professional, London. Pag. 176 – 204.
- Scherba G., Weigel R., O'Brien J. (1991). Quantitative assessment of the germicidal efficiency of ultrasonic energy. Applied and Environmental Microbiology. Pag 57: 2079 - 2084.
- Schett A., Trommer E., Levetzow R. (1992). Ultrasonics in sterilisation sinks. Applications of ultrasonics on equipment for cleaning and disinfection of knives at the workplace in slaughter and meat cutting plants. Fleischwirtschaft. Pag. 864 - 867. 6ta Edición.
- Salazar, J., Chávez, J., Turí, A., GarcíaHernández, M. (2009). Effect of Ultrasound on Food Processing. En: Ahmed, J., Ramaswamy, H.S.,

- Kasapis, S. & Boye, J.I. (Editores) Novel Food Processing. Effects on Rheological and Functional Properties. CRC Pag. 65 – 84. 1era Edición.
- Soria, A., Villamiel, M. (2010). Effect of ultrasound on the technological properties a bioactivity of food: a review. Trends in Food Science & Technology, Pag. 323 - 331. 1era Edición.
 - Villanueva M, Carlos M. (2002) “Cultivo comercial de la lúcuma en Perú y el mercado internacional”. Schmidt Impresores. Lima.1era Edición.
 - Wais, N., (2011). Secado combinado de frutas: Deshidratación osmótica y microondas. Tesis doctoral presentada ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Plata.

PAGINAS CIBERNÉTICAS:

- Hidalgo, J. 2006. Perú: visión del desarrollo competitivo de la lúcuma (en línea). Consultado 5 nov. 2011. Disponible en <http://www.monografias.com>

- PROINVERSION (2000). "Resumen ejecutivo de producción de harina de lúcuma". Consultado el 23 de abril del 2016. Disponible en: <http://pirhua.udep.edu.pe/>. 3era Edición

- Programa Chalaco (2004). "Producción de harina de lúcuma". Manual técnico. Consultado el 14 de abril del 2016. Disponible en: www.biblioteca.udep.edu.pe/. 3era Edición.

- Eroski C, Tecnología de alimentos, Consultado el 30 de abril del 2013 (en línea). Disponible en página web: <http://eroskiconsumer.net>, 2005.

- Palacios F J., Conservación de alimentos, consultado el 25 de abril del 2013 (en línea). Disponible en página web: <http://alimentossaludables.com/>, 2009.

- Ramirez. Harina de lúcuma, consultado el día 24 de mayo del 2016. Disponible en la página web:

<http://es.slideshare.net/maricarmenramirezalvarez56/expo-harina-de-lucuma>.

- Pérez, U. 2007 Perú: cultivo de la lúcuma (en línea). Consultado 5 nov. 2011. Disponible en <http://www.monografias.com>.

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE DESHIDRATADO DE HOJUELAS DE LÚCUMA (*Pouteria obovata*) APLICANDO TRATAMIENTO DE ULTRASONIDO

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION
<p>POBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo influye los diferentes tratamientos de ultrasonido a diferentes potencias y tiempos en la reducción del tiempo de deshidratado en hojuelas de lúcuma?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál serán los componentes fisicoquímicas de las hojuelas de lúcuma deshidratada que presentan variación en sus indicadores con el mejor tratamiento de ultrasonido?</p> <p>Cuál será el tiempo de deshidratado de la hojuela de lúcuma aplicando el tratamiento con ultrasonido?</p> <p>¿Será posible medir la diferencia de la carga microbiana de la hojuela de lúcuma deshidratado entre la muestra testigo y el mejor tratamiento ultrasónico?</p> <p>¿Cuáles serán las mejores características organolépticas de las hojuelas de lúcuma deshidratada obtenidas con tratamientos ultrasónicos. Cuál será el tiempo de deshidratación de la lúcuma aplicando el tratamiento con ultrasonido?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar la influencia de los diferentes tratamientos de ultrasonido con diferentes potencias y tiempos en la reducción del tiempo de deshidratado de hojuelas de lúcuma.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar los componentes fisicoquímicas de las hojuelas deshidratadas que presenta variación en sus indicadores con el mejor tratamiento de ultrasonido.</p> <p>Evaluar el tiempo de deshidratado de la hojuela de lúcuma aplicando el tratamiento con ultrasonido.</p> <p>Demostrar la diferencia de carga microbiana de la hojuela de lúcuma a deshidratado entre la muestra testigo y el mejor tratamiento ultrasónico.</p> <p>Determinar las características organolépticas de las hojuelas de lúcuma deshidratado obtenidas con tratamientos ultrasónicos.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Si se aplica diferentes tratamientos con ultrasonido a diferentes potencias y tiempos tendrán influencia en la reducción del tiempo de deshidratado de hojuela de lúcuma.</p> <p>HIPOTESIS ALTERNATIVA</p> <p>Si se aplica diferentes tratamientos ultrasónicos influye en los componentes fisicoquímicas de las hojuelas de lúcuma deshidratadas que presenta variación en sus indicadores del mejor tratamiento de ultrasonido.</p> <p>Será posible reducir el tiempo de deshidratado de la hojuela de lúcuma aplicando el tratamiento con ultrasonido.</p> <p>Será posible medir la diferencia de la carga microbiana sometiendo la hojuela de lúcuma a deshidratado entre la muestra testigo y el mejor tratamiento ultrasónico.</p> <p>Si se somete diferentes tratamientos ultrasónicos influirá en las características organolépticas de las hojuelas de lúcuma deshidratadas.</p>	<p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <p>Reducción de tiempo de secado</p> <p>.</p> <p>VARIABLES DEPENDIENTES</p> <p>Componentes físico químicas.</p> <p>Carga microbiana</p> <p>Características sensoriales</p>	<p>Tiempo</p> <p>Potencia</p> <p>Frecuencia</p> <p>Parámetros</p> <p>Análisis microbiológico</p> <p>Evaluación organoléptica</p>	<p>a₁ = 30 minutos a₂ = 45 minutos</p> <p>b₁ = 500 Watts b₂ = 1000 Watts b₃ = 1500 Watts</p> <p>40 KHZ</p> <p>Humedad</p> <p>Hojuelas de lúcuma deshidratado sin tratamiento ultrasónico y hojuela de lúcuma deshidratado con tratamiento ultrasónico.</p> <p>Color Olor Sabor Textura</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION</p> <p>Es aplicada, por estar orientada a la aplicación de tecnología, respecto al impacto del ultrasonido en mantener las características iniciales de la fruta fresca sin cambios drásticos en su composición, una calidad organoléptica aceptable, minimizar el tiempo de deshidratado y por lo tanto el gasto de energía.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION</p> <p>Es experimental, porque intencionalmente se manipula la variable independiente "ultrasonido" y se medirá su efecto en la variable dependiente "reducción de pérdida características fisicoquímicas, que mantengan las características organolépticas utilizando diferentes tiempos tratamiento y temperaturas de deshidratado, que se comparará con el testigo sin tratamiento.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DCA</p>	<p>MÉTODOS</p> <p>Aplicación de técnica de ultrasonido</p> <p>Técnica de deshidratado de bandejas.</p> <p>Determinación de sólidos solubles Determinación de pH Determinación de humedad.</p> <p>Determinación de mesofilos</p> <p>Evaluación sensorial</p>

ANEXO 02

FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

PRODUCTO : HOJUELA DE LÚCUMA

HORA :

FECHA :

LUGAR :

Por favor marque con el símbolo "X" el puntaje correspondiente a cada atributo, indicando de acuerdo a la escala que presenta n las muestras. Recuerde limpiar su paladar entre cada muestra con un sorbo de agua.

Escala de calificación	SABOR							COLOR						
	HLP	HLU	HLD	HLT	HLC	HLQ	HLS	HLP	HLU	HLD	HLT	HLC	HLQ	HLS
Excelente														
Bueno														
Aceptable														
Desagradable														
Pésimo														

COMENTARIO:

FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

PRODUCTO : HOJUELA DE LÚCUMA

HORA :

FECHA :

LUGAR :

Por favor marque con el símbolo "X" el puntaje correspondiente a cada atributo, indicando de acuerdo a la escala que presentan las muestras. Recuerde limpiar su paladar entre cada muestra con un sorbo de agua.

Escala de calificación	OLOR							TEXTURA						
	HLP	HLU	HLD	HLT	HLC	HLQ	HLS	HLP	HLU	HLD	HLT	HLC	HLQ	HLS
Excelente														
Bueno														
Aceptable														
Desagradable														
Pésimo														

COMENTARIO:

ANEXO 03

Comparación de los tratamientos sometidos a la prueba de Friedman

Atributo Sabor

EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO DE SABOR							
Panelistas	Calificación						
	Testigo	500 Watts a 30 minutos	500 Watts a 45 minutos	1000 Watts a 30 minutos	1000 Watts a 45 minutos	1500 Watts a 30 minutos	1500 Watts a 45 minutos
1	5	5	7	7	5	5	5
2	7	9	9	9	7	9	7
3	7	3	9	9	7	3	7
4	5	9	7	7	7	7	7
5	9	9	7	7	7	7	5
6	7	7	5	7	3	7	7
7	7	7	9	7	7	9	7
8	7	5	7	7	3	7	9
9	5	5	7	3	7	5	7
10	5	5	3	5	5	7	5
11	5	7	7	7	5	7	5
12	9	7	9	7	3	9	7
13	9	7	9	7	9	5	5
14	3	5	5	5	5	9	5
15	7	5	9	7	7	7	5
TOTAL	97	95	109	101	87	103	93
PROMEDIO	6.5	6.3	7.3	6.7	5.8	6.9	6.2

Atributo Color

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR							
Panelistas	Calificación						
	Testigo	500 Watts a 30 minutos	500 Watts a 45 minutos	1000 Watts a 30 minutos	1000 Watts a 45 minutos	1500 Watts a 30 minutos	1500 Watts a 45 minutos
1	5	5	7	7	5	5	5
2	9	7	9	7	5	7	9
3	5	3	5	9	3	5	7
4	9	9	9	9	7	5	7
5	5	5	7	5	5	7	7
6	7	5	5	7	7	7	5
7	5	5	9	7	7	9	5
8	7	5	9	7	7	9	5
9	7	5	5	5	5	5	5
10	7	5	7	5	5	7	7
11	5	7	7	9	5	5	3
12	7	7	9	7	3	9	7
13	7	5	5	5	7	7	9
14	5	5	7	5	3	9	3
15	7	5	9	9	7	5	5
TOTAL	97	83	109	103	81	101	89
PROMEDIO	6.5	5.5	7.3	6.9	5.8	6.9	5.9

Atributo Olor

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO DE OLOR							
Panelistas	Calificación						
	Testigo	500 Watts a 30 minutos	500 Watts a 45 minutos	1000 Watts a 30 minutos	1000 Watts a 45 minutos	1500 Watts a 30 minutos	1500 Watts a 45 minutos
1	5	7	7	5	5	5	5
2	7	5	5	5	5	7	7
3	5	7	7	9	5	5	7
4	5	5	5	3	7	7	7
5	7	9	7	7	5	5	5
6	9	7	7	7	7	7	5
7	5	7	9	5	7	7	5
8	5	7	5	7	5	7	9
9	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	3	5	5
11	5	7	7	9	7	9	7
12	7	7	7	7	7	5	5
13	9	9	7	7	5	7	7
14	5	5	7	7	9	7	5
15	7	5	9	9	7	7	5
TOTAL	91	97	99	97	89	95	89
PROMEDIO	6.1	6.5	6.6	6.5	5.8	6.9	5.9

Atributo Textura

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO DE TEXTURA							
Panelistas	Calificación						
	Testigo	500 Watts a 30 minutos	500 Watts a 45 minutos	1000 Watts a 30 minutos	1000 Watts a 45 minutos	1500 Watts a 30 minutos	1500 Watts a 45 minutos
1	5	5	5	7	5	5	7
2	3	9	3	9	1	3	5
3	5	7	7	9	3	5	9
4	7	9	7	3	7	5	5
5	7	9	7	7	7	7	5
6	5	5	7	7	7	7	7
7	5	7	7	5	7	5	5
8	3	5	7	3	3	7	9
9	5	3	5	5	3	5	5
10	3	3	3	3	3	3	3
11	3	7	1	7	7	3	1
12	5	3	5	5	3	3	5
13	3	5	5	3	9	5	5
14	3	7	3	3	7	5	3
15	9	7	9	5	7	5	5
TOTAL	71	91	81	81	79	73	79
PROMEDIO	4.7	6.1	5.4	5.4	5.8	6.9	5.3

Análisis de varianza comparación tukey de hojuela de lúcuma deshidrato sometido a diferentes evaluaciones.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:	TSECADO				
FV	SC	gl	CM	F	Sig.
TRATAMIENTO	1.327	6	.221	64.427	.000
Error	.048	14	.003		
Total corregido	1.375	20			

TSECADO					
HSD Tukey ^{a,b}					
TRATAMIENTO	N	PROMEDIO	TUKEY = 0.05		
			1	2	3
6	3	3.1333	a		
3	3	3.4333		b	
1	3	3.4667		b	
5	3	3.4800		b	
4	3	3.4967		b	
2	3	3.5000		b	
0	3	4.0500			c

ANEXO 04

BALANCE DE MATERIA PRIMA MUESTRA PATRON

OPERACIÓN	MOVIMIENTO DEL PROCESO			RENDIMIENTO	
	ENTRADA Kg.	SALIDA Kg.	CONTINUA Kg.	OPERACIÓN	PROCESO
Recepción de la materia prima	0.700	---	0.700	100.00%	100.00%
Selección y clasificación	0.700	---	0.700	100.00%	100.00%
Pelado	0.700	0.115	0.585	83.57%	83.57%
Despepado	0.585	0.055	0.530	90.60%	75.71%
Rebanado	0.530	0.117	0.413	77.92%	59.00%
Tratamiento ultrasónico	0.413	---	0.413	100.00%	59.00%
Colocación en bandejas	0.413	---	0.413	100.00%	59.00%
Deshidratación	0.413	0.263	0.150	36.32%	21.43%
Enfriado	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%
Pesado de producto final	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%
Empacado	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%
Almacenado	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%

BALANCE DE MATERIA PRIMA PARA EL T₂

OPERACIÓN	MOVIMIENTO DEL PROCESO			RENDIMIENTO	
	ENTRADA Kg.	SALIDA Kg.	CONTINUA Kg.	OPERACIÓN	PROCESO
Recepción de la materia prima	0.700	---	0.700	100.00%	100.00%
Selección y clasificación	0.700	---	0.700	100.00%	100.00%
Pelado	0.700	0.105	0.595	85.00%	85.00%
Despepado	0.595	0.060	0.535	89.92%	76.43%
Rebanado	0.535	0.116	0.419	76.59%	57.11%
Tratamiento ultrasónico	0.419	---	0.400	100.00%	57.11%
Colocación en bandejas	0.419	---	0.400	100.00%	57.11%
Deshidratación	0.419	269	0.150	35.80%	21.43%
Enfriado	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%
Pesado de producto final	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%
Empacado	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%
Almacenado	0.150	---	0.150	100.00%	21.43%

ANEXO 5
PANEL FOTOGRÁFICO

OBTENCIÓN DE LOS ESTUDIOS EN TRATAMIENTO



ANÁLISIS DE LABORATORIO



ANÁLISIS SENSORIAL



ANEXO 6
RESULTADO DE ANALISIS

INFORME DE ENSAYO
CERTIFICADO DE ANALISIS N° 16.06.45

I. SOLICITANTE:

RAZÓN SOCIAL	Tesista: BELARMINA TUCTO GONZALES
RESPONSABLE	Tesista: MARCOS GIL CARBAJAL ENCARNACION
DIRECCIÓN	Los solicitantes
TELEFONO	Jr. Los Chasquis N° 141 – Amarilis.
	--

II. INFORMACION DE SERVICIO:

MUESTRA	1 BOLSA DE HOJUELAS DE LUCUMA (TTO -T ₀) 1 BOLSA DE HOJUELAS DE LUCUMA (TTO -T ₂)
PROCEDENCIA DE MUESTRA	Instalaciones de la UNHEVAL – Operaciones Unitarias
CODIGO DE MUESTRAS	Sin código
PROYECTO DE TESIS	" INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE DESHIDRATACION DE HOJUELAS DE LUCUMA (<i>Pouteria obovata</i>) APLICANDO TRATAMIENTOS DE ULTRASONIDO "
FECHA DE PRODUCCION	NO REGISTRA
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Ricardo Ayala P Blgo. Carlos Gayoso A.
FECHA DE INGRESO	2016-06-24
ANALISIS SOLICITADOS	FISICOQUIMICO- PROXIMAL
FECHA INICIO DE ENSAYO	2016-06-25
FECHA TERMINO DE ENSAYO	2016-06-30
FECHA EMISION DE RESULTADOS	2016-07-01

III. DOCUMENTO NORMATIVO DE REFERENCIA:

BASE TECNICA	AOAC – <i>Standard Methods 21th Edition</i> <i>COMPOSICION Y ANALISIS DE ALIMENTOS DE PEARSON</i> 2da Edición 2012 R.M. 591-2008 N.T.S N° 071 MINSA/DIGESA <i>Criterios Microbiológicos de Calidad</i> <i>Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo humano</i>
--------------	---

NIVEL DE MUESTREO	Muestra prototipo
TIPO DE MUESTREO	Ensayo directo

*BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE



IV. RESULTADOS DE LA INSPECCION Y MUESTREO:

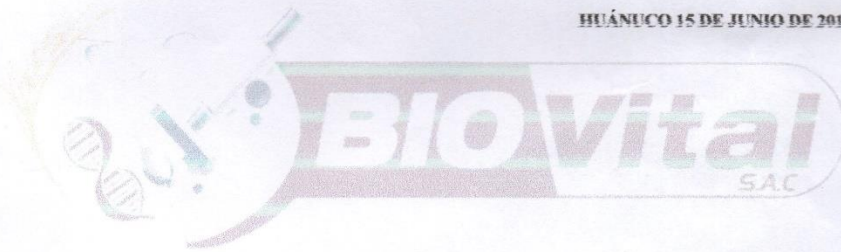
RESULTADOS FRUTO DE LUCUMA

ANALISIS FISICOQUIMICO - PROXIMAL

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	Kjeldahl Method	1.4
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	25,0
GRASAS	%	Hexane extract	0,3
CENIZAS	%	Direct Method	2,3
HUMEDAD	%	Air Oven	71,0

LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON EN BASE A 100 gr. DE MUESTRA.

HUÁNUCO 15 DE JUNIO DE 2016



[Signature]
BIOVital SAC
 Carlos E. Pala Poma
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 CEP N° 11304



[Signature]
BIOVital SAC
 Carlos E. Gayoso Aguirre
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 CBT 7161

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO HOJUELAS DE LUCUMA (T₀)

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
PROTEÍNAS	%	Kjendahl Method	1.5
CARBOHIDRATOS	%	Titrimetrico	87.8
GRASAS	%	Soxhlet Method	0.6
HUMEDAD	%	Air Owen	7.5
CENIZAS	%	Incineración	2.6

LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON EN BASE A 100 g DE MUESTRA SECA.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO HOJUELAS DE LUCUMA (T₀)

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	L.M.P.*
Microorganismos Aerobios mesófilos U(37°C)	UFC/g	3.9x10 ⁵	10 ³
Coliformes totales	UFC/g	4.3x10 ²	10
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	4	10 ²
Mohos y levaduras	UFC/g	3.3x10 ³	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	UFC/25 g.	AUSENCIA	AUSENCIA

L.M.P.* LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE



RICARDO E. AYALA POMA
BIOLOGO - MICROBIOLOGO
CSP N° 11894



HUANUCO, 09 DE JULIO DE 2016



CARLOS E. GAXOS AGUIRRE
BIOLOGO - MICROBIOLOGO
CSP 7181

IV. RESULTADOS DE ANALISIS:

**RESULTADOS
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO HOJUELAS DE LUCUMA (T₂)**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
PROTEÍNAS	%	Kjendahl Method	1.6
CARBOHIDRATOS	%	Titrimetrico	86.05
GRASAS	%	Soxhlet Method	1,05
HUMEDAD	%	Air Owen	8.0
CENIZAS	%	Incineración	3.3

LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON EN BASE A 100 g DE MUESTRA SECA.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HOJUELAS LUCUMA (T₂)

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	L.M.P.*
Microorganismos Aerobios mesófilos U(37°C)	UFC/g	2.5x10 ⁴	10 ³
Coliformes totales	UFC/g	1.8x10 ²	10
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	3	10 ²
Mohos y levaduras	UFC/g	2.1x10 ³	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	UFC/25 g.	AUSENCIA	AUSENCIA

L.M.P.* LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE



