

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



“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS Y SENSORIALES EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) DURANTE SU ALMACENAMIENTO”

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

TESISTA

Bach. Inés Nino Salvador

ASESOR

Dr. Roger Estacio Laguna

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Hashem por darme la oportunidad de vivir, bendecirme, guiarme y protegerme en cada momento de vida.

A mi madre, inspiración principal de todos mis logros.

A mi padre, por su amor y comprensión.

Mirtha, por ser un ejemplo a seguir.

Moisés, por su perfeccionismo.

Katherin, por su apoyo incondicional.

Paola Nathaly, por su perseverancia.

A mis tíos, María, Lilian, Ponciano y Alfonso por su apoyo incondicional, comprensión y por ser ejemplo de lucha y trabajo.

A mis primos Ledin, Wilmer, Luis, Kevin y Kathya, por todo su apoyo moral.

No fue fácil llegar a este escalón, pero puedo decir que lo logré, el camino es así con altos y bajos; ahí es donde te das cuenta de todo lo que te rodea, familia quien nunca te abandona a pesar de las circunstancias, es por ello que les dedico uno de mis más grandes logros.

Logro que me permitirá crecer personalmente y profesionalmente abriéndome caminos en este mundo competitivo.

A todos ustedes con gratitud, amor y respeto.

La tesista.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, C.P. de Ingeniería Agroindustrial y su plana docente, por todo el conocimiento y formación académica brindada durante los años de estudios en sus aulas.

Con especial consideración a la Mg. Roger Estacio Laguna, Dr. Ítalo Wille Alejos Patiño, Mg. Gregorio Cisneros Santos, Dr. Ángel David Natividad Bardales, Dr. Rubén Max Rojas Portal, Mg. Doris Gioconda Guzmán Soto por su guía, apoyo y consejos recibidos durante el desarrollo de toda la investigación.

Un distintivo agradecimiento al Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio y al Ing. César Robert Cueto Rosales por su inmensurable apoyo en los análisis realizados en el laboratorio de Análisis por Instrumentación.

A mis amigos por su valioso apoyo durante el desarrollo de este logro: Medardo Jack Arias Yapias, Emily Godoy Pulido, Lourdes Vanesa Fabián Policarpo, Nohelia Katerin Godoy Pulido, Pilar Rocío Capcha Godoy, Abel Abdías Valle Pajuelo, Yaamile Christina Malpartida Ortega, Luis Martín López del Valle, Selene Vanessa Ramírez Ortega, Carlos Tarrillo Domínguez, Joana Milagros Romaina Bravo, Elsa Loren Gavino Nieto y a todos aquellos que involuntariamente no haya mencionado, infinitamente agradecida.

Inés Nino Salvador

RESUMEN

El ultrasonido, tecnología emergente utilizada para conservar la calidad, propiedades nutricionales y vida en anaquel en alimentos; el osmodeshidratado, método combinado de conservación que permite alargar la vida útil. El cushuro, colonia de cianobacterias que crece en las zonas alto andinas del Perú, contiene proteína, calcio y vitaminas.

La investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto del ultrasonido en las características fisicoquímicas y sensoriales del osmodeshidratado de cushuro durante su almacenamiento. Pre tratamiento con ultrasonido a 2, 5 y 10 minutos al cushuro fresco (CF) y cushuro tratado (CT), se osmodeshidrató en jarabe de 60 °Brix por 2 horas y se desecó a 30 °C por 6 horas. Se realizó análisis proximal, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, minerales y análisis sensorial. Los mejores resultados del análisis proximal, en °Brix fue 16, 90% de CT – 5 (cushuro tratado con 5 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado), humedad 12.75 % de ST – 10 (cushuro fresco con 10 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado), cenizas 0.98 % de CT – 10, fibra 12.97 % de CF, grasa 0.45 % de CF, proteína total 22.69 % de CF, carbohidratos 80.71 %, calcio 1.59 % de CC, hierro 0.10 % CT, magnesio 1.25 % de CC (cushuro comercial); los componentes activos, en carotenos 1.87 µg/ml de ST (cushuro fresco osmodeshidratado), polifenoles 54.52 µg AGE/g de CT – 10 (cushuro tratado con 10 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado), capacidad antioxidante (ABTS) 8.93 µg TE/g CT – 10, azúcares reductores (DNS) 3908.51 µg Glucosa/g ST – 2; en el análisis sensorial, siendo el CT – 5 (cushuro tratado con 5 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado) con 4 de los 5 atributos y ST – 10 en olor. En conclusión, hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras CF, CC (cushuro comercial) y las muestras tratadas en cada uno de los análisis realizados.

Palabras Claves: cristalización de azúcar, transferencia de masa, salmuera.

SUMMARY

Ultrasound, an emerging technology used to preserve quality, nutritional properties and shelf life in food; osm dehydrated, a combined method of preservation that extends its shelf life. Cushuro, a colony of cyanobacteria that grows in the high Andean areas of Peru, contains protein, calcium and vitamins.

The objective of the research was to evaluate the effect of ultrasound on physicochemical and sensory characteristics in cushuro osmodehydrate during its storage. Pretreatment with ultrasound at 2, 5 and 10 minutes in fresh cushuro (CF) and treated cushuro (CT), osmodehydrated in 60 ° Brix syrup for 2 hours and dried at 30 ° C for 6 hours. Proximal analysis, bioactive compounds, antioxidant capacity, minerals and sensory analysis were performed. The best results of the proximal analysis, in ° Brix was 16, 90% of CT-5 (cushuro treated with 5 minutes of ultrasound and osmodehydrate), humidity 12.75% of ST-10 (fresh cushuro with 10 minutes of ultrasound and osmodehydrate), ash 0.98% CT - 10, fiber 12.97% CF, fat 0.45% CF, total protein 22.69% CF, carbohydrates 80.71%, calcium 1.59% CC, iron 0.10% CT, magnesium 1.25% CC (commercial cushuro); the active components, in carotenes 1.87 µg / ml ST (fresh cushuro osmodehydrated), polyphenols 54.52 µg AGE / g CT - 10 (cushuro treated with 10 minutes of ultrasound and osmodeshydrate), antioxidant capacity (ABTS) 8.93 µg TE / g CT-10, reducing sugars (DNS) 3908.51 µg Glucose / g ST-2; in the sensory analysis, being the CT - 5 (cushuro treated with 5 minutes of ultrasound and osmodehydrated) with 4 of the 5 attributes and ST - 10 in odor. In conclusion, there was a significant difference ($p < 0.05$) between the CF, CC (commercial cushuro) samples and the samples treated in each of the analyzes performed.

Keywords: sugar crystallization, mass transfer, brine

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	3
2.1. Cushuro (Nostoc sphaericum)	3
2.1.1. Taxonomía y Morfología	4
2.1.2. Composición química del cushuro.	4
2.2. Ultrasonido	5
2.2.1. Efectos del ultrasonido	6
2.3. Ósmosis	6
2.3.1. Deshidratación osmótica (DO).....	7
2.3.2. Etapas de la deshidratación osmótica	8
2.4. Compuestos bioactivos.....	13
2.4.1. Carotenoides.	13
2.4.2. Polifenoles.....	14
2.4.3. Capacidad antioxidante	14
2.5. Azúcares reductores.....	14
2.6. Antecedentes	14
2.7. Hipótesis.....	20
2.7.1. Hipótesis general.....	20
2.7.2. Hipótesis específicas.....	20
2.8. Variables y operacionalización de variables	21
2.8.1. Variables	21
2.8.2. Operacionalización de variables	21
II.MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Lugar de ejecución.....	22
3.1.1 Ubicación.....	22
3.1.2 Ubicación política y geográfica	22
3.2. Tipo y nivel de investigación	22
3.2.1. Tipo de investigación	22
3.2.2. Nivel de investigación	22
3.2.3. Población, muestra y unidad de análisis	23
3.2.4. Prueba de hipótesis.....	24
3.2.5. Diseño de la investigación	24
3.3. Materiales y Métodos	26
3.3.1 Materiales	26

3.3.2. Conducción de la investigación	27
3.3.3. Métodos.....	31
VI.RESULTADO	34
V.DISCUSIONES.....	39
VI.CONCLUSIONES.....	42
VII.RECOMENDACIONES	43
VIII.LITERATURA CITADA	44
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cushuro.....	4
Tabla 2. Composición química del cushuro fresco en base seca.....	4
Tabla 3. Composición química del Cushuro deshidratado.....	5
Tabla 4. Operacionalización de variables	21
Tabla 5. Tratamientos en el estudio de investigación	23
Tabla 6. Aplicación de ultrasonido.....	28
Tabla 7. Resumen de los resultados de los análisis fisicoquímicos a las muestras frescas, con ultrasonido y osmodeshidratadas.	35
Tabla 8. Resumen de resultados de los análisis cuantitativos de minerales a las muestras frescas, con ultrasonido y osmodeshidratadas.	36
Tabla 9. Resumen de resultados de los compuestos bioactivos analizadas a las muestras frescas, con ultrasonido y osmodeshidratadas.	37
Tabla 10. Resumen de resultado de los análisis sensoriales analizadas a las muestras frescas, tratadas con ultrasonido y osmodeshidratadas.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Primera etapa de la deshidratación.....	8
Figura 2. Última etapa de la deshidratación osmótica.....	8
Figura 3. se destalla las etapas que comprendió la investigación.....	27
Figura 4. Diagrama de flujo del cushuro osmodeshidratado.....	32
Figura 5. Resultados de los análisis.....	51
Figura 6. Muestra.....	52
Figura 7. Acondicionamiento.....	52
Figura 8. Sonicado.....	53
Figura 9. Inmersión al jarabe.....	53
Figura 10. Secado.....	54
Figura 11. Envasado.....	54
Figura 12. Humedad.....	55
Figura 13. Análisis organoléptico.....	55
Figura 14. Análisis sensorial.....	55

ABREVIATURA Y SÍMBOLOS

ABREVIATURA Y SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
Us	Ultrasonido
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
AOAC	Association of Analytical Communities
AGE/g	expresada como Equivalentes de Ácido Gálico por gramo de extracto.
µg	Microgramo
µl	Microlitro
TEAC	actividad antioxidante equivalente a Trolox
DNS	Es un método que determina la presencia de grupos carbónicos libres (C=O) de los azúcares reductores
RPM	Revoluciones por minuto
T°	Temperatura
pH	potencial hidrógeno
CF	Cushuro fresco
CC	Cushuro Comercial (comprado en el mercado)
CT	Cushuro tratado (T° = 80 °C por 1 min.)
CT – 2	Cushuro tratado (T° = 80 °C por 1 min. más aplicación de ultrasonido por 2 min. más aplicación de ultrasonido por 5 min)
CT – 5	Cushuro tratado (T° = 80 °C por 1 min. más aplicación de ultrasonido por 10 min)
CT – 10	Cushuro tratado (T° = 80 °C por 1 min.)
ST	Cushuro fresco osmodeshidrtado
ST – 2	Cushuro fresco más aplicación de ultrasonido por 2 min. y osmodeshidrtado.
ST – 5	Cushuro fresco más aplicación de ultrasonido por 5 min y osmodeshidrtado.
ST – 10	Cushuro fresco más aplicación de ultrasonido por 10 min. y osmodeshidrtado.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las personas son más conscientes de tener una alimentación sana, natural y balanceada, evitando los químicos y el exceso de grasas, es decir están en busca de un alimento que le brinde seguridad, calidad e inocuidad, esto hace que las industrias hagan uso de nuevas tecnologías, que le permitan reducir el tiempo de procesamiento, estar libres de microorganismos alterantes y nocivos sin que se vea afectada la calidad sensorial de los alimentos, el uso del ultrasonido proporciona un tratamiento suave pero eficaz, que intensifica los sabores, estabiliza y conserva los alimentos (De la Cruz & Roncal, 2014).

El ultrasonido es una tecnología emergente que, recientemente, ha sido estudiada para propósitos de inactivación microbiana y enzimática, pero que durante años ha sido objeto de investigación en la industria de alimentos, especialmente, en el tema de control de calidad. Se ha demostrado que puede ser utilizado para la evaluación de textura, composición y viscosidad de alimentos (Brown et al., 2005).

El ultrasonido como pretratamiento en diversos procesos, compite con las tecnologías convencionales en el procesamiento de alimentos (Mosquera & Ayala, 2019).

Las fuerzas involucradas en este mecanismo pueden ser más altas que la tensión superficial, lo que mantiene la humedad dentro de los capilares de la fruta creando canales microscópicos que podrían facilitar la eliminación de la humedad. En medio líquido, la sonicación causa cavitación, que consiste en la formación de burbujas en el líquido que pueden colapsar explosivamente y generar presión localizada (Robles & Ochoa, 2012). Esta técnica se ha utilizado como pretratamiento al secado dado que provoca cambios en la estructura y acelera la transferencia de masa debido a los canales generados en la matriz del producto.

Según (García et al., 2018), la deshidratación osmótica es una técnica que permite eliminar parcialmente el agua de los tejidos de los alimentos por inmersión en una solución de sacarosa, sin dañar el alimento y afectar su calidad. La deshidratación osmótica utiliza temperaturas más bajas, y evita una mayor pérdida de agua y las tasas de ganancia de soluto, debido a las bajas temperaturas durante la deshidratación y los tiempos de tratamiento más cortos, cualidades de los alimentos, tales como las características organolépticas, se mantienen inalteradas (Ronceros et al., 2008).

(E. Ponce, 2014), menciona que el Cushuro (*Nostoc sphaericum*), un alimento que debe ser considerado para futuros estudios y producción tecnificada y su larga data de consumo por pueblos andinos lejanos, así como también en otros países como China, Mongolia, entre otros, hacen de este producto una fuente alternativa productiva y nutricional para la elaboración de alimentos.

La calidad alimentaria está en su contenido proteico, también vitamínico, es considerado de fácil digestión, contiene carbohidratos en diferentes porcentajes, llegando a 50% (Gantar & Svircev, 2008), el estudio de (Jurado et al., 2014) determinó que la absorción de los aditivos de color y volumen de sedimentación en el agua por las algas *Nostoc commune* presentaron un elevado volumen de sedimentación, gracias a ello sugieren que ésta alga puede tener una importancia nutricional como fuente de fibra dietética y como aditivo viscosante en la elaboración de productos alimenticios.

La tendencia actual en la elaboración de los alimentos es el uso de tecnologías y/o métodos que permitan conservar sin modificar la estructura y conservar sus propiedades iniciales, es por ello que, en la presente investigación se utilizará una tecnología emergente como es el ultrasonido, y también el osmodeshidratado como método de conservación.

El mismo que tendrá como título, efecto de la aplicación del ultrasonido en las características físico – química y sensorial en la deshidratación osmótica de cushuro (*Nostoc sphaericum*) durante su almacenamiento y que como objetivos planteados se tiene:

- Evaluar efecto de la aplicación del ultrasonido en las características fisicoquímicas en la deshidratación osmótica de cushuro (*Nostoc sphaericum*) durante su almacenamiento.
- Evaluar efecto de la aplicación del ultrasonido en los componentes bioactivos, azúcares reductores en la deshidratación osmótica de cushuro (*Nostoc sphaericum*) durante su almacenamiento.
- Evaluar efecto de la aplicación del ultrasonido en las características sensoriales en la deshidratación osmótica de cushuro (*Nostoc sphaericum*) durante su almacenamiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Cushuro (*Nostoc sphaericum*)

Según (Carhuapoma et al., 2015), propone utilizar con insumo proteico las algas de cianobacterias de las especies de *N. commune*, *N. sphaericum*, *Spirulina platensis* por presentar alto contenido de proteínas (35-42%) y gran cantidad de clorofila y otros pigmentos como la C-ficocianina (Azul), C-ficoeritrina (Rojo), B-caroteno, aminoácidos esenciales y vitaminas, (Noriega, 2016), además las algas azul verdes se vino utilizando desde los tiempos muy remotas en la alimentación humana en forma directa como las especies de Nostoc (*N. commune*, *N. sphaericum* y *N. pruniformae*), que son denominados bajo los nombres vernáculos de “Cushuro”, “Murmuta”, “Llullusha”; y son consumidos en diversas localidades andinas del Perú, Ecuador y Bolivia. El cushuro es uno de los productos más primitivos de los Andes peruanos, esta alga es un recurso natural renovable que se desarrolla en diferentes medios acuíferos como en los departamentos de Ancash, Amazonas, Cajamarca, Cuzco, Huancayo, Junín, La Libertad, Oroya, Puno, Cerro de Pasco, y parte de la sierra de Huánuco, puede crecer en climas extremos, con temperaturas bajo cero, prosperando en alturas sobre 3000 m sobre el nivel del mar. Son resistentes a radiación ultravioleta, lo que favorece su fotosíntesis. Pueden permanecer en estado latente durante años, hasta que las lluvias las rehidratan.

La especie de Cushuro, revelan 30 - 35% de proteínas, además lípidos, fósforo y calcio,

está compuesto por masa fresca: más del 95 por ciento de agua. Este producto, por las cualidades nutritivas mencionadas, puede ser un excelente componente alimenticio y de bajo costo adquisitivo (Chili & Terraza, 2010).

(E. Ponce, 2014), hay otras especies verde - grises que contienen neurotoxinas, por ese motivo es recomendable asesorarse con los recolectores andinos.

El nostoc tiene un principio activo, la nostocarbolina, que puede ayudar a la regeneración de los huesos, también se dice que puede inhibir la formación de colesterol (Chili & Terraza, 2010)

(Jurado et al., 2014), estudiaron el gel extraído del Nostoc como un compuesto viscosante para su uso en productos alimenticios, realizaron el análisis fisicoquímico, microbiológico y toxicológico, así garantizaron su inocuidad, recomendando su aplicación para consumo humano.

2.1.1. Taxonomía y Morfología

En la Tabla 1 se muestra la taxonomía del cushuro.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cushuro.

Jerarquía	Descripción
División	<i>Cyanophyta</i>
Clase	<i>Cyanophyceae</i>
Subclase	<i>Nostocophycidae</i>
Orden	<i>Nostocales</i>
Familia	<i>Nostolaceae</i>
Género	<i>Nostoc</i>
Especie	<i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault
Nombres comunes	<i>Lullucha, Ilayta, Cushuro, Murmuta</i> ”,

Fuente: (Chávez, 2014; Palacin, 2017)

2.1.2. Composición química del cushuro.

En la Tabla 2 y 3 se muestra la composición nutricional en base seca del cushuro fresco y del cushuro deshidratado respectivamente.

Tabla 2. Composición química del cushuro fresco en base seca.

Cushuro fresco en base seca	Chili & Terraza %	Fernández & Suyón %
Humedad	-----	98, 41
Proteína	30.5	0,71
Cenizas	-----	0,16
Carbohidratos	55.15	0,55
Lípidos	6.65	0,02
Fibra cruda	0.85	0,15
Ácido glucónico		-----
Ramosa		-----
Galactosa y glucosa		-----
Carotenos totales	-----	4,24 mg/100g
Polifenoles totales	-----	5,48 mg/EGA/100g
Calcio	-----	52,96
Magnesio	-----	3,34

Fuente: (Chili & Terraza, 2010) (Fernández & Suyón, 2018)

Tabla 3. Composición química del Cushuro deshidratado.

Cushuro deshidratado	Composición por 100 g
Energía	242 kcal
Agua	15,1 g
Proteínas	29,0 g
Grasa total	0, 5 g
Carbohidratos totales	46, 9 g
Cenizas	8, 5 g
Calcio (Ca)	147 mg
Fósforo (P)	64 mg
Hierro (Fe)	83, 60 mg

Fuente: Tabla peruana de composición de alimentos (2009).

2.2. Ultrasonido

(Robles & Ochoa, 2012), menciona que el ultrasonido representa una tecnología novedosa, la cual ha creado bastante interés debido a sus efectos promisorios en las áreas de procesamiento y ha reconocido como una tecnología que asiste o ayuda en la modificación de procesos o mejora de los existentes.

La irradiación ultrasónica puede ser aplicada de dos maneras: por contacto directo con la muestra, o a través de las paredes del recipiente que contiene la muestra (indirecta), como los sistemas de baño de ultrasonido. Generalmente funcionan a una sola frecuencia (20 o 40 kHz). Sin embargo, existen sistemas de extracción más eficientes, como los sistemas acoplado a una sonda en donde el contacto directo con la muestra, le permite desarrollar una potencia de hasta 100 veces más que la proporcionada por el baño de ultrasonido (Medina, 2017).

(Chemat et al., 2011), actualmente es considerada una técnica de procesamiento sustentable, debido a que típicamente emplea menos tiempo, agua energía.

Según (Mongenot et al., 2000), en la industria alimentaria, el ultrasonido se utiliza cada vez más para la emulsificación de productos como jugos de frutas, mayonesas y salsas de tomate; para la homogeneización de la leche y para la encapsulación de aromas, así como para la emulsión de aceites comestibles. Esta predilección por el método ultrasónico se debe a que requiere menos energía para producir una emulsión, por lo cual, es más económico que los métodos convencionales.

(Campo et al., 2018) nos mencionan que el principal fenómeno del Ultrasonido es la cavitación. Un sonótrodo genera una onda de sonido intensa (20 kHz – 1 MHz), esta pasa a través de un líquido y crea regiones de compresión y rarefacción. La

presión y la temperatura locales altas se acompañan con implosión, que podría alcanzar los 50 MPa y 5000 ° C, respectivamente.

2.2.1. Efectos del ultrasonido

Según (Herrero & Romero, 2006), el efecto conservador del ultrasonido está asociado a los fenómenos complejos de cavitación gaseosa, que explican la generación y evolución de microburbujas en un medio líquido. La cavitación se produce en aquellas regiones de un líquido que se encuentran sometidas a presiones de alta amplitud que alternan rápidamente. Durante la mitad negativa del ciclo de presión, el líquido se encuentra sometido a un esfuerzo tensional y durante la mitad positiva del ciclo experimenta una compresión. El resultado es la formación ininterrumpida de microburbujas cuyo tamaño aumenta miles de veces en la alternancia de los ciclos de presión. Las microburbujas que alcanzan un tamaño crítico implosionan o colapsan violentamente para volver al tamaño original. La implosión supone la liberación de toda la energía acumulada, ocasionando incrementos de temperatura instantáneos y focales, que se disipan sin que supongan una elevación sustancial de la temperatura del líquido tratado. Sin embargo, a energía liberada, así como el choque mecánico asociadas al fenómeno de implosión, afectan la estructura de las células situadas en el microentorno. Se considera que, dependiendo de la frecuencia empleada y la longitud de las ondas de sonido, se pueden generar diferentes cambios físicos, químicos y bioquímicos que pueden emplearse en un sin número de aplicaciones en los diferentes campos industriales.

2.3. Ósmosis

(Píriz, 2016), menciona que la ósmosis es el flujo neto de agua a través de una membrana impermeable inducida por una diferencia de concentraciones de soluto.

El proceso osmótico es un tipo de difusión pasiva caracterizada por la inmersión del alimento en donde se basa en el paso parcial de agua removida a través de la membrana semipermeable desde la solución más diluida (hipotónica) a la más concentrada que rodea la membrana (hipertónica - jarabe concentrado de sólidos solubles), la difusión continuará hasta que las dos soluciones tengan la misma concentración.

Según (Gatica, 2015), los productos que han sido deshidratados ofrecen variadas ventajas sobre los productos frescos, por ejemplo, la reducción de la masa y del

volumen, concentración de nutrientes, como también el aumento de la vida útil, además no requieren temperaturas de refrigeración para el mantenimiento. Entre los tipos de secado, el secado por convección de aire es uno de los sistemas más utilizados.

(Sierra, 2010), menciona que los tiempos de deshidratación deben ser cortos, las temperaturas bajas y durante el almacenamiento, el contenido en agua y la concentración de oxígeno debe también mantenerse bajos para evitar posibles pérdidas que, de lo contrario, podrían llegar a ser importantes. La tiamina también es sensible al calor. Otras vitaminas liposolubles son más estables al calor y a la oxidación, por lo que sus pérdidas durante la deshidratación (sin contar con las que se producen durante el escaldado) rara vez son superiores a 5 - 10%.

2.3.1. Deshidratación osmótica (DO)

(Genina, 2002), menciona que la reducción del contenido de agua de alimentos es uno de los métodos comúnmente empleados para su preservación. Las tecnologías más utilizadas están basadas en la evaporación del agua, la deshidratación osmótica ha cobrado gran interés debido a las bajas temperaturas de operación usadas (20-50) °C, lo cual evita el daño de productos termolábiles, además de reducir los costos de energía para el proceso.

La deshidratación osmótica consiste en sumergir los alimentos en soluciones hipertónicas con el objetivo de producir dos efectos principales: flujo de agua desde el producto hacia la solución hipertónica y flujo de solutos hacia el interior del alimento. En algunos casos se puede presentar la salida de solutos como son los ácidos orgánicos. Este fenómeno, aunque es poco importante por el bajo flujo de sólidos perdidos. (Rastogi & Niranjana, 2008).

La deshidratación osmótica es una técnica que permite eliminar parcialmente el agua de los tejidos de los alimentos por inmersión en una solución hipertónica, sin dañar el alimento y afectar desfavorablemente su calidad, por lo general, la deshidratación osmótica no disminuye la actividad acuosa del alimento de manera tal de estabilizarlo totalmente, sino que sólo extiende su vida útil. Por ello la necesidad de aplicar otros procesos posteriores como secado, congelado o liofilizado, entre otros posibles. La pérdida de agua puede ser aproximadamente del 50-60% de su contenido inicial, existiendo entonces la posibilidad de producir significativas modificaciones en el volumen, forma y estructura del alimento. Así como

también variaciones apreciables en los valores de los coeficientes de difusión y de transferencia de masa, etc., durante el transcurso del proceso. (Della & Mascheroni, 2011).

2.3.2. Etapas de la deshidratación osmótica

- **Primera etapa de la deshidratación osmótica.** Como indica la Figura 1, muestra la primera etapa de la deshidratación se observa el alimento en estado fresco e intacto estructuralmente en donde el agua comienza a ser eliminada por capilaridad en el transcurso del proceso osmótico. (Colina, 2010).

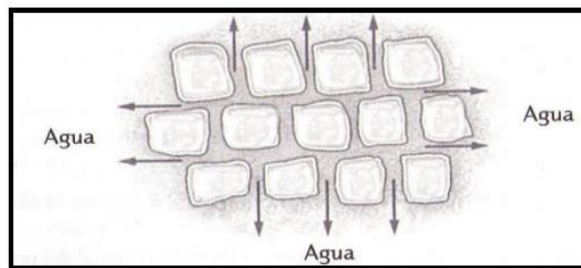


Figura 1. Primera etapa de la deshidratación.

Fuente: (Colina, 2010).

- **Últimas etapas de la deshidratación osmótica:** Como demuestra la Figura 2 el agua interna del alimento se va eliminando, en donde sus células se observan ligeramente compactadas y distribuidas hacia el exterior en un proceso de capilaridad. Mientras que si la velocidad de eliminación de agua incrementa de forma abrupta se presenta un proceso de difusión de agua activa y acelerada en donde finalmente las células se observan deformadas y colapsadas por la influencia de la tensión superficial (Colina, 2010).

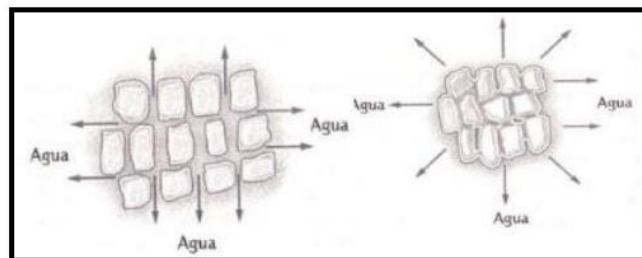


Figura 2. Última etapa de la deshidratación osmótica.

Fuente: (Colina, 2010).

➤ **Difusión de agua** La difusión de agua es un proceso basado en el método isotérmico de deshidratación osmótica de forma pasiva que permite una mayor concentración de solutos y menor contenido de agua en el alimento según la estructura de la membrana celular del alimento en donde se basa en la composición, características y morfología del producto. (Colina, 2010).

➤ **Transferencia de masa en la deshidratación osmótica**

Si se define la cantidad de un producto por unidad de volumen como la concentración de este, puede decirse que el flujo de un producto siempre se presenta en la dirección de la concentración decreciente; es decir, desde la región de alta concentración hacia la de baja concentración. El producto sencillamente se escurre en el curso de la redistribución y, de este modo, el flujo es un proceso de difusión. (Holman, 1986).

➤ **Cinética de deshidratación osmótica.**

La cinética de deshidratación osmótica permite determinar la variación de peso, ganancia de sólidos solubles y pérdida de agua en función del tiempo (García et al., 2018).

La pérdida de agua produce un encogimiento del producto. Si el encogimiento es más lento se genera una mayor absorción de sólidos, lo cual no es deseable. Si este es más rápido se produce una mejor deshidratación osmótica del producto. (Cornejo, 2000).

➤ **Factores que afectan el proceso de deshidratación osmótica**

Este fenómeno puede llevar a cambios significativos en la arquitectura de los tejidos. Durante la remoción osmótica de agua de los alimentos, el frente de deshidratación se mueve desde la superficie que está en contacto con la solución hacia el centro. El esfuerzo osmótico asociado puede resultar en la desintegración celular. La causa más probable del daño celular puede atribuirse a la reducción de tamaño causada por la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica, resultando en la pérdida de contacto entre la membrana celular externa y la pared celular (Rastogi & Niranjana, 2008).

➤ **Concentración del soluto**

El aumento de la concentración de la solución incrementa la pérdida de agua del producto y la velocidad de secado ya que la actividad de agua de la solución decrece con un aumento en la concentración de solutos este no implica un aumento en la impregnación de sólidos al producto. Con el incremento en la concentración de la solución se forma una capa de soluto sobre la superficie del producto que actúa como barrera reduciendo la pérdida de nutrientes y, a muy altas concentraciones, pueden dificultar también la pérdida de agua. (Cornejo, 2000).

➤ **Tiempo de inmersión**

El tiempo es un factor de enorme relevancia, debido a que los cambios más importantes del fenómeno de deshidratación ocurren durante las dos primeras horas del proceso, la mayor ganancia de sólidos durante los primeros 60 minutos y la condición de equilibrio se alcanza a tiempos prolongados. Las temperaturas altas y concentraciones altas del agente osmótico disminuyen el tiempo de permanencia del producto en el jarabe hasta que la deshidratación osmótica llegue a su etapa final; sin embargo, los menores tiempos de proceso no son los más adecuados. La elección del tiempo de proceso adecuado dependerá de las necesidades del producto final. (Cornejo, 2000)

(Raoult-Wack, 1994), mencionan que, la temperatura es un factor importante ya que la transferencia de masa en el proceso se ve afectado por éste. Sin embargo, las velocidades de deshidratación se incrementan con el aumento en la temperatura, por arriba de 49°C se inicia el oscurecimiento enzimático y deterioro del sabor. El mismo autor menciona que, el incremento en el tiempo de contacto en la solución con el alimento da como resultado una deshidratación más efectiva. Se ha observado que en las primeras 2 horas del proceso, las velocidades de pérdida de agua y ganancia de sólidos son altas; a partir de las siguientes horas las velocidades sufren una dramática disminución.

➤ **Temperatura de la solución osmótica**

La temperatura del proceso es uno de los parámetros más importantes en la cinética de pérdida de agua y la ganancia de solutos. La ganancia de solutos es menos afectada que la pérdida de agua por la temperatura ya que a altas temperaturas el soluto no puede difundir tan fácilmente como el agua a través de la membrana celular de los tejidos del producto. (Moy et al., 1978). Las temperaturas más usadas en osmodeshidratación son de 25 ° C, 30 ° C, 40 ° C y 60 ° C. (Suca & Suca, 2010)

➤ **Relación solución alimento**

La relación solución osmótica: alimento expresa la cantidad de solución requerida por unidad de peso del alimento a procesar cuando se sumerge el alimento en la solución, éste va perdiendo agua de manera progresiva y a una velocidad directamente proporcional al nivel de concentración de la solución. El agua, por tanto, diluye la solución osmótica a la misma velocidad con que fluye desde el alimento. Esto provoca un descenso muy pronunciado de la fuerza osmótica. (Suca & Suca, 2010).

➤ **pH de la solución**

La acidez de la solución aumenta la pérdida de agua debido a que se producen cambios en las propiedades tisulares y consecuentemente cambios en la textura de las frutas y vegetales que facilitan la eliminación de agua. (Suca & Suca, 2010).

➤ **Propiedades del soluto empleado**

El proceso osmótico también depende de las propiedades fisicoquímicas de los solutos empleados: pesos moleculares, estado iónico y solubilidad del soluto en el agua. Esta última es muy importante pues define la máxima concentración del soluto que puede emplearse en la solución (Mafart, 1994). Cuando se utilizan soluciones con solutos de mayor peso molecular, la pérdida de agua se incrementa y la ganancia de solutos resulta despreciable respecto de cuando se usa un soluto de menor peso molecular. En el proceso osmótico, los solutos de alto peso molecular favorecen a la pérdida de agua y los solutos con bajo peso molecular permiten mejor impregnación. (Allcca, 2017).

➤ **Agitación de la solución osmótica**

La agitación periódica al sistema también produce un importante aumento en la velocidad de deshidratación. A medida que avanza el tiempo de contacto del producto con el jarabe, ésta se va rodeando de su propia agua, la cual se va difundiendo lentamente por el jarabe concentrado. Si el sistema es agitado, el agua que ha salido es retirada del contacto y vecindario de la pared y es reemplazada por jarabe concentrado que permite el nuevo establecimiento de una alta diferencia de concentración entre el interior del producto y el jarabe. Esto permite entonces el aumento de la velocidad de deshidratación. (Allcca, 2017).

➤ **Geometría y tamaño del producto**

En el caso de cubos o esferas al aumentar el lado o el radio, respectivamente, la superficie por unidad de volumen disminuye y entonces, la pérdida de agua resulta inferior para tamaños superiores (R. Pérez & Supho, 2019), encontraron que, al aumentar la superficie por unidad de volumen, la pérdida de agua aumenta hasta un máximo y luego decrece para los diferentes tamaños mientras que los sólidos ganados aumentan. La disminución en la pérdida de agua se atribuye a la formación de una capa superficial de solutos sobre el producto que impide la difusión de agua hacia la solución, en el caso de soluciones muy concentradas de soluto.

➤ **Ventajas de la deshidratación osmótica**

Es eficiente desde el punto de vista energético ya que se lleva a cabo generalmente en condiciones cercanas a la temperatura ambiente sin que el agua cambie de fase. (Sridevi & Genitha, 2012).

- Retiene el aroma y el sabor, se conserva el color y se mejoran las propiedades texturales en el alimento se desconocen.
- Se puede trabajar con pequeños volúmenes de producto.
- Produce un daño mínimo en la estructura del alimento deshidratado ya que no debe someterse a altas temperaturas.
- Otro de los efectos del azúcar es la prevención de la pérdida de sabores y aromas volátiles al formar una capa superficial

recubriendo el alimento que impide la salida de estos compuestos volátiles.

- Estabilidad del producto durante el almacenamiento, el producto obtenido de la deshidratación osmótica es más estable que el producto no tratado durante su almacenamiento, debido a la menor actividad acuosa consecuencia de los solutos ganados y la pérdida de agua.

➤ **Desventaja de la Deshidratación Osmótica**

- No se puede aplicar en todos los alimentos, sólo en aquellos que presentan estructura sólida.
- Cuando el alimento se sumerge en una solución concentrada, puede aparecer un pequeño residuo de la misma solución al finalizar el proceso; esto puede minimizarse si se escurre el alimento.

2.4. Compuestos bioactivos

Se pueden encontrar en los alimentos, tienen efectos beneficiosos para la salud, ya que pueden influir en la actividad celular, mecanismo fisiológico siendo estos aprovechados por el organismo. (Biesalski et al., 2009).

Estos componentes se encuentran en pequeñas cantidades en productos de origen vegetal, dentro de los compuestos bioactivos beneficiosos para la salud se podría destacar a las vitaminas C, E, K, el ácido fólico; minerales, como el hierro, zinc, calcio, selenio; carotenoides, compuestos fenólicos, glucosinolatos y fitoesteroles, etc.

2.4.1. Carotenoides.

Los carotenoides son pigmentos vegetales liposolubles. La vitamina A se sintetiza a partir de carotenoides tales como α -caroteno, β -caroteno y β -cryptoxantina (FAO, 2002). A los carotenoides se les atribuye como son la antioxidante que tiene como función inmune, la transcripción génica y su modulación y función visual, así como la prevención de ciertas enfermedades como cardiovascular, cataratas.

El β -caroteno y la luteína son los carotenoides se encuentran distribuidos en frutas y hortalizas (zanahoria, melocotón, caqui y maracuyá). Se recomienda una ingesta de vitamina A en jóvenes y adultos es de 700 y 600 $\mu\text{g}/\text{día}$

(Martínez & Lendoiro, 2005). La formación de carotenoides depende de la temperatura, este rango es de 12 a 32 °C.

2.4.2. Polifenoles.

Los compuestos polifenólicos (CPF) son metabolitos secundarios de las plantas que poseen en su estructura al menos un anillo aromático al que está unido uno o más grupos hidroxilo los polifenoles se encuentra limitado por su baja solubilidad y estabilidad frente a factores ambientales (luz, temperaturas elevadas (>50 °C) y a cambios de pH) (Medina, 2017).

2.4.3. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante es aquella que tiene una sustancia antioxidante para reducir la presencia de las especies reactivas del oxígeno (ERO) antes de su ataque a diversos sustratos (proteínas, lípidos, ADN). Siendo esta acción muy importante debido a que las especies reactivas del oxígeno (ERO) producen diversas acciones sobre el metabolismo que pueden ser el origen del daño celular (Corrales & Muñoz, 2012).

Según (Kuskoski et al., 2005), la capacidad antioxidante no puede ser medida directamente, pero puede determinarse por los efectos del compuesto antioxidante en un proceso de oxidación controlado.

2.5. Azúcares reductores

Son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar como reductores con otras moléculas que actuarán como oxidantes. Esta propiedad permite determinar la concentración de una disolución de azúcar midiendo la cantidad de agente oxidante que es reducido, el uso de ultrasonido, aumentar el tiempo y aumentar la temperatura disminuyen el sabor a tostado, así como también lo hacen sus interacciones. Esto puede deberse a que mientras más agresivo es el tratamiento, hay una mayor lixiviación de azúcares reductores, disminuyendo la coloración oscura y el sabor tostado (Ferrera, 2016).

2.6. Antecedentes

(Moncayo, 2017), en su trabajo de investigación titulado “caracterización morfológica, el análisis proximal y microbiológico de una muestra de la Cianobacteria *Nostoc sp.*, obtenida en el páramo de Papallacta”, tuvo por objetivo la caracterización morfológica, análisis proximal y microbiológico de la Cianobacteria *Nostoc sp.* El análisis proximal de la muestra se realizó por cuadruplicado. Como resultados han

determinado que el material biológico seco contiene macronutrientes apreciables, en el análisis proximal, el contenido de humedad registró un valor promedio de 9.05%, 25.30% de cenizas, 16.72% de proteína, 11.65% de grasa, 37.28% de carbohidratos, 9.34% de fibra y 18.44% en azúcares totales. El análisis microbiológico reveló que la muestra seca de *Nostoc* sp., presenta menos de 10 ufc/g en el recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli*, así como la ausencia total de *Salmonella* spp., en 25 gramos., en conclusión, se profundizarán los estudios toxicológicos que identifiquen a la materia seca de *Nostoc* sp., como un alimento apto para el consumo humano.

(Neyra, 2014), hizo un estudio titulado “Calidad nutricional y aceptabilidad de un producto extruido a base de *Nostoc* (*Nostoc commune*) Puno – Perú, diciembre 2013 - marzo 2014”, en el que tuvo por objetivo, determinar la calidad nutricional y aceptabilidad del producto extruido a base de *Nostoc* (*Nostoc commune*). Metodología: Se elaboró un producto en este caso un extruido a base de *Nostoc*, usando dos cantidades diferentes; la primera al 10% y la segunda al 15% en contenido de *Nostoc* para la preparación del extruido, a este producto obtenido se le determinó el valor nutricional en 100 gramos mediante un análisis proximal para la obtención de macro y micronutrientes; así mismo se realizó la evaluación sensorial mediante el uso de la escala hedónica para determinar la aceptabilidad del producto. Resultados: Respecto a la calidad nutricional; al 10% y 15% en contenido de *Nostoc*, se obtuvo un aporte de energía de 339,94 Kcal y 324,38 Kcal, proteínas de 5,55g y 5,13g, grasas de 7,91 y 7,86g, carbohidratos es 63,66g y 60,30g y el aporte de calcio es de 98,52 y 134,85 mg respectivamente. En la evaluación sensorial del extruido con 10% de *Nostoc* en el atributo del sabor el 34,10% indican ni me gusta ni me disgusta, al 65,90% les gusta, el extruido con 15% de *Nostoc* al 56,80% indican ni me gusta ni me disgusta, 36,40% me gusta y 6,80% manifiesta me disgusta. Según la prueba t de Student (Significancia 0,002) en este atributo las diferencias son significativa en ambos extruidos, por tanto el de mejor aceptación es el producto formulado con *Nostoc* al 10%. En el atributo olor se observa que el producto con 10% de *Nostoc*, el 25,00% indican ni me gusta ni me disgusta, al 75,00% les gusta, mientras el producto con 15% de *Nostoc* al 27,30% indican ni me gusta ni me disgusta y al 72,70% les gusta. Y al atributo textura el producto con 10% de *Nostoc* el 34,10% indican ni me gusta ni me disgusta, al 61,40% les gusta y al 04,5% les disgusta, mientras el producto

con 15% de nostoc el 29,50% indican ni me gusta ni me disgusta, al 68,20% le gusta y al 02,30% les disgusta

(Chili & Terraza, 2010), en su trabajo de investigación denominado “evaluación de la cinética de secado y valor biológico de cushuro (*Nostoc sphaericum*)”, tuvo por objetivo determinar la curva de velocidad de secado sometidas a las temperaturas (30 °C, 45 °C y 60 °C) con velocidad de aire 1 m/s y 1,5 m/s, difusividad efectiva del agua, parámetros del modelo empírico de Page en las curvas de secado y realizar la Evaluación Biológica (PER, NPU, NPR, DV y VB) del cushuro seco. Los resultados en las curvas de velocidades de secado obtenidas, se observó que la humedad disminuye hasta llegar a 0.001 kg agua/kg s.s. de humedad, sometidas a temperaturas de 30 °C el tiempo de secado fue 8 horas, para 45 °C el tiempo de secado fue 5 horas y para 60 °C el tiempo de secado fue de 4 horas con velocidades de aire de 1 y 1,5 m/s respectivamente, donde la velocidad de aire tiene poca influencia sobre la cinética de secado, mientras que la temperatura con respecto al tiempo de secado guarda una relación inversa.

(Cadena et al., 2013), en la investigación titulada “Bioprospección de macrocolonias de *Nostoc sp.* en los Andes ecuatorianos”, tuvo como objetivo la caracterización morfológica de diferentes morfotipos de *Nostoc* identificados en el Parque Nacional Cayambe Coca del páramo de Papallacta y Pintag, provincia de Pichincha. Se analizó con absorbancias de los extractos metanólicos en un espectrofotómetro a 480 y 665 nm para carotenoides y clorofila a, respectivamente, se usó las ecuaciones propuestas por Marker et al. (1980) para clorofila a y por Strickland & Parsons (1972) para carotenoides. Como resultados El mayor contenido de clorofila a se obtuvo en el verrugoso negro (25,5 µg/ml) y verrugoso verde (24 µg/ml), mientras que los carotenoides se acumulan más en el amorfo-gelatinoso (10,5 µg/ml). El morfotipo verrugoso verde aislado en medio sólido demostró capacidad de crecimiento hasta cultivos de un litro con medio BG110. En conclusión, el *Nostoc sp.*, es una cianobacteria aerofítica fijadora de nitrógeno, con tolerancia a la sequía y a limitación de nutrientes, constituye un recurso biológico valioso para estudios fisiocológicos y para la producción de biomasa de interés en biotecnología.

(Chávez, 2014), en su trabajo de investigación “evaluación de la composición química y actividad antioxidante *in vitro* del extracto acuoso de *Nostoc sphaericum*

(Cushuro), laguna Cushurococha – Junín”, y que tuvo por objetivo determinar la composición química y actividad antioxidante *in vitro* del extracto acuoso liofilizado de *Nostoc sphaericum* (cushuro) de la laguna Cushurococha, Junín, y como resultado reportó la cantidad, por muestra liofilizada, de proteínas solubles fue de 15.1 mg/g, carbohidratos totales 949ug/g, polifenoles totales 2.98 mg EAG/g; así también, el porcentaje de inhibición del radical ABTS.+ a una concentración de 0.15mg/mL de muestra liofilizada fue de 52%, un valor de IC50 entre 10-15 ug/mL y una capacidad antioxidante equivalente a trolox (TEAC-ABTS) igual a 0.384 ugEq. Trolox/ mg extracto de muestra seca, y concluyendo que el extracto acuoso liofilizado de *Nostoc sphaericum* constituye una buena fuente natural de antioxidantes.

Palacin (2017), investigó la “elaboración de pan con harina de arroz y gel extraído del nostoc para el consumo de población celiaca”, que tuvo por objetivo Se elaborar piezas de pan a base de harina de arroz y un gel extraído del nostoc de aceptación sensorial para el consumo de la población con intolerancia al gluten. La muestra está representada por 195 piezas de pan tomadas al azar, como resultado de la investigación en la prueba de Kruskal-Wallis, un valor p bastante pequeño (0.000), el cual es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula (Ho), lo que establece preferencia significativa por alguno de los tratamientos. Para identificar cual es el tratamiento preferido se utilizó las gráficas. Se concluye que el tratamiento óptimo, preferido por los panelistas, es la que se utilizó la relación gel: harina 1:3 y se aplica una temperatura de cocción de 160°C y un tiempo de fermentación de 30 minutos.

(Fernández & Suyón, 2018), investigaron el “efecto del secado convectivo en el valor nutricional, y como compuestos bioactivos y capacidad antioxidante *in vitro* del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault “cushuro” procedente de Recuay”, Se realizó el secado del cushuro en un horno convectivo a dos temperaturas, 50 y 60 °C, y velocidad de aire 3 m/s. El valor nutricional se determinó utilizando las metodologías de la AOAC, los compuestos bioactivos por espectrofotometría y la capacidad antioxidante por los métodos de captación del radical DPPH y radical catiónico ABTS•+, en muestra fresca y seca respectivamente. La muestra fresca presentó (g/100g): humedad 98,41; proteína 0,71; carbohidratos 0,55; cenizas 0,16; grasas 0,02 y fibra cruda 0,15. Asimismo, calcio 52,96; magnesio 3,34; fósforo 8,80; hierro 0,07 mg/100g; zinc 0,1 ppm y vitamina C 0,08 mg/100g. De los compuestos bioactivos: carotenos totales 4,24 mg/100g y polifenoles totales 5,48 mg EAG/100g.

La capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS•+ presentaron un IC₅₀ de 1,26 y 0,15 mg/ml respectivamente, frente al estándar Trolox. Las muestras secadas a temperaturas de 50 y 60°C presentaron (g/100g): humedad 12,74 y 9,75; proteínas 34,53 y 35,21; carbohidratos 34,59 y 35,64; cenizas 7,96 y 8,14; grasas 1,08 y 1,29; fibra cruda 9,09 y 9,96, respectivamente. Asimismo, presentaron (mg/100g): calcio 1519,36 y 1902,33; magnesio 121,15 y 116,09; fósforo 200,18 y 223,99; hierro 4,15 y 4,57, respectivamente. También, zinc 0,30 y 0,30 ppm y vitamina C 1,97 y 2,36 mg/100g, respectivamente. De los compuestos bioactivos: carotenos totales 32,21 y 123,86 mg/100g y polifenoles totales 72,63 y 122,11 mg EAG/100g, respectivamente. La capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS•+ presentaron un IC₅₀ de 0,31 y 0,06 mg/ml e IC₅₀ de 0,025 y 0,028 mg/ml, respectivamente, frente al estándar Trolox. Se evaluaron los resultados en base seca, obteniendo una reducción significativa ($p < 0,05$) por efecto del secado convectivo a 50 y 60 °C en el contenido nutricional a excepción de la fibra cruda y grasas que no presentaron variación y los carbohidratos que presentó un ligero incremento; así mismo en los compuestos bioactivos (carotenos totales y polifenoles totales) presentando en la muestra seca a 50 °C mayor pérdida. La capacidad antioxidante registró una variación significativa ($p < 0,05$) por efecto del secado convectivo, presentando un incremento de la capacidad antioxidante en ambas temperaturas de secado.

(C. Pérez & Pérez, 2019), en su trabajo de investigación estudió “efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y recuento de mohos y levaduras del mesocarpio de “zarzamora” *Rubus floribundus* Kunth (Rosaceae)”, el mismo que tuvo por objetivos evaluar el efecto de dos tiempos (30 y 45 min) de exposición al ultrasonido y dos temperaturas (25 y 40 °C) sobre la acidez titulable, el pH, el contenido de sólidos solubles, contenido de vitamina C y recuento de mohos y levaduras del mesocarpio (pulpa) de “zarzamora” *Rubus floribundus* Kunth (Rosaceae). Se aplicó ultrasonido de frecuencia 40 kHz con un equipo de ultrasonido de baño, en muestras de mesocarpio de zarzamora contenidas en frascos de vidrio. Los resultados mostraron que el tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la acidez titulable, contenido de sólidos solubles, contenido de vitamina C, recuento de mohos y levaduras; respecto al pH, sólo existió efecto significativo con el tiempo de exposición. La prueba de Duncan indicó que el tiempo de exposición de 30 min al ultrasonido y la temperatura de 40 °C mantuvieron la menor variación de la acidez titulable, el pH y el contenido de sólidos solubles; y el menor recuento de mohos y levaduras, en el mesocarpio de zarzamora. El tiempo

de exposición de 30 min y 25 °C produjo la menor variación en el contenido de vitamina C. El mejor tratamiento corresponde a un tiempo de exposición de 30 min al ultrasonido y temperatura de 40 °C.

(Laborde et al., 2018), en su investigación “deshidratación osmótica combinada de banana en miel. Optimización del pre-tratamiento asistido por ultrasonido”, que tuvo por objetivo el estudio y optimización del pre-tratamiento asistido por ultrasonido (US) para la incorporación de miel en la deshidratación osmótica combinada con secado por aire caliente. El proceso consistió en un pre tratamiento de ósmosis en agua destilada empleando una relación fruta-solvente de 1:4 durante diferentes tiempos (20, 40 y 60 minutos), con aplicación (o no) de ondas ultrasónicas (40 kHz) con la intención de remover los sólidos solubles de la fruta. Las muestras pre-tratadas se sometieron luego a una etapa de incorporación de miel (70% p/p) durante 25 h a temperatura ambiente y a una etapa final de secado por aire caliente a 70°C. Durante los distintos estadios del proceso las muestras se evaluaron en contenido de sólidos solubles (°Brix) y humedad. Como resultado de este estudio, se estableció que el empleo de ondas ultrasónicas durante 20 minutos en el pre-tratamiento previo a la deshidratación combinada permitió remover la mayor cantidad de azúcares propios de la fruta (SG = -5,46%) durante la etapa preliminar, lográndose la mayor incorporación de miel durante la deshidratación osmótica (SG = 16,72 %).

(J. Ponce, 2019), investigó el “efecto del ultrasonido, pulsos de vacío y tiempo en la obtención de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) osmodeshidratado en la mejora de la calidad” en el que tuvo por objetivo general fue: determinar la incidencia del ultrasonido, pulsos de vacío y tiempo en la calidad del aguaymanto osmodeshidratado, y los objetivos específicos fueron: Determinar la incidencia del ultrasonido, pulsos de vacío y tiempo con el color del aguaymanto osmodeshidratado; Evaluar la incidencia el ultrasonido, pulsos de vacío y tiempo con el contenido de ácido ascórbico y carotenos en el aguaymanto osmodeshidratado y Determinar la incidencia el ultrasonido, pulsos de vacío y tiempo en la aceptabilidad del aguaymanto osmodeshidratado. Como método se aplicó un modelo central rotacional compuesto de superficie de respuesta como diseño experimental, con seis puntos centrales y 20 tratamientos, utilizando como factores: potencia de ultrasonido (30-50 watts), presión de vacío (50-450 mmHg) y tiempo (10-30 minutos) en una matriz de respuesta la calidad nutricional (ΔC , %RAA, %RCA). En los resultados se caracterizó el fruto determinando un peso

promedio de 6,41 g y valores de 37,64 mg ácido ascórbico/100 g) y 2,64 mg β carotenos/100 g. Estos valores difieren, debido a los eco tipos que existen en el Perú (Encina, 2006). El sinergismo entre la solución osmótica (60°Brix) y el tratamiento óptimo de ultrasonido (30 w), presión de vacío (149,83 mmHg) y tiempo (10 minutos), permitió obtener una menor variación del color ($\Delta C=3,69$), mayor retención de ácido ascórbico (%RAC=65,22%) y carotenoides totales (%RCA=99,05%); mejorando la aceptabilidad (P2=6,00 puntos), superior a la muestra testigo (P1= 4,78 puntos). Las variables tienen un valor ($p<0,005$), indicando que influyen en la menor variación del color, y mayor retención de ácido ascórbico y carotenos totales. Conclusión: Se determinó la incidencia del ultrasonido, pulsos de vacío y tiempo, al mejorar la calidad del aguaymanto osmodeshidratado en comparación con otras investigaciones.

2.7. Hipótesis

2.7.1. Hipótesis general

- La aplicación del ultrasonido no provocó cambios, efectos significativos en el proceso de deshidratado osmótico del cushuro (*Nostoc sphaericum*).

2.7.2. Hipótesis específicas

- El efecto de la aplicación del ultrasonido en las características físico – químicas del deshidratado osmótico del cushuro (*Nostoc sphaericum*), no tiene diferencias significativas entre tratamientos durante su almacenamiento, por lo que mantiene sus características iniciales.
- El efecto de la aplicación del ultrasonido en sus principios activos del deshidratado osmótico del cushuro (*Nostoc sphaericum*), no tiene diferencias significativas entre tratamientos durante su almacenamiento.
- El efecto de la aplicación del ultrasonido en las características sensoriales del deshidratado osmótico del cushuro (*Nostoc sphaericum*), no tiene diferencias significativas entre tratamientos durante su almacenamiento.

2.8. Variables y operacionalización de variables

2.8.1. Variables

- **Variable Independiente (X_i)**

X: Efecto del tiempo de aplicación de ultrasonido para la deshidratación osmótica cushuro (*Nostoc sphaericum*) durante su almacenamiento.

- **Variable dependiente (Y)**

Y₁: características físico – químicas.

Y₂: compuestos bioactivos.

Y₃: actividad antioxidante.

Y₄: azúcares reductores.

Y₅: minerales

Y₆: características sensoriales

2.8.2. Operacionalización de variables

En la Tabla 4, se muestra la operacionalización de variables.

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente Ultrasonido al Cushuro (<i>Nostoc sphaericum</i>)	Tiempo de aplicación	T ₁ : 2 min T ₂ : 5 min T ₃ : 10 min
Dependiente Características físico - químicas	Análisis físicoquímico	Brix % Humedad % Ceniza % Fibra % Proteína total % Grasa % Carbohidratos Hierro Calcio Magnesio
Dependiente Compuestos Bioactivos	Espectrofotometría ABTS + DNS	Carotenos Polifenoles Actividad antioxidante Azúcares reductores
Dependiente Características sensoriales	Análisis sensorial	Olor Dureza Color Sabor Textura

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

3.1.1 Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en la Planta de Procesos Agroindustriales Alimentarios, Laboratorio Físico – Químico, laboratorio de Análisis por Instrumentación y el Laboratorio de Análisis Sensorial de la C.P de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

También se realizó parte de la investigación en los Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) y para el acondicionamiento de la muestra en la empresa Karbel S.C.R.L. ubicado en Amarilis - Huánuco - Huánuco.

3.1.2 Ubicación política y geográfica

- **Ubicación política**

Región : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Pillcomarca
Lugar : Cayhuayna – UNHEVAL

- **Ubicación geográfica**

Latitud Sur : 09°58'12"
Longitud Oeste : 75°15'08"
Altitud : 1920 msnm.

3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

Aplicada, porque se utilizó una tecnología emergente como el ultrasonido para la conservación del cushuro (*Nostoc sphaericum*) dando así una alternativa a los productores e impulsando la tecnificación del cultivo andino y el desarrollo de la agroindustria en nuestra región.

3.2.2. Nivel de investigación

Experimental, porque se manipuló las variables independientes para obtener un producto con características fisicoquímicas, componentes bioactivos, azúcares reductores y sensoriales aptas para el consumidor.

3.2.3. Población, muestra y unidad de análisis

a) Población

Se estudió el cushuro (*Nostoc sphaericum*), que se compró en el mercado, proveniente de la ciudad de Ancash.

b) Muestra

Cushuro fresco con diferentes tiempos de aplicación de ultrasonido y osmodeshidratado.

c) Unidad de análisis

Son análisis fisicoquímicos, componentes bioactivos, azúcares reductores y análisis sensorial.

d) Tratamientos en estudio

Se analizó 8 tratamientos sometidos a ultrasonido a diferentes tiempos. En la Tabla 5, se muestra los tratamientos realizados a las muestras.

Tabla 5. Tratamientos en el estudio de investigación

Tratamientos	Descripción
T+	Cushuro fresco
T-	Cushuro comercial (mercado)
T ₁	Cushuro fresco osmodeshidratado.
T ₂	Cushuro fresco con tratamiento 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₃	Cushuro fresco con tratamiento de 5 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₄	Cushuro fresco con tratamiento de 10 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado
T ₅	Cushuro escaldado osmodeshidratado.
T ₆	Cushuro escaldado con tratamiento de 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₇	Cushuro escaldado con tratamiento de 5 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₈	Cushuro escaldado con tratamiento de 10 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.

3.2.4. Prueba de hipótesis

- **Hipótesis nula**

H₀: Los tratamientos con la aplicación del ultrasonido al Cushuro (*Nostoc sphaericum*) presentan iguales características físicoquímica de aptitud para el procesamiento de deshidratación osmótica.

H₀: Los tratamientos con la aplicación con ultrasonido al Cushuro (*Nostoc sphaericum*) presentan iguales características sensoriales de aptitud para el procesamiento de deshidratación osmótica.

H₀: $t_1 = t_2 = t_3 = 0$

- **Hipótesis de investigación**

H₁: Al menos uno de los tratamientos con aplicación de ultrasonido al Cushuro (*Nostoc sphaericum*) presenta diferentes características físico - químicas de óptima para el procesamiento de deshidratación osmótica.

H₁: Al menos uno de los tratamientos con aplicación del ultrasonido al Cushuro (*Nostoc sphaericum*) presentan diferentes características sensoriales es óptimo para el consumidor.

H₁: Al menos un $t_1 \neq 0$

3.2.5. Diseño de la investigación

El diseño experimental que se utilizó en los análisis físicoquímicos será el diseño completamente al azar (DCA), con 08 tratamientos y 03 repeticiones.

Las técnicas estadísticas a utilizar serán:

Para la prueba de hipótesis se utilizará Análisis de Varianza (ANVA) o Prueba de F a nivel de significación de 0,05 y 0,01 de probabilidad de error, para determinar la significación entre tratamientos y repeticiones.

Para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizará la Prueba de TUKEY a un nivel de significación del 5%.

El modelo aditivo lineal de un DCA es:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Contenido de (análisis proximal, componentes bioactivos, minerales y sensorial) observada en la j - ésima repetición de la i - ésima.

u = Medida general

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (variedad en el cushuro).

E_{ij} = Error experimental.

Para evaluar las características sensoriales del Cushuro (*Nostoc*

sphaericum) con deshidratación osmótica, se utilizó con la opinión de 22 panelistas semi entrenados, cuyas calificaciones se someterá a la prueba no paramétrica de Friedman, con su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos a un nivel de significación = 5%.

a) Prueba de Friedman

- **Datos a registrados**

Los datos se registraron en dos espacios definidos de acuerdo a los objetivos y variables del estudio; en laboratorio se registrará la determinación fisicoquímica, componentes bioactivos, azúcares reductores de las muestras, finalmente en campo se registró la caracterización de las características sensoriales de las muestras frescas y tratadas con ultrasonido y osmodeshidratadas.

b) Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

Para la obtención y registro de datos se utilizaron formatos elaborados acorde al estudio, memorias USB para el almacenamiento de datos, cuaderno de apuntes lápices, etc.

c) Técnicas de investigación documental o bibliográfica

Análisis documental. - permitió el análisis del material a estudiar y precisar desde un punto de vista formal y después desde su contenido.

- **Análisis de contenido.** - Estudiar y analizar de una manera objetiva y sistemática el documento leído.
- **Fichaje.** - permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente nos servirán de valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

d) Técnicas de campo

- **Observación.** - Esta técnica nos permitió obtener información sobre la caracterización sensorial del cushuro tratado con ultrasonido y osmodeshidratado, a través de panelistas calificadores.

e) Instrumento de investigación documental

Fichas de investigación o documentación, comentarios, resumen, combinadas, fichas de registro o localización, bibliografías, hemerografías e internet.

f) Instrumento de recolección de información en laboratorio

Cuaderno de apuntes, cámara fotográfica.

g) Procesamiento y presentación de los resultados

Los datos obtenidos han sido ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de texto Word y de cálculos Excel. De acuerdo al diseño de investigación la presentación de los resultados será en cuadros, y figuras según corresponda y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizará el software estadístico SAS.

3.3. Materiales y Métodos

3.3.1 Materiales

a) Materia prima

Se utilizó 15 kilos de Cushuro (*Nostoc sphaericum*), procedente de la ciudad de Ancash.

b) Reactivos y soluciones químicas

Ácido Clorhídrico cc (Avantor JT Baker), Ácido Nítrico cc (Avantor JT Baker), Ácido sulfúrico cc (EMSURE® ISO), Éter de petróleo (EMSURE® ISO), Ácido bórico al 2% (Merk), Catalizador, 3,5-ácido dinitrosalicílico (DNS), ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS+), Indicador mixto 4,8 ó 5) RV PANREAC 283303, KOH al 0,223 M, H₂SO₄ al 0,123 M, etanol 96.

c) Equipos

Balanza analítica: Ohaus® Adventurer, modelo AR3130, cap. Max. 310 g, resolución 0.0001 g, potenciómetro: Schott® Instruments, modelo Handylab pH 11, rango-2.000 a 19.999pH, resolución 0.001pH, estufa eléctrica: Binder®, modelo FED 53, rango de trabajo 25 - 300 °C, centrifuga: Heltich® Zentrifugen, modelo EBA 200S, 500 – 6000 rpm, espectrofotómetro UV/VIS: Unico®, modelo 2100, rango de onda 200 – 1000 nm, resolución ±1 nm, mufla: H. W. Kessel S.A.; modelo 2000366, T°Max. 1150 °C, precisión de 1 °C, micropipeta, Totl Aut V, 0,1 - 10000ul – Alemania, alanza analítica, Santorius, 0,1 mg – 210g, Alemania,

refractómetro, DHR 60 B, 0.0 - 60.0 %, Alemania, refrigeradora, Rn33 271 litros, Coldex, 0oC – 60C, Perú, homogenizador de soluciones: Wizard & Classic Velp®, modelo VL-F202A0175, velocidad max. 3000 rpm, movimiento orbital, extractor de fibra, Kessel S.A.; modelo 4000623, muestra 0,5 a 3 g, equipo de ultrasonido, con una frecuencia de 40 KHz, 70% (1050) de potencia, con temperatura de 30 °C.

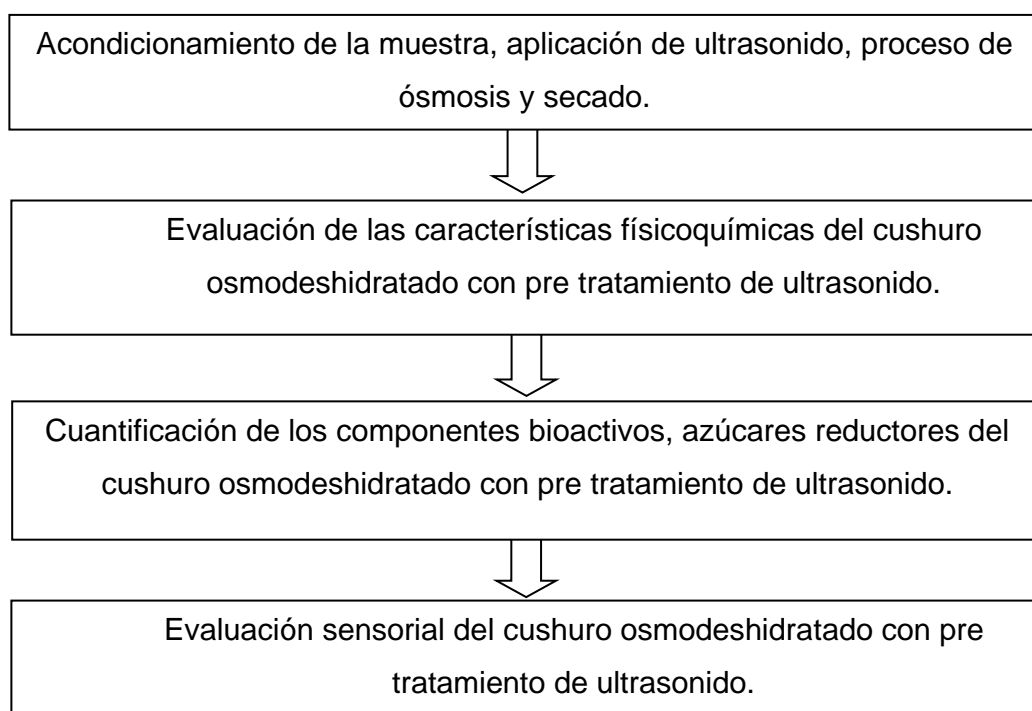
d) Materiales

Pinza metálica para crisol, pipeta graduada de 1 mL, 10 mL, espátula, mortero y pilón, gradilla, fiola de 100 mL, 50 mL, tubos de ensayo de 13 x 100 mm y 16 x 160 mm, crisoles, papel filtro, vasos de precipitado de 100 mL, 250 mL y 1000 ML, micropipeta, varilla de vidrio, licuadora y desecador.

3.3.2. Conducción de la investigación

El presente trabajo de investigación, estuvo enfocado en la evaluación del efecto de la aplicación del ultrasonido en las características físicoquímicas y sensoriales del deshidratado osmótico del cushuro (*Nostoc sphaericum*) durante su almacenamiento.

Figura 3. se destalla las etapas que comprendió la investigación.



➤ **Acondicionamiento de la muestra, aplicación de ultrasonido, proceso de ósmosis y secado.**

a) Muestra

Se compró 15 kilos de cushuro fresco.

b) Preparación de la muestra

Se colocó en bandejas y se procedió a retirar las malezas, los Cushuros dañados, gusanos, piedras, se clasificó con la ayuda de un cernidor se clasifica por tamaños, se lavó con abundante agua y con ayuda del cernidor, se pesó las 8 muestras por triplicado y también se hizo lo mismo con las muestras testigos Cushuro fresco y Cushuro tratado.

- **Tratamiento del escaldado**
- **Escaldado.** - El escaldado disminuye la selectividad de las paredes de las células, acelerando la deshidratación (Camacho, 1994), por 1 minuto a 80°C únicamente a 4 muestras.
- **Tratamiento del ultrasonido**

En la Tabla 6, se describe cada uno de los tratamientos.

Tabla 6. Aplicación de ultrasonido.

Tratamientos	Descripción
T+	Cushuro fresco
T-	Cushuro comercial (mercado).
T ₁	Cushuro fresco osmodeshidratado.
T ₂	Cushuro fresco con tratamiento de 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₃	Cushuro fresco con tratamiento de 5 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₄	Cushuro fresco con tratamiento de 10 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₅	Cushuro escaldado osmodeshidratado.
T ₆	Cushuro escaldado con tratamiento de 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₇	Cushuro escaldado con tratamiento de 5 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.
T ₈	Cushuro escaldado con tratamiento de 10 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.

- **Preparación del jarabe**

Se toma por kg de fruta a deshidratar, 400 ml de agua y 600 g de azúcar (solución 60 % p/p). Colocando el recipiente a fuego lento agitando continuamente hasta cuando el azúcar se disuelva completamente, se retira el recipiente del fuego y se deja enfriar el jarabe. Se cerró herméticamente por 2 horas a temperatura ambiente.

Se enjuagó con agua fría por un intervalo de 10 segundos, escurrió con la ayuda de un cernidor por 10 minutos y se secó en el deshidratador a una temperatura de 30 °C por 6 horas. (Camacho, 1994).

c) Evaluación de las características fisicoquímicas del cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

- **Medición de °BRIX:** Se utilizó el método de la AOAC 932.12, se puso 1 mL del jarabe en el refractómetro digital (MA871 Refractometer - Milwaukee) y por último se reportó el resultado a temperatura ambiente (25 °C).
- **Humedad:** Pérdida de peso de la muestra por calentamiento en estufa a 105°C hasta peso constante, 24 horas aproximadamente. Según el método de la AOAC (1998) parte 930.04.
- **Ceniza:** Se pesó 2 gramos de muestra seca y se colocó en la mufla a una temperatura de 550°C por 6 horas. Según el método de Quiminet (2009).
- **Determinación de fibra:** Hidrólisis ácida y básica (AOAC, 2016), digestión ácida y alcalina de la muestra obteniendo un residuo indigerible y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda que es cuantificada gravimétricamente.
- **Cuantificación de proteínas totales:** Digestión ácida, por el método Kjeldahl. Se destruyó la materia orgánica y se liberó el nitrógeno (utilizando digestor) como sulfato de amonio y destilador de operación manual. Neutralización con NaOH, destilado para liberar el amoníaco (capturado con ácido bórico). Se tituló para calcular el porcentaje de nitrógeno (Método AOAC 984.13).
- **Determinación de grasa:** Extracción continua en equipo Soxhelt (AOAC, 2016), se basa en la solubilidad de la grasa en solventes orgánicos y su insolubilidad con otros componentes no grasos.

- **Carbohidratos:** La suma al 100 % de fibra cruda, cenizas, humedad, grasa y proteína total. (AOAC, 2016).
- **Calcio, hierro y magnesio:** Se calcina la muestra con ácido clorhídrico en una estufa y se va hidratando hasta que este cambie de color, luego se filtra y se hace una dilución con el estándar para finalizar la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica. Según el método (Benton-Jones. 1989) de la descomposición vegetal.

d) Cuantificación de los componentes bioactivos, azúcares reductores del cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

- **Cuantificación de carotenoides:** a. Preparación de los extractos. Pesar 1 g de muestra y colocar en 6ml de solvente, se homogeniza en un homogenizador, centrifugar durante 15 minutos a 4 °C a 10000 rpm., a continuación se analiza en el espectrofotómetro a las absorbancias requeridas por cada disolvente. La ecuación utilizada para la cuantificación de clorofila-a, clorofila-b y el contenido de carotenoides.
Según el método Espectrofotométrico para determinación de Carotenoides Por Espectrofotometría UV-VIS, validado por Sumanta (2014).
- **Determinación cuantitativa de polifenoles totales:** Pesar 1 g de muestra y colocar en 100 mL de H₂O destilada caliente a temperatura de ebullición, agitar durante 5 minutos, filtrar y almacenar en refrigeración. Según el método de (Price & Butler, 1977).
- **Cuantificación de azúcares reductores:** Se pesó 0,5 g de muestra y se coloca en 12 ml de H₂O ultra pura por 8 horas, luego se agrega 0,5 g de bisulfito de sodio. Agitar bien filtrar con papel watman N° 40, del filtrado se toma 0,5 a 2 mL, al cual se agrega 6 mL del reactivo de Ross. Se calienta en agua hirviendo por 6 minutos, enfriar con agua de caño que corra por las paredes exteriores del tubo, luego se lee la absorbancia de la muestra a 620nm, procurar hacer las lecturas en menor tiempo (ley de LAMBERT-BEER).
- **Evaluación de la actividad antioxidante:** Ácido 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolín)-6- sulfónico (Re et al., 1999). Fundamento: El radical catiónico ABTS•+ se genera a partir de su precursor el Ácido 2,2'-

azinobis (3 etilbenzotiazolín)-6-sulfónico (ABTS). El radical catiónico obtenido es un compuesto de color verde-azulado, estable y con un espectro de absorción en el UV-visible.

e) Evaluación sensorial del cushuro (*Nostoc sphaericum*) osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido a 2, 5 y 10 minutos.

Se basa en la apreciación de los caracteres mediante la valoración subjetiva por los sentidos: visual, táctil, gustativo y/u olfativo.

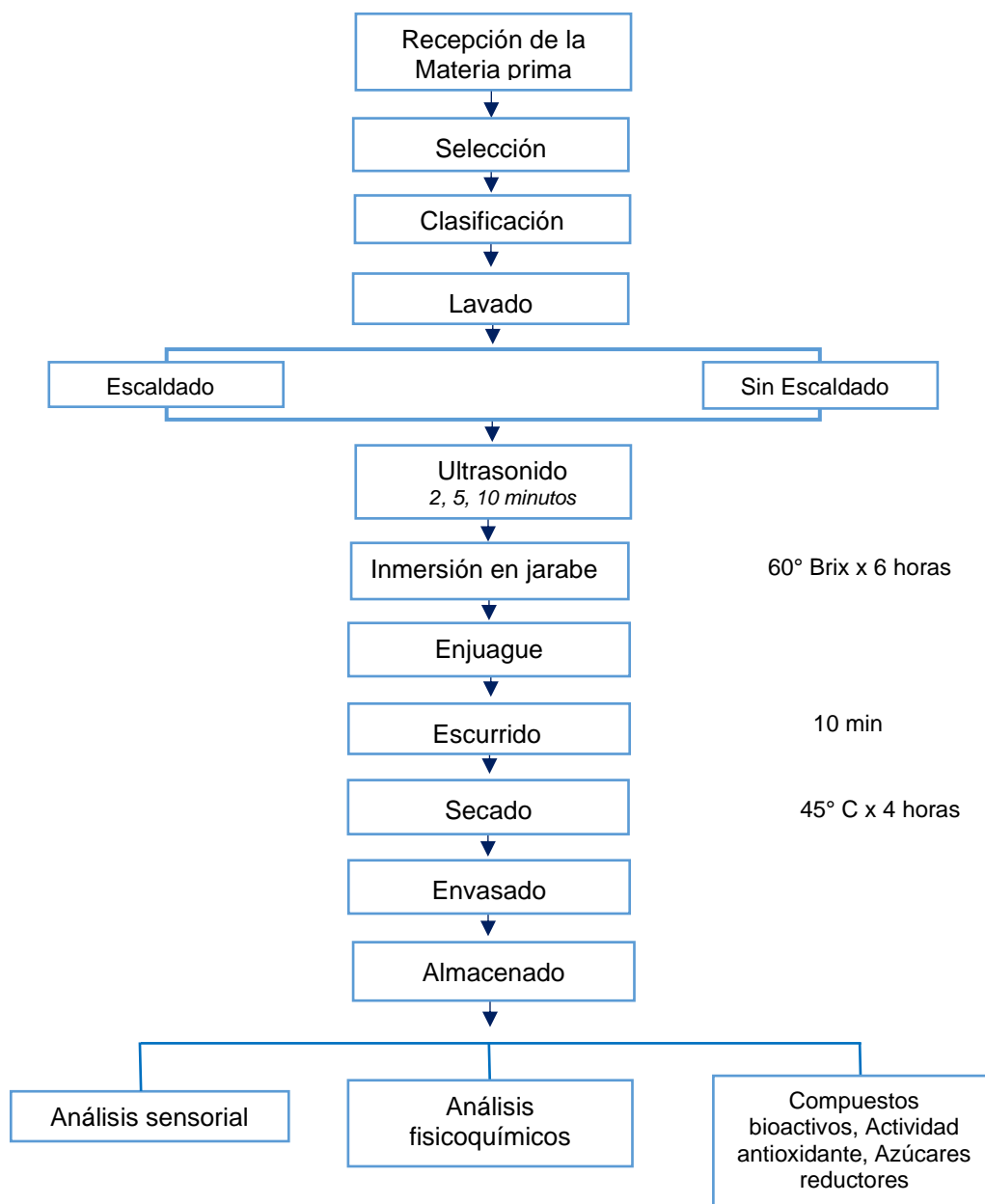
- **Escalas de Intervalo.** - Las escalas de intervalo permiten ordenar muestras, de acuerdo a la magnitud de una sola característica del producto o de acuerdo a la aceptabilidad o preferencia. Las escalas de intervalo permiten indicar el grado de diferencia entre muestras.
- **Análisis estadístico.** - Para evaluar los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos, compuestos bioactivos, minerales y análisis sensorial, los resultados analizados fueron en base seca y se realizó el análisis de varianza Infostad, Tukey y Friedman a través del software para análisis estadístico.

Los resultados de las pruebas estadísticas se expresan indicando la probabilidad de que un resultado específico pueda ocurrir por casualidad y no sea una diferencia real. Si un resultado ocurre por casualidad 5 de cada 100 veces, se dice que la probabilidad es de 0,05. Por lo general, un resultado estadístico se considera significativo solamente si tiene una probabilidad de 0,05 o menos. Con este nivel de probabilidad, la hipótesis nula se rechazaría 5 de cada 100 veces, cuando en realidad debería ser aceptada. Cuando se afirma que una diferencia es significativa al nivel de 5% (probabilidad de 0,05), es decir, de 95 de cada 100 casos, existe una diferencia real.

3.3.3. Métodos

En la figura 4, se detalla cada procedimiento en el diagrama de flujo para la obtención del cushuro osmodeshidratado.

Figura 4. Diagrama de flujo del cushuro osmodeshidratado.



a) Descripción del proceso

- **Recepción de la Materia prima.** - se recibió 15 kilos de cushuro fresco.
- **Selección.** - se retiró las malezas, los cushuros dañados, gusanos, piedras.
- **Clasificación.** - con la ayuda de un tamiz se clasificó por tamaños.
- **Lavado.** - se realizó con abundante agua y con ayuda del tamiz.

- **Preparación del jarabe.** - Preparación del jarabe: Se tomó por kg de fruta a deshidratar, 400 ml de agua y 600 g de azúcar (solución 60 % p/p). Se colocó en el recipiente a fuego lento agitando continuamente hasta cuando el azúcar se disuelva completamente, se retiró el recipiente del fuego y se dejó enfriar el jarabe. (Camacho, 1994).
- **Escaldado.** - El escaldado disminuye la selectividad de las paredes de las células, acelerando la deshidratación (Camacho, 1994), el escaldado se hizo por 1 minuto a 80°C.
- **Tratamiento con ultrasonido.** - se sonicó las muestras a 2 min., 5 min. y 10 minutos con frecuencia de 40 KHz, 70% (1050) de potencia.
- **Inmersión al jarabe.** - se colocó las muestras en el jarabe por 2 horas.
- **Enjuague.** - se vertió en otro recipiente y se enjuagó con agua fría por un intervalo de 10 segundos.
- **Ecurrido.** - se dejó escurrir con la ayuda de un cernidor por 10 minutos.
- **Secado.** - se colocó las muestras en la estufa por 6 horas a 30 °C.
- **Envasado.** - se envasó al vacío en bolsas de polietileno.
- **Almacenado.** - Se colocó las muestras en la refrigeradora a -2 °C.

VI. RESULTADO

4.1. Evaluación de las características fisicoquímicas del cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

En la Tabla 7, se puede observar los siguientes resultados en cuanto a los testigos cushuro fresco (CF) y cushuro tratado (CC) detallando así, en los °Brix (sólidos totales), humedad $98,58 \pm 0,02$ % y $98,76 \pm 0,08$ %, cenizas $0,09 \pm 0,05$ % y $0,04 \pm 0,01$ % respectivamente, no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$), en cuanto a fibra $18,97 \pm 0,06$ % y $10,93 \pm 0,05$ % respectivamente, grasa $0,45 \pm 0,01$ % y $0,32 \pm 0,04$, respectivamente, proteínas total $22,69 \pm 0,74$ % y $17,65 \pm 0,21$ y los carbohidratos, si hubo diferencia significativa ($p < 0,05$); los resultados expresados en la Tabla 8 se en cuanto a los minerales como el calcio $1,30 \pm 0,09$ % y $1,59 \pm 0,00$ % respectivamente, magnesio $0,51 \pm 0,14$ % y $1,25 \pm 0,00$ % respectivamente, encontrando diferencia significativa ($p < 0,05$), hierro $0,05 \pm 0,00$ % y $0,08 \pm 0,00$ % respectivamente, no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$).

En la Tabla 7, se puede observar en cuanto a los resultados de las muestras con tratamientos, en cuanto a los °Brix y humedad no hay diferencia significativa ($p > 0,05$), en cuanto al contenido de cenizas, las muestras ST y ST - 5, no hay diferencia significativa ($p > 0,05$), en cuanto a CT -10, y las demás ST - 2, ST - 10, CT, CT - 2, y CT - 10, si hay diferencias significativas ($p < 0,05$); para el contenido de fibra, las muestras ST - 10, CT - 2 y CT - 5, no hay diferencia significativa ($p > 0,05$) como con las demás muestras; en el contenido de grasa, las muestras ST - 5, CT y en CT - 5, CT - 10 no hay diferencia significativa ($p > 0,05$) respectivamente, en relación a las demás muestras si existe diferencias significativas ($p < 0,05$); en cuanto a la proteína total las muestras ST, ST - 2; ST - 5, CT, CT - 2; ST - 10, CT - 5, no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) y con las demás sí; en los carbohidratos las muestras S, ST - 2; ST - 5, CT; ST - 10, CT - 2, CT -5, CT - 10, no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) respectivamente, pero si hubo diferencia significativa entre ellas; en la Tabla 8 se muestra los resultados de los análisis de los minerales realizados a las muestras con tratamiento siendo estas, en cuanto al contenido de calcio, hierro y magnesio, en los mismos que no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tabla 7. Resumen de los resultados de los análisis fisicoquímicos a las muestras frescas, con ultrasonido y osmodeshidratadas.

- Resultados expresados con los valores de media \pm desviación estándar (0.05).

Análisis fisicoquímico							
Tratamiento	Brix °	Humedad	Ceniza	Fibra	Grasa	Proteína total %	Carbohidratos
	%	%	%	%	%	%	%
T₊ (CF)	0 \pm 0,00 ^b	*98,56 \pm 0,12 ^b	0,08 \pm 0,04 ^{cd}	18,97 \pm 0,06 ^a	0,45 \pm 0,01 ^a	22,69 \pm 0,74 ^a	**74,61 \pm 0,68 ^c
T₋ (CC)	0 \pm 0,00 ^b	*98,70 \pm 0,07 ^b	0,04 \pm 0,01 ^d	10,93 \pm 0,05 ^b	0,33 \pm 0,04 ^{cd}	17,65 \pm 0,21 ^b	**80,71 \pm 0,25 ^a
T₁ (ST)	16,30 \pm 0,42 ^a	11,50 \pm 0,71 ^a	0,52 \pm 0,12 ^{bc}	2,70 \pm 0,24 ^{ef}	0,41 \pm 0,01 ^{ab}	13,63 \pm 0,29 ^c	73,95 \pm 0,31 ^c
T₂ (ST - 2)	16,75 \pm 0,35 ^a	12,50 \pm 0,71 ^a	0,62 \pm 0,18 ^{ab}	3,35 \pm 0,12 ^{de}	0,37 \pm 0,00 ^{bc}	12,60 \pm 0,33 ^c	73,92 \pm 0,86 ^c
T₃ (ST - 5)	16,70 \pm 0,42 ^a	12,50 \pm 0,71 ^a	0,48 \pm 0,06 ^{bc}	2,07 \pm 0,00 ^f	0,30 \pm 0,01 ^{cd}	8,18 \pm 0,23 ^d	78,54 \pm 0,55 ^b
T₄ (ST - 10)	16,20 \pm 0,57 ^a	12,75 \pm 0,35 ^a	0,59 \pm 0,23 ^{ab}	3,56 \pm 0,16 ^{cd}	0,27 \pm 0,00 ^{de}	7,52 \pm 0,11 ^{de}	78,88 \pm 0,47 ^{ab}
T₅ (CT)	15,75 \pm 1,06 ^a	12,25 \pm 0,35 ^a	0,62 \pm 0,03 ^{ab}	3,03 \pm 0,06 ^{de}	0,31 \pm 0,01 ^{cd}	8,25 \pm 0,30 ^d	78,58 \pm 0,61 ^b
T₆ (CT - 2)	16,60 \pm 0,57 ^a	12,00 \pm 0,00 ^a	0,66 \pm 0,12 ^{ab}	3,53 \pm 0,39 ^{cd}	0,22 \pm 0,01 ^e	7,83 \pm 0,18 ^d	79,30 \pm 0,07 ^{ab}
T₇ (CT - 5)	16,90 \pm 0,14 ^a	12,00 \pm 0,00 ^a	0,85 \pm 0,03 ^{ab}	3,66 \pm 0,01 ^{cd}	0,12 \pm 0,01 ^f	6,98 \pm 0,29 ^{de}	80,06 \pm 0,33 ^{ab}
T₈ (CT - 10)	16,20 \pm 0,42 ^a	12,50 \pm 0,71 ^a	0,98 \pm 0,00 ^a	4,10 \pm 0,15 ^c	0,07 \pm 0,01 ^f	6,24 \pm 0,08 ^e	80,21 \pm 0,61 ^{ab}

- **los datos tomados aquí corresponden a la humedad en base húmeda, los mismos que no son considerados para hallar el contenido de carbohidratos.
- Los valores considerados para hallar el contenido de carbohidratos están expresados en base seca, 1,44 y 1,3 respectivamente.
- *CF: cushuro fresco, CC: cushuro comercial, ST: cushuro fresco osmodeshidratado, ST – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT: cushuro fresco osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado,

Tabla 8. Resumen de resultados de los análisis cuantitativos de minerales a las muestras frescas, con ultrasonido y osmodeshidratadas.

Tratamiento	Minerales		
	Calcio %	Hierro %	Magnesio %
T ₊ (CF)	1,30 ± 0,09 ^b	0,05 ± 0,00 ^a	0,52 ± 0,15 ^b
T ₋ (CC)	1,59 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,00 ^a	1,25 ± 0,00 ^a
T ₁ (ST)	0,18 ± 0,00 ^c	0,01 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,01 ^c
T ₂ (ST - 2)	0,19 ± 0,01 ^c	0,01 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,03 ^c
T ₃ (ST - 5)	0,13 ± 0,00 ^c	0,01 ± 0,00 ^a	0,05 ± 0,00 ^c
T ₄ (ST - 10)	0,12 ± 0,00 ^c	0,01 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,00 ^c
T ₅ (CT)	0,14 ± 0,00 ^c	0,10 ± 0,11 ^a	0,07 ± 0,00 ^c
T ₆ (CT - 2)	0,16 ± 0,05 ^c	0,02 ± 0,01 ^a	0,07 ± 0,00 ^c
T ₇ (CT - 5)	0,16 ± 0,03 ^c	0,01 ± 0,00 ^a	0,07 ± 0,00 ^c
T ₈ (CT - 10)	0,13 ± 0,00 ^c	0,01 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,00 ^c

- Resultados expresados con los valores de media ± desviación estándar (0.05).
- *CF: cushuro fresco, CC: cushuro comercial, ST: cushuro fresco osmodeshidratado, ST – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT: cushuro fresco osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado,

4.2. Cuantificación de los componentes bioactivos, azúcares reductores del cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

En la Tabla 9, observa los siguientes resultados respecto a los compuestos bioactivos, siendo para las muestras de CF y CC, en el contenido de carotenos y polifenoles no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$), en la actividad antioxidante y el contenido de azúcares reductores si hubo diferencias significativas ($p < 0,05$), también se puede detallar en cuanto a las muestras con tratamiento lo siguiente en cuanto al contenido de carotenoides, ST – 2 y CT, sin diferencia significativa ($p > 0,05$), y en cuanto a las demás muestras si hubo diferencia significativa ($p < 0,05$); en el contenido de polifenoles, ST – 5, ST – 10 y CT – 2, CT – 5, no se encontró diferencias significativas respectivamente ($p > 0,05$), en comparación con las demás muestras, en las que si hubo, en la capacidad antioxidante, ST, CT; ST – 2, ST – 5; ST – 10, CT-5, no tienen diferencia significativa respectivamente ($p > 0,05$), en las demás muestras si hubo diferencia significativa ($p < 0,05$).

Tabla 9. Resumen de resultados de los compuestos bioactivos analizadas a las muestras frescas, con ultrasonido y osmodeshidratadas.

Tratamiento	Compuestos bioactivos			
	Caroteno	Polifenoles	Act. antioxidante	Azuc. reductores
T ₊ (CF)	0,34 ^{de} ± 0,33	11,16 ^e ± 5,21	6,23 ^b ± 0,43	542,68 ^f ± 32,95
T ₋ (CC)	0,26 ^e ± 0,35	1,67 ^f ± 0,67	5,63 ^b ± 0,52	491,42 ^f ± 23,07
T ₁ (ST)	1,87 ^a ± 0,06	23,03 ^d ± 0,71	5,09 ^{bc} ± 0,36	2752,78 ^d ± 28,01
T ₂ (ST - 2)	0,41 ^{de} ± 0,09	39,96 ^{bc} ± 0,57	6,94 ^{ab} ± 0,41	3908,51 ^a ± 146,63
T ₃ (ST - 5)	1,05 ^{bc} ± 0,08	33,44 ^c ± 1,73	6,76 ^{ab} ± 1,23	2941,52 ^{cd} ± 110,39
T ₄ (ST - 10)	0,71 ^{bcde} ± 0,05	32,29 ^c ± 0,67	5,78 ^b ± 0,20	2390,45 ^e ± 79,09
T ₅ (CT)	0,40 ^{de} ± 0,00	1,35 ^f ± 0,56	4,89 ^{bc} ± 1,09	478,61 ^f ± 11,53
T ₆ (CT - 2)	0,58 ^{cde} ± 0,02	43,69 ^b ± 0,79	2,85 ^c ± 0,59	3158,22 ^{bc} ± 11,53
T ₇ (CT - 5)	0,75 ^{bcd} ± 0,11	42,49 ^b ± 1,57	6,03 ^b ± 0,25	3429,67 ^b ± 154,87
T ₈ (CT - 10)	1,16 ^b ± 0,06	54,52 ^a ± 0,57	8,93 ^a ± 0,01	2949,67 ^{cd} ± 23,07

- Resultados expresados con los valores de media ± desviación estándar (0,05).
- Expresados en µg/ml, µg AGE/g, µg TE/g, µg Glucosa/g respectivamente.
- *CF: cushuro fresco, CC: cushuro comercial, ST: cushuro fresco osmodeshidratado, ST – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT: cushuro fresco osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado.

4.3. Evaluación sensorial del cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

En cuanto a la textura, entre los tratamientos ST, ST – 10 y CT - 5 si hay diferencia significativa ($p < 0,05$), con los demás no.

En cuanto al sabor, entre los tratamientos CT y CT - 5 si hay diferencia significativa ($p < 0,05$), con los demás no.

En cuanto a la dureza, entre los tratamientos ST y CT - 5 si hay diferencia significativa ($p < 0,05$), con los demás no.

En cuanto al color, entre los tratamientos ST – 2, CT – 2, CT – 10 y CT - 5 si hay diferencia significativa ($p < 0,05$), con los demás no.

En cuanto al olor, entre los tratamientos ST – 2, y ST– 10 si hay diferencia significativa ($p < 0,05$), con los demás no.

Tabla 10. Resumen de resultado de los análisis sensoriales analizadas a las muestras frescas, tratadas con ultrasonido y osmodeshidratadas.

Tratamiento	Características sensoriales				
	Textura	Sabor	Dureza	Color	Olor
T ₁ (ST)	3,36 ^a	4,64 ^{ab}	3,11 ^a	3,59 ^{abc}	4,57 ^{ab}
T ₂ (ST - 2)	3,95 ^{abc}	4,27 ^{ab}	4,00 ^{ab}	3,43 ^a	3,95 ^a
T ₃ (ST - 5)	3,80 ^{ab}	4,14 ^{ab}	4,16 ^{abc}	3,50 ^{ab}	4,09 ^{ab}
T ₄ (ST - 10)	5,34 ^e	4,57 ^{ab}	4,84 ^{bcde}	4,80 ^{cde}	5,11 ^b
T ₅ (CT)	3,95 ^{abcd}	3,82 ^a	4,52 ^{bcd}	3,98 ^{abcd}	4,32 ^{ab}
T ₆ (CT - 2)	5,14 ^{cde}	4,25 ^{ab}	4,89 ^{bcde}	5,36 ^e	4,86 ^{ab}
T ₇ (CT - 5)	5,45 ^e	5,41 ^b	5,84 ^e	5,73 ^e	4,48 ^{ab}
T ₈ (CT - 10)	5,00 ^{bcde}	4,91 ^{ab}	4,64 ^{bcde}	5,61 ^e	4,61 ^{ab}

*CF: cushuro fresco, CC: cushuro comercial, ST: cushuro fresco osmodeshidratado, ST – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, ST – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT: cushuro fresco osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 2: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 5: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado, CT – 10: cushuro fresco con 2 minutos de ultrasonido y osmodeshidratado,

V. DISCUSIONES

5.1. Características fisicoquímicas del cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

En cuanto al contenido de los grados Brix, en el trabajo de investigación de (Alvarado & Rodríguez, 2017), menciona que el cushuro es un producto con características neutras, en cuanto al olor y sabor, siendo esto coincidente con el análisis físico que se hizo a las muestras CF y CC, más no en las muestras osmodeshidratadas, las mismas que presentaron un sabor y olor a dulce, misma que se debe al contenido de sacarosa.

En cuanto a la humedad, (Fernández & Suyón, 2018), mencionan que el contenido de agua en el cushuro es superior al 95%, siendo esto coincidente con nuestros resultados en todas las muestras tratadas y no tratadas; para el contenido de cenizas, Reyes et al., 2017, en la tabla de alimentos en la versión 2017, da como contenido 8,5 g; Moncayo (2017), menciona 16, 72 % en su muestra deshidratada y Fernández & Suyón (2018), en su investigación 9, 13 %, no coincidiendo con ninguno de los autores; fibra, en la tabla de alimentos (Reyes et al., 2017), no se encuentra contenido de este, Fernández & Suyón (2018), en su investigación determinó 0,15 % y Moncayo (2017), 9,14 % a lo que no coincide con los resultados hallados, siendo este último más cercano a los resultados hallados en el laboratorio, para el contenido de grasa según la tabla peruana de composición de alimentos 2017 (Reyes et al., 2017), es de 0,5 g, Neyra, (2014), 7, 86 g y Fernández & Suyón (2018), dio como 0,02 %, siendo este último más cercano al resultado, en cuanto al contenido de proteína, (Fernández & Suyón, 2018), determinaron 34, 57 % en base seca, la tabla de composición de alimentos peruana del 2017 (Reyes et al., 2017), el cushuro deshidratado tiene 29 %, (Moncayo, 2017), determinó 16, 72 %, coincidiendo así con las dos últimas bibliografías, únicamente en el caso de las muestras CF y CC, y no en las tratadas y en el contenido de carbohidratos totales, la tabla peruana de composición de alimentos (Reyes et al., 2017), determinó un 46,9 %, Neyra (2014), determinó un 69, 73%, Moncayo (2017), 37, 28 % y Fernández & Suyón (2018), un 39, 64 %, no coincidiendo con ninguno de los investigadores, ya que superan el 70 %.

En el caso de los minerales, Fernández & Suyón (2018), mencionan que la variabilidad en los resultados puede deberse al método de secado usado y a la procedencia de los cushuros, encontrándose en el magnesio y calcio una similitud en los resultados, siendo menor en hierro.

En cuanto al contenido de los minerales en las muestras tratadas), en su investigación hace referencia que el efecto de exposición al ultrasonido y la temperatura tienen una variación significativa ($p < 0,05$), en lo que se puede observar por nuestros resultados en relación con las muestras frescas, coincidiendo así con su investigación,

5.2. Componentes bioactivos, actividad antioxidante y azúcares reductores cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

En cuanto al contenido de caroteno, Cadena et al. (2013), en el estudio realizado, obtuvo mayor contenido en el *Nostoc sp.* con características amorfo-gelatinoso 10,5 $\mu\text{g/ml}$, atribuyendo este resultado a la exposición a elevada irradiación, mismo que puede estimular la acumulación de estos carotenoides en estos morfotipos, y según J. Ponce (2019), llegó a la conclusión que el sinergismo entre la solución osmótica (60°Brix) y el tratamiento óptimo de ultrasonido (30 w), presión de vacío (149,83 mmHg) y tiempo (10 minutos), permitiendo así obtener mayor retención de carotenoides totales a lo expuesto, se puede coincidir con la literatura más no con los resultados, ya que los resultados obtenidos en muestra fresca CF (0,26 $\mu\text{g/ml}$) y en la muestra CT – 10, (1, 16 $\mu\text{g/ml}$), que fue el mayor en comparación a todas las muestras frescas y tratadas, atribuyendo así, a los factores externos, como la aplicación de temperatura, ultrasonido, al incremento del mismo.

En cuanto al contenido de polifenoles, según Fernández & Suyón (2018), en su trabajo de investigación determinó en el cushuro fresco 345,21 mg EAG/100g \pm 1,15 y 72,63 mg EAG/100g secado a temperatura 50 °C, no coincidiendo con el resultado obtenido (tabla 9), siendo esto a que se encuentra limitado por su baja solubilidad y estabilidad frente a factores ambientales (luz, temperaturas elevadas (>50 °C) y a cambios de pH) (Parisi et al., 2014), ya que las muestras estuvieron expuestas a diferentes factores, como la temperatura y ultrasonido.

En cuanto al contenido de capacidad antioxidante, Fernández & Suyón (2018), determinó en el cushuro fresco 27,21 \pm mg trolox/100g \pm 0,70, Chávez (2014), TEAC-ABTS ha calculado para el *Nostoc* 0,384 $\mu\text{gEq Trolox/ mg}$ extracto de muestra seca, lo cual evidencia un alto potencial antioxidante, en el cual en el análisis realizado en el laboratorio los tratamientos arrojaron como resultado 6,23 $\mu\text{g TE/g}$ (CF) y 8,93 $\mu\text{g/ml}$ (ST) como máximo, no coincidiendo en los resultados.

En cuanto al contenido de azúcares reductores, Fernández & Suyón (2018), no encontró contenido alguno en la muestra, en las muestras analizadas se obtuvo como resultados 6542,68 $\mu\text{g/Glucosa/g}$ (CF) y 3908,51 $\mu\text{g/Glucosa/g}$ (ST - 2) como máximo, no coincidiendo en los resultados.

5.1. Evaluar las características sensoriales del cushuro osmodeshidratado con pre tratamiento de ultrasonido.

En cuanto a las características organolépticas, Fernández & Suyón (2018), al Cushuro fresco analiza color, dando como característica verde oliva , marrón pardo; al olor, sui generis; a la textura externa, insípido; textura interna; gelatinosa; forma esférica; en el análisis realizado en el laboratorio los tratamientos fueron sometidos a la prueba sensorial con los siguientes atributos a considerar, textura, sabor, olor, dureza, color , teniendo en cuenta que sólo se le realizó a las muestras tratadas, siendo la mejor puntuación en 4 atributos el CT – 5 y ST – 10, con mayor puntaje en el atributo de olor, a todo ello se puede decir que no se ha coincidido en los resultados, ya que no se analizó la misma muestra, los mismos atributos y características.

VI. CONCLUSIONES

- Se comprobó que, mediante los análisis realizados hubo un efecto significativo de la aplicación del ultrasonido como pre tratamiento en el osmodeshidratado del cushuro, siendo:
- En las características fisicoquímicas, entre las muestras tratadas hubo diferencia significativa, siendo CT – 10 el tratamiento que menos ha perdido en el proceso en comparación a las muestras CF y CC.
- En las muestras tratadas, hubo un incremento significativo en el contenido de los componentes bioactivos, CT – 10 en polifenoles y capacidad antioxidante, en ST, cantidad de carotenos y ST- 2, en azúcares reductores, siendo estos tratamientos que tuvieron un mayor contenido respectivamente. En las muestras CF y CC, en cuanto al contenido de carotenos, capacidad antioxidante y azúcares reductores no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$), en los polifenoles hubo diferencia significativa.
- En la prueba sensorial, la muestra tratada, CT - 5 tuvo mayor aceptación por los panelistas, con 4 atributos de 5, como la textura, sabor, dureza y color.

VII. RECOMENDACIONES

- Las características fisicoquímicas del cushuro se conservan mejor en su forma natural, realizar estudios usando diferentes frecuencias de ultrasonido u otras tecnologías emergentes y/o métodos de conservación que no afecten a las mismas. Asimismo, al encontrar variación en los resultados con otros autores, los mismos que pueden ser por diferentes factores: zonas de cultivo, tiempo de cosecha, contaminación de lagunas, deficiencia de absorción de luz, nitrógeno, etc., caracterizar cushuro de diferentes zonas.
- El incremento significativo de los componentes bioactivos en las muestras tratadas se debió al ultrasonido, realizar estudios más detallados del uso del ultrasonido u otras tecnologías que ayuden a potenciar y/o a la conservación de los mismos, sin afectar las propiedades iniciales del cushuro.
- Conservar y mantener las cualidades del producto es el fin de usar nuevas tecnologías y/o métodos de conservación, es por ello que, siendo el CT – 5, el más aceptado por los panelistas, no garantizó que este haya conservado las propiedades nutricionales de un producto fresco. Investigar y evaluar qué otro valor agregado se le puede dar al cushuro, el cual mantenga sus características o pierda el mínimo en el proceso.

VIII. LITERATURA CITADA

- Allcca, M. (2017). *Influencia de la concentración de sacarosa y temperatura en la deshidratación osmótica de la oca (Oxalis Tuberosa)*. [Universidad Nacional José María Argueras]. <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/123456789/280>
- Alvarado, S., & Rodríguez, B. (2017). *Efecto del consumo de hierro contenido en la murmunta (nostoc sphaericum) en la recuperacion de ratas con anemia inducida, arequipa, 2017*. [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4782>
- Biesalski, H., Dragsted, L., Elmadfa, I., Grossklaus, R., Müller, M., Schrenk, D., Walter, P., & Weber, P. (2009). *Bioactive compounds: Definition and assessment of activity*. 25(11-12), 1202-1205. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.023>
- Brown, T., Stephen, J. J., & Grahan, L. P. (2005). *Cutting forces in foods: Experimental measurements*. 70 (2), 165-170.
- Cadena, M., Molina, D., Carvajal, A., Ontaneda, D., & Morales, E. (2013). *Bioprospección de macrocolonias de Nostoc sp. En Los Andes ecuatorianos*. 36(2), 287-307.
- Camacho, G. (1994). *Evaluación de calidad a productos deshidratados por osmosis directa. En: CURSO TALLER "DESHIDRATACION OSMOTICA DIRECTA DE VEGETALES*.
- Campo, Y., Gélvez, V., & Ayala, A. (2018). *Ultrasonido en el procesamiento (homogenización, extracción y secado) de alimentos*. 16(1), 102-113. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n1.1150>
- Carhuapoma, D., Valencia, N., Mayhua, P., & Sánchez, A. (2015). *NIVELES DE HARINA DE ALGAS Nostoc commune EN EL INCREMENTO DE PESO*

VIVO EN CUYES (*Cavia porcellus*) DESTETADOS. 9(2).
http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2015.v9.n2.49588

Chávez, L. (2014). *Composición química y actividad antioxidante in vitro del extracto acuoso de Nostoc sphaericum (Cushuro), laguna Cushurococha-Junín* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/3897>

Chemat, F., Zill-e, H., & Muhammet, K. K. (2011). *Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction*. 18(4), 813-835.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2010.11.023>

Chili, E., & Terraza, I. (2010). *Evaluación de la cinética de secado y valor biológico de cushuro (Nostoc sphaericum)*. [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3364>

Colina, I. (2010). *Deshidratación de alimentos*. Trillas.

Cornejo, F. (2000). *Modelación matemática de la cinética de deshidratación osmótica de la carga papaya* [Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/4418/6938.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Corrales, L. & Muñoz. (2012). Estrés oxidativo: Origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *NOVA*, 10(18).
<https://doi.org/10.22490/24629448.1010>

De la Cruz, S. N., & Roncal, J. C. (2014). *Conservación de alimentos mínimamente procesados* [Universidad Nacional de Trujillo].
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3563>

Della, P., & Mascheroni, R. (2011). *Deshidratación de papas por métodos combinados de secado: Deshidratación osmótica, secado por microondas*

y convección con aire caliente. 9(2).

<https://core.ac.uk/download/pdf/301087515.pdf>

FAO. (2002). *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación*.

Fernández, W., & Suyón, S. (2018). *Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault "cushuro" procedente de Recuay* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/9833>

Ferrera, A. (2016). *"Efecto del escaldado con ultrasonido sobre la formación de acrilamida y 5- hidroximetilfurfural en rodajas de papas"* [Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130060>

Gantar, M., & Svircev, Z. (2008). *Microalgae and cyanobacteria: Food for thought*.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1529-8817.2008.00469.x>

García, F., Bejarano, D., Paredes, L., Vega, R., & Encinas, J. (2018). *La deshidratación osmótica mejora la calidad de Ananas comosus deshidratada*. 9(3). <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.06>

Gatica, S. (2015). *Cinética de Secado Convectivo de Maqui (Aristotelia chilensis (Mol) Stuntz)* [Universidad Austral de Chile].
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fag261c/doc/fag261c.pdf>

Genina, P. (2002). *Deshidratación osmótica: Alternativa para conservación de frutas tropicales*. 21.
<https://oswaldoparra.files.wordpress.com/2008/10/12-deshidratacion2.pdf>

Herrero, A., & Romero, M. (2006). *Innovaciones en el procesado de alimentos: Tecnologías no térmicas*. 50(4), 71-74.

Holman, J. (1986). *Transferencia de calor*.

- Jurado, B., Fuentes, R., Tomas, G., Arroyo, J., Cáceres, P., Inocente, M., Alvarado, B., Rivera, B., Ramírez, M., Ostos, H., & Cárdenas, L. (2014). *Estudio fisicoquímico, microbiológico y toxicológico de los polisacáridos del nostoc commune y nostoc sphaericum* (nº1). 17(nº1), 15-22.
- Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). *Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos*. 25(4). <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>
- Laborde, M., Suarez, Y., & Pagano, A. (2018). *deshidratación osmótica combinada de banana en miel. Optimización del pre-tratamiento asistido por ultrasonido”, que tuvo por objetivo el estudio y optimización del pre-tratamiento asistido por ultrasonido (US) para la incorporación de miel en la deshidratación osmótica combinada con secado por aire caliente*. 337, 58-63.
- Mafart, P. (1994). *Procesos físicos de conservación* (Vol. 1).
- Martínez, E., & Lendoiro, R. (2005). *Ingestas recomendadas de micronutrientes: Vitaminas y minerales*. 87-100.
- Medina, N. C. (2017). *Efecto del ultrasonido en la extracción y nanoencapsulación de polifenoles de limón persa (citrus latifolia)*. [Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco]. <http://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/447>
- Moncayo, A. (2017). *Caracterización Morfológica, Análisis Proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de la Cianobacteria Nostoc sp., recolectada en el páramo de Papallacta* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9327>

- Mongenot, N., Charrier, S., & Chalier, P. (2000). *Effect of Ultrasound Emulsification on Cheese Aroma Encapsulation by Carbohydrates*. 48(3), 861-867. <https://doi.org/10.1021/jf990494n>
- Mosquera, E., & Ayala, A. (2019). *Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (Cucumis melo L.)*. 30(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300179>
- Moy, J., Lau, N., & Dollar, A. (1978). *Effects of sucrose and acids on osmotic dehydration of tropical fruits* (2.^a ed., Vol. 2). <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1978.tb00553.x>
- Neyra, F. (2014). "Calidad nutricional y aceptabilidad de un producto extruido a base de nostoc (*nostoc commune*) puno – Perú, diciembre 2013—Marzo 2014" [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11937>
- Noriega, C. (2016). *Algas marinas para la alimentación de los peruanos*. 10, 55-68.
- Palacin, E. (2017). *Elaboración de pan con harina de arroz y gel extraído del nostoc para el consumo de población celiaca*. [UNIVERSIDAD INCA GARCILAZO DE LA VEGA]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2086>
- Parisi, O., Puoci, F., Restuccia, D., Farina, G., Lemma, F., & Picci, N. (2014). *Chapter 4—Polyphenols and Their Formulations: Different Strategies to Overcome the Drawbacks Associated with Their Poor Stability and Bioavailability*. 1, 29-45. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398456-2.00004-9>
- Pérez, C., & Pérez, F. (2019). "efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y

- recuento de mohos y levaduras del mesocarpio de "zarzamora" Rubus floribundus Kunth (Rosaceae)* [Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO]. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5156>
- Pérez, R., & Supho, L. (2019). "Evaluación de la cinética de la deshidratación osmótica de la guayaba (*Psidium guajava* L.) para alargar su vida útil y mejorar las características sensoriales" [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10783>
- Píriz, N. (2016). *Biofísica para la formación del Profesorado* (2.ª ed.).
- Ponce, E. (2014). *Nostoc: Un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica*. 32, 115-118.
- Ponce, J. (2019). *Efecto del ultrasonido, pulsos de vacío y tiempo en la obtención de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) osmodeshidratado en la mejora de la calidad* [Universidad Nacional Federico Villareal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3549>
- Price, M., & Butler, L. (1977). *Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain*. 25(6), 1268-1273.
- Raoult-Wack, A. (1994). *Recent advances in the osmotic dehydration of foods*. 5(8), 255-260. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0924-2244(94)90018-3)
- Rastogi, N., & Niranjana, K. (2008). *Enhanced Mass Transfer During Osmotic Dehydration of High Pressure Treated Pineapple*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15774.x>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay*. 26(9-10), 1231-1237.
- Reyes, M., Gómez, P., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. 58-59.

- Robles, L., & Ochoa, L. (2012). *Ultrasonido y sus aplicaciones en el procesamiento de alimentos*. 13(2), 109-122.
- Ronceros, B., Leyva, J., Burgos, E., & Pardo, L. (2008). *Efecto de la Temperatura y Tiempo de Almacenamiento sobre la Calidad del Tomate Deshidratado*. 19(5). <https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.3953it.07>
- Sierra, R. (2010). *Estudio de la deshidratación osmótica de la arveja china (Pisum sativum L.) mediante dos metodologías, directa e indirecta, como alternativa tecnológica al sector hortofrutícola del país*. [Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1152_Q.pdf
- Sridevi, M., & Genitha, E. (2012). *Optimization of Osmotic Dehydration Process of Pineapple by Response Surface Methodology*. 3(8). <https://doi.org/DOI:10.4172/2157-7110.1000173>
- Suca, C., & Suca, G. (2010). *Deshidratación Osmótica de Alimentos*. 1(1), 24.

ANEXOS

Anexo 1: Resultado estadístico de análisis fisicoquímico, componentes bioactivos minerales – Infostat

		ANÁLISIS FISICOQUÍMICO - COMPONENTES ACTIVOS - MINERALES													
		BRIX	HUMEDAD %	CENIZAS %	FIBRA %	GRASA	PROTEÍNA	CARBOHIDRATOS	CAROTENO	POLIFENOLES	ANTIOXIDANTE	AZUC. REDUCTORES	CALCIO	HIERRO	MAGNESIO
CF	T1	0	1,4	0,12	19,01	0,46	23,21	55,8	0,1	11,47	5,92	565,98	1,23	0,04	0,62
	T2	0	1,4	0,05	18,92	0,44	22,17	57,02	0,57	18,84	6,53	519,38	1,36	0,05	0,41
CC	T1	0	1,3	0,05	10,89	0,3	17,8	69,66	0,28	1,19	5,26	475,11	1,587	0,08	1,249
	T2	0	1,3	0,03	10,96	0,35	17,5	69,86	0,23	2,14	5,99	507,73	1,583	0,08	1,248
ST	T1	16	12	0,43	2,87	0,42	13,42	70,86	1,91	23,58	5,34	2732,97	0,18	0,01	0,07
	T2	16,6	11	0,6	2,53	0,4	13,83	71,64	1,83	22,58	4,84	2772,58	0,18	0,01	0,05
ST - 2	T1	16,5	12	0,74	3,43	0,36	12,37	71,1	0,34	40,36	7,18	3804,82	0,2	0,009	0,1
	T2	17	13	0,49	3,26	0,37	12,83	70,05	0,47	39,56	6,69	4012,19	0,18	0,006	0,06
ST - 5	T1	17	12	0,44	2,07	0,29	8,34	76,86	1,11	32,21	5,88	3019,57	0,12	0,01	0,05
	T2	16,4	13	0,52	2,06	0,31	8,02	76,09	0,99	34,66	7,63	2863,46	0,13	0,011	0,05
ST - 10	T1	15,8	13	0,75	3,67	0,27	7,44	74,87	0,74	32,76	5,92	2446,37	0,12	0,004	0,06
	T2	16,6	12,5	0,43	3,45	0,26	7,6	75,76	0,67	31,81	5,64	2334,52	0,12	0,005	0,06
CT	T1	15	12	0,64	2,98	0,32	8,03	76,03	0,40	1,74	4,12	486,76	0,14	0,02	0,07
	T2	16,5	12,5	0,6	3,07	0,3	8,46	75,07	0,4	0,95	5,66	470,45	0,13	0,18	0,06
CT - 2	T1	16,2	12	0,57	3,8	0,23	7,95	75,45	0,59	42,42	3,27	3150,06	0,2	0,01	0,07
	T2	17	12	0,74	3,25	0,21	7,7	76,1	0,56	44,95	2,43	3166,37	0,12	0,035	0,06
CT - 5	T1	16,8	12	0,83	3,65	0,11	6,77	76,64	0,67	43,6	5,85	3320,16	0,18	0,009	0,06
	T2	17	12	0,87	3,67	0,13	7,18	76,15	0,82	41,38	6,2	3539,18	0,14	0,016	0,07
CT - 10	T1	15,9	12	0,98	4,2	0,08	6,3	76,44	1,2	54,92	8,94	2933,36	0,13	0,006	0,06
	T2	16,5	13	0,98	3,99	0,06	6,18	75,79	1,12	54,12	8,92	2965,98	0,12	0,01	0,05

Figura 5. Resultados de los análisis

Anexo 2: Panel fotográfico

➤ Acondicionamiento de la muestra:

Figura 6. Muestra.



Figura 7. Acondicionamiento



Figura 8. Sonicado.



Figura 9. Inmersión al jarabe.



Figura 10. Secado.



Figura 11. Envasado.



➤ Evidencia de lo que se analizó: Análisis en el laboratorio

Figura 12. Humedad.



Figura 13. Análisis organoléptico.



Figura 14. Análisis sensorial





UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

En la ciudad de Huánuco a los **20** días del mes de **Diciembre** del año **2019**, siendo las **11:00 a.m. horas** de acuerdo al Reglamento de Grados Académicos Y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Calificador, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis, con Resolución N° **729 -2019-UNHEVAL/FCA-D**, de fecha **19/12/2019**, titulada:

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS Y SENSORIALES EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE CUSHURO (Nostoc sphaericum) DURANTE SU ALMACENAMIENTO”

Presentado por la bachiller en Ingeniería AGROINDUSTRIAL:

Inés Nino Salvador

Bajo el asesoramiento del **Mg. Roger Estacio Laguna**

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE	:	Dr. Ítalo Wile Alejos Patiño
SECRETARIO	:	Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
VOCAL	:	Dr. Ángel David Natividad Bardales
ACCESITARIO	:	Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad con el cuantitativo de 18 y cualitativo de Muy bueno, quedando el sustentante Apto para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 12:30 horas.

Huánuco, 20 de 12 del 2019


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

Hingoro

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, ____ de ____ del 20__

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.1	17/06/2021	1 de 2

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: NINO SALVADOR, INÉS

DNI: 44444442 Correo electrónico: ins-nino@outlook.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 929 956 976 Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de:	<u>CIENCIAS AGRARIAS</u>
E. P. :	<u>INGENIERIA AGROINDUSTRIAL</u>

Título Profesional obtenido:

Título de la tesis:

"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE CUSHURO (NOSTOC SPECIUM) DURANTE SU ALMACENAMIENTO."

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.1	17/06/2021	2 de 2

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
<input checked="" type="checkbox"/>	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
<input type="checkbox"/>	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- () 1 año
- () 2 años
- () 3 años
- () 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 17 de junio del 2021

Firma del autor y/o autores: 