

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



**“EVALUACIÓN DEL DESHIDRATADO POR VACÍO CON
TRATAMIENTO DE ULTRASONIDO EN LA ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE DE LA GONGAPA (*Vaccinium meridionalis*)”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA
AGRICOLA**

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

**TESISTAS
MALLQUI BUSTILLOS, HECTOR ADBIEL
PAREDES CHAHUA, ELISA**

**ASESOR
DR. ESTACIO LAGUNA, ROGER**

**HUÁNUCO - PERÚ
2022**

DEDICATORIA

A Quienes me apoyaron e hicieron posibles que esta tesis se realice con éxito, por su apoyo en nuestra educación y por estar siempre con nosotros. Por último, a mi compañera por contribuir al objetivo planteado, del mismo modo a mi asesor por el tiempo y conocimientos brindados en todo momento.

AGRADECIMENTOS

Con la venia del divino creador, en primer lugar agradecemos a nuestros padres el esfuerzo realizado dentro de este trabajo de investigación, respaldado principalmente por toda mi familia en general.

RESUMEN

MALLQUI BUSTILLOS, Héctor Adbiel & PAREDES CHAHUA, Elisa. **Evaluación del deshidratado por vacío con tratamiento de ultrasonido en la actividad antioxidante de la gongapa (*Vaccinium meridionalis*)**. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco-Perú. 2022.

La tecnología de ultrasonido ha demostrado hasta ahora, una mejora en la disposición de los compuestos activos de las materias primas agroindustriales, y en combinación con el secado a vacío mejora la conservación de los nutrientes del alimento, es así que, la investigación buscó evaluar la actividad antioxidante de la gongapa (*Vaccinium meridionalis*) con pretratamientos de ultrasonido para luego secarlo al vacío. La metodología consistió en evaluar nueve tratamientos con tres potencias de ultrasonido (750 w, 1050 w y 1500 w) y tiempos de exposición (15, 25 y 35 minutos) previos al secado, utilizando un secador de vacío por 4 horas para todos los tratamientos, evaluando su actividad antioxidante, sus características fisicoquímicas y sensoriales, aplicando un diseño factorial de 3^2 . Los resultados mostraron que las diferentes potencias de ultrasonido influyeron significativamente en la conservación de los compuestos bioactivos de la gongapa, siendo, los tratamientos T5 (Potencia de 1050 W por 25 minutos de sonicación), T7 (Potencia de 1500 W por 15 minutos de sonicación) y T9 (Potencia de 1500 W por 35 minutos de sonicación) los óptimos, debido a las mayores potencias y tiempos de aplicación, siendo además el tratamiento T5 el que tuvo las mejores características organolépticas, por otro lado los tratamientos de menor potencia no tuvieron un efecto satisfactorio con respecto a la pérdida de humedad. Es así que, actividad antioxidante y polifenoles tratados por ultrasonido y deshidratado por vacío conservaron de manera significativa dichas propiedades, siendo muy apropiada para su aplicación en los alimentos.

Palabras clave: Arándano, sonicación, compuesto bioactivo, secado, presión de vacío.

ABSTRACT

MALLQUI BUSTILLOS, Héctor Adbiel & PAREDES CHAHUA, Elisa. **Evaluation of vacuum dehydration with ultrasound treatment on the antioxidant activity of blueberries (*Vaccinium meridionalis*)**. Thesis to obtain the Agroindustrial Engineer degree, Professional School of Agroindustrial Engineering, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco-Peru. 2022.

Until now, ultrasound technology has shown an improvement in the disposition of the active compounds of agroindustrial raw materials, and in combination with vacuum drying it improves the conservation of food nutrients, so the research sought to evaluate the antioxidant activity of gongapa (*Vaccinium meridionalis*) with ultrasound pretreatment and then vacuum drying. The methodology consisted of evaluating nine treatments with three ultrasound powers (750 w, 1050 w and 1500 w) and exposure times (15, 25 and 35 minutes) prior to drying, using a vacuum dryer for 4 hours for all treatments. evaluating its antioxidant activity, its physicochemical and sensory characteristics, applying a factorial design of 3^2 . The results showed that the different ultrasound powers significantly influenced the conservation of the bioactive compounds of the gongapa, being the treatments T5 (Power of 1050 W for 25 minutes of sonication), T7 (Power of 1500 W for 15 minutes of sonication) and T9 (Power of 1500 W for 35 minutes of sonication) the optimal ones, due to the higher powers and application times, being also the T5 treatment the one that had the best organoleptic characteristics, on the other hand the lower power treatments did not have a satisfactory effect with respect to moisture loss. Thus, antioxidant activity and polyphenols treated by ultrasound and vacuum dehydrated significantly preserved these properties, being very appropriate for their application in food.

Keywords: Blueberry, sonication, bioactive compound, dried, vacuum pressure.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	II
AGRADECIMENTOS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
2.1.1. La gongapa (<i>Vaccinium meridionalis</i>).....	3
2.1.2. Secado al vacío.....	7
2.1.3. Ultrasonido	8
2.1.4. Deshidratación por aire caliente	9
2.1.5. Arándano deshidratado	11
2.1.6. Evaluación sensoria	11
2.1.7. Tipos de pruebas sensoriales.....	12
2.1.8. Escala de clasificación hedónica	12
2.1.9. Investigaciones relacionadas al uso del ultrasonido y secado al vacío	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Materiales	15
3.2 Procesos.....	15
3.3 Productos.....	17
3.4. Métodos de análisis.....	17
3.4.1. Caracterización de la actividad antioxidante y fisicoquímica de la	

gongapa (<i>Vaccinium meridionalis</i>) fresca y seca	17
3.4.2. Evaluación de las características organolépticas de la gongapa deshidratada por vacío con tratamiento de ultrasonido.	18
3.5. Diseño experimental y análisis estadístico	19
3.5.2. Diseño de la investigación	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1 Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de la gongapa.....	21
4.2 Evaluación de polifenoles y actividad antioxidante en los tratamientos de gongapa secada por vacío tratadas con ultrasonido.	24
4.3 Evaluación de las características fisicoquímicas de la gongapa tratados con ultrasonido y secada por vacío.	26
4.4 Evaluación de las características sensoriales de la gongapa secada por vacío con tratamiento de ultrasonido.	29
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES	35
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	40
ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO.....	41
ANEXO 2: VALORES ESTADÍSTICOS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	45
ANEXO 3: VALORES ESTADÍSTICOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	49
ANEXO 3: VALORES ESTADÍSTICOS DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación botánica de la gongapa.....	3
Tabla 2. Composición nutricional de gongapa (100g de materia comestible).	4
Tabla 3. Producción mundial de arándano (%).....	5
Tabla 4. Superficie de sembríos de arándano (%).....	6
Tabla 5. Tratamientos en estudio	15
Tabla 6. Escala hedónica de evaluación sensorial	18
Tabla 7. Características fisicoquímicas en 100 gramos de gongapa fresca	21
Tabla 8. Actividad antioxidante y polifenoles de la gongapa fresca.	22
Tabla 9. Actividad antioxidante y polifenoles de los gongapa deshidratada por vacío.....	24
Tabla 10. Comparación de las características fisicoquímicas de los tratamientos.	27
Tabla 11. Comparación de características organolépticas de los tratamientos. ...	29

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Presión de saturación de vapor de agua	7
Figura 2. Diagrama de flujo del deshidratado de frutas y hortalizas	10
Figura 3. Diagrama de flujo de secado de la gongapa.	16
Figura 4. Porcentajes de las características fisicoquímicas de la gongapa fresca.	22
Figura 5. Comparación de las medias de la evaluación del sabor.	30
Figura 6. Comparación de las medias de la evaluación del aroma.	31
Cada valor de los tratamientos son la media de tres repeticiones.	32
Figura 7. Figura 6. Comparación de las medias de la evaluación del color	32
Cada valor de los tratamientos son la media de tres repeticiones.	32
Figura 8. Comparación de las medias de la evaluación de textura.....	32

I. INTRODUCCIÓN

La gongapa o arándano silvestre es un fruto típico de los andes peruanos y otros países de Latinoamérica, interesante por su alto contenido en antioxidantes (Buitrago Guacaneme et al., 2015). Este recurso agroindustrial es poco aprovechado en nuestro medio, siendo necesario la conservación de este fruto, debido a la cosecha estacionaria que posee; es así que planteamos que, la tecnología más adecuada que podemos aplicar para esta conservación es la deshidratación. Además de que, la deshidratación es una operación unitaria básica, que normalmente aplica altas temperaturas corriendo el riesgo de perder nutrientes termolábiles, pudiendo reducir las temperaturas a condiciones de vacío y además, reducir el tiempo de secado con aplicaciones de tecnologías como el ultrasonido.

La tecnología del deshidratado por vacío, tiene parámetros presión de vacío que van de 5 -30 KPa, aprovechando la disminución de las temperaturas de evaporación por debajo de 80°C, pudiendo desecar el alimento de 4 a 20 h de acuerdo al espesor del alimento. Este sistema entre sus componentes posee una cámara de bandejas hermética (calentada por una fuente externa) conectada a un condensador y a una bomba de vacío, su funcionamiento se da luego de cargar la materia prima en las bandejas de la cámara que se cierra herméticamente y se reduce la presión por efecto de la bomba de vacío, logrando un secado de mejor calidad con respecto al secado convencional (Sobrado Falcon & Luna Villavicencio, 2017).

Por otro lado, el empleo de ultrasonido (US) en el procesamiento de alimentos está basado en la ventaja que representa sobre los procesos tradicionales, por su efecto de cavitación que mejora los procesos de transferencia de masa, reduciendo los tiempos de secado y mejora de los atributos de calidad. Considerada una tecnología limpia con potencial de aplicación en procesos de secado, congelado, descongelado, extracción, entre otros. Este efecto de cavitación gaseosa promueve la implosión de microburbujas las cuales generan la liberación de energía, especialmente en el ultrasonido de baja frecuencia y alta intensidad (Robles- Ozuna & Ochoa- Martínez, 2012). Es así que la aplicación del ultrasonido puede resumirse en: a) análisis y control de calidad, y b) procesamiento, conservación e inocuidad; siendo el ultrasonido de alta potencia a intensidades superiores de 1 W.cm² y baja frecuencia inferiores a 100 KHz, el cual puede

utilizarse en procesamiento de desecado de alimentos, garantizando calidad e inocuidad del producto (Ulloa et al., 2013).

Según Zhou et al. (2021), utilizó el vacío en un secado por microondas y combinaciones con ultrasonido obteniendo un mayor contenido de polifenoles y una actividad antioxidante elevada frente a los secados normales. Demostrando así que estas tecnologías son prometedoras en la retención de componentes bioactivos, actividad antioxidante y el aspecto general del fruto seco, entendiéndose que nuestra hipótesis presenta también mejoras que revalorizan esta materia prima.

La investigación evaluó las condiciones del secado por vacío con tratamiento de ultrasonido en la actividad antioxidante de la gongapa (*Vaccinium meridionalis*) para ello, se determinaron los siguientes objetivos:

- Determinar los parámetros óptimos de ultrasonido con respecto a la potencia y el tiempo para el secado por vacío de la gongapa;
- Evaluar la influencia del ultrasonido sobre la actividad antioxidante de la gongapa secada en condiciones de vacío;
- Evaluar la influencia del ultrasonido sobre las características fisicoquímicas de la gongapa secada en condiciones de vacío;
- Evaluar las características sensoriales de la gongapa secada en condiciones de vacío.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. La gongapa (*Vaccinium meridionalis*)

Es un arbusto rastrero silvestre pequeño Conocida como gongapa en la región Huánuco de Perú y como agráz o mortiño en Colombia y en algunos países sudamericanos pudiendo desarrollarse de 2200 a 4000msnm, siendo resistente a las sequías y temperaturas bajas, sus frutos son bayas globosas, de tamaño entre 5 y 10 mm, encontrándose de colores desde púrpura a azul oscuro llegando hasta negro en su mayor estado de madurez. Se ha comprobado su aporte en antocianinas, fenoles totales, y características fisicoquímicas, además de demostrar una alta capacidad antioxidante La planta es perenne, crece de horizontal y presenta abundantes ramas, empezando a florecer con el inicio de las lluvias pudiendo tener cosechas entre abril a Mayo (Rolando, 2013; Tobón et al., 2016).

2.1.1.1. Clasificación botánica

Feliciano & Calixto (2015), aseguran que género *Vaccinium* posee algo de 450 especies, encontrándose en laderas de las montañas tropicales . El arándano del Perú (*Vaccinium meridionale*) crecen de forma silvestre en la zona altoandina del país. Asimismo esta caracterización coincide con (Barragán García, 2011), como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación botánica de la gongapa.

Clasificación botánica	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Fanerógamas</i>
Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Dicotiledóneas</i>
Subclase	<i>Dilleniidae</i>
Orden	<i>Rubiales</i>
Familia	<i>Cariofiláceas</i>
Subfamilia	<i>Ericaceae</i>
Género	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>V. meridionale</i>

Fuente: Feliciano & Calixto (2015)

2.1.1.2. Valor nutricional

La gongapa es una fuente rica de vitamina C, fibras, potasio, hierro, calcio, taninos de acción astringente y de diversos ácidos orgánicos. El arándano destaca por su abundancia de pigmentos naturales como las antocianinas y carotenoides de fuerte acción antioxidante (Abreu et al., 2014).

El consumo de la gongapa tiene ventajas en la salud, pudiendo emplearse para en el tratamiento y prevención de las hemorroides y varices, así como, los problemas de la presión ocular, que muchas veces sufren la mayoría de las personas diabéticas (Macías, 2005). Asimismo, en la Tabla 2, podemos notar que la vitamina C tiene un aporte interesante como de algunos minerales (Huapaya, 2017).

Tabla 2. Composición nutricional de gongapa (100g de materia comestible).

Componente	Unidad	Cantidad
Agua	(g)	87,4
Proteínas	(g)	0,3
Fibras	(g)	1,7
Hidratos de carbono	(g)	13,38
Vit A	(UI)	30
Vit B1	(mg)	0,014
Vit B2	(mg)	0,0024
Vit B6	(mg)	0,012
Vit C	(mg)	12
Cloro	(mg)	4
Ac. Nicotínico	(mg)	0.2
Ac. Patatónico	(mg)	12
Sodio	(mg)	2
Potasio	(mg)	72
Calcio	(mg)	14
Magnesio	(mg)	6
Manganeso	(mg)	0,5
Hierro	(mg)	0,5
Cobre	(mg)	0,26
Fósforo	(mg)	10

Fuente: Huapaya (2017)

Es importante también mencionar los contenidos de antocianinas y flavonoides en el liofilizado de gongapa alcanzaron fenoles totales de 1046,01 mg y antocianinas totales 82,64 mg (Tobón et al., 2016).

2.1.1.3. Producción mundial de arándanos

Hasta el 2018 destacaron como mayores productores de arándanos los Estados Unidos y Canadá, sin embargo China, los desplazó desde el año 2019 (International Blueberry Organization, 2022). Y en cuando a los países consumidores los que han crecido más son el de Europa y Asia desde el 2017 (Brazelton, 2020).

Por otro lado el Perú, al 2013 ocupó el puesto 14 entre los países miembros de la Unión Europea (MINAGRI-DGPA-DEEIA, 2016). Pero el año 2021, dio gran sorpresa cuando se ubicó en el 3er lugar como se muestra la Tabla 3. de producción mundial de arándanos (AtlasBig, 2021).

Tabla 3. Producción mundial de arándano (%)

País	Producción (T.)	Superficie (Ha)	Rendimiento (Kg / Ha)
EE. UU.	255,050	36,098	7.065,5
Canadá	164,205	40,998	4.005,2
Perú	94,805	6,011	15.771,9
España	43,516	3,722	11.691,6
México	40,251	3,611	11.146,4
Polonia	25,301	8,089	3.127,8
Alemania	12,764	3,040	4.198,7

Fuente: AtlasBig (2021).

2.1.1.4. Producción nacional de arándano

El Perú incrementó su producción principalmente para la agroexportación comparando junio de 2021 con junio de 2022, registró un aumento de 197.9%, alcanzando una venta de \$13 millones. Asimismo, según Comex Perú entre enero y mayo de 2022 aumentó a 114% con \$135 millones; siendo La Libertad, Lambayeque y Lima las regiones que producen más arándanos (IFS-PERÚ, 2022).

La exportación de arándanos peruanos ocupó el tercer lugar a nivel mundial el 2021, es así que, se proyecta el crecimiento para este año por sobre las 276 mil toneladas, un incremento del 24% respecto al 2021. Considerando que, en la campaña anterior, se llegó a producir más de 222 mil toneladas de arándanos, siendo Estados Unidos el mayor comprador con el 55% del total, seguido de la Unión Europea con 23% ; Reino Unido 5% y China con el 12%, La producción peruana es actualmente liderada por la región La Libertad con envíos en toneladas

con más de 9,700; Lambayeque, 4,200; Lima y Callao 1,745; Ica 1603; Ancash 1,373; Piura 961 y Moquegua 52 (Marroquin, 2022), además al respecto se puede notar en la Tabla 4, las participaciones de superficie sembrada en el país.

Tabla 4. Superficie de sembríos de arándano (%)

Región	2021
Libertad	46%
Lambayeque	28%
Lima	6%
Piura	5%
Ica	8%
Ancash	6%
Moquegua	1%

Fuente: Proarándanos (2021)

2.1.2. Secado al vacío

El secado al vacío destaca por reducir la presión de la cabina de secado donde se encuentra la materia prima disminuyendo así la temperatura de ebullición y además ayuda a extraer el agua del ambiente disminuyendo la humedad relativa de forma satisfactoria (Martines et al., 2014).

En la **Figura 1**, mostramos la curva de presión de saturación de vapor de agua en comparación con la temperatura y su efecto.

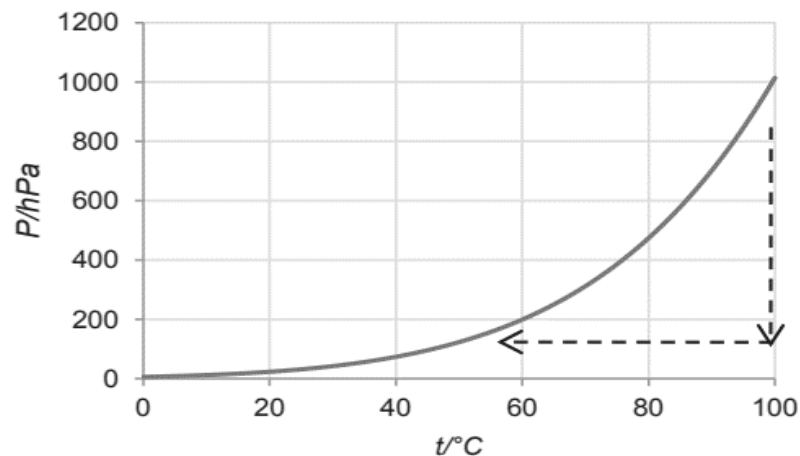


Figura 1. Presión de saturación de vapor de agua

Fuente: Martines et al. (2014).

Chen (1997) son varios los mecanismos que se dan para evaporar el agua en condiciones de vacío, entre ellos están la diferencia de presión y la evaporación, con la difusión; el primero se refiere a la fuerza de la presión que ejerce el vacío en la superficie del material a secar, lo que hace que el agua se extraiga, además que es importante mencionar que; el agua disminuye su punto de evaporación haciendo que se evapore de la superficie de manera forzada, asimismo a través de la difusión se puede eliminar el agua en la materia que se está deshidratando..

2.1.2.1. Secadora de armario a vacío

El sistema de un secador de vacío tiene 3 componentes una cabina hermética donde se encuentran las bandejas de secado, un condensador y una bomba de vacío. Las bandejas son perforadas colocadas horizontalmente, y se calientan con un intercambiador de calor generado por fluidos térmicos que circulan por la estantería que contienen las bandejas. El proceso de deshidratado inicia

cuando se cierra la cabina y se enciende la bomba de vacío, reduciendo así la presión a condiciones de vacío, pudiendo llegar de 5 a 30 KPa, a temperaturas de trabajo de 40 – 80 °C, los tiempos de secado son variables dependiendo del espesor o grosor de los materiales a secar que van de 4 a 20 horas. Las frutas y hortalizas que se seque con esta tecnología son mejores en calidad sensorial y nutricional que las secadas en hornos de bandejas convencionales (Brennan, 2008).

2.1.3. Ultrasonido

El ultrasonido es una nueva tecnología que, acelera los procesos de transferencia de masa reduciendo los tiempos de secado y mejora los atributos de calidad, es una buena opción en procesos de secado, descongelado, extracción, entre varios otros. La cavitación es un fenómeno originado por la implosión de microburbujas que ayudan a crear el efecto esponja aumentando la permeabilidad de los materiales. El ultrasonido pueden ser de baja y alta intensidad, así como alta y baja frecuencia, las aplicaciones en los alimentos han sido de preferencia de baja frecuencia (menores a 100 KHz) logrando resultados que reducen los tiempos en la transferencia de masa y energía, pudiendo aplicarse en el desecado y extracción de compuestos en los alimentos (Robles- Ozuna & Ochoa- Martínez, 2012).

2.1.3.1. Efecto en los microorganismos

Según Pineda (2012), el ultrasonido tiene un efecto bactericida ocasionadas por las ondas de choques micromecánicas producidos por la formación e implosión de microburbujas, los que desnaturalizan estructuralmente y funcionalmente las células ocasionando ruptura de la membrana celular o muerte celular, siendo las más sensibles los microorganismos de forma larga y grandes, además los microorganismos gran negativos se afectan más que las gran positivas. Para dañar la membrana celular es muy importante prolongar el tiempo de ultrasonido y la temperatura que se recomienda sea mayor a 35°C para que tenga mejores efectos de destrucción sobre los microorganismos.

2.1.3.2. Parámetros del ultrasonido según intensidad

Según Pisco (2013) para la aplicación de ultrasonido es muy importante manejar parámetros claves como son:

- Velocidad de onda (c , considerada la velocidad con la que se mueve la onda de sonido ante un material.
- Coeficiente de atenuación; es la medida en la que disminuye su fuerza la onda de ultrasonido a través de un tipo de fluido, la que se puede ver afectada por la temperatura y la frecuencia de la onda.
- Impedancia acústica; es la relación de la onda transmitida y la onda reflejada cuando incide en los materiales.

Según Ulloa et al. (2013), el ultrasonido en los alimentos se aplican en los:

a) análisis y control de calidad, y b) procesamiento, conservación e inocuidad; dependiendo del rango de frecuencia que se aplique, pudiendo ser de alta o baja potencia. Es así que, el ultrasonido de alta potencia registra intensidades por encima de 1 W.cm^2 a frecuencias entre 20 a 40 kHz, los que inciden en las características físicas, mecánicas, químicas o bioquímicas de los alimentos, pudiendo sacar ventaja en el procesamiento de los alimentos.

Según De la Fuente-Blanco et al. (2006), el uso de la radiación ultrasónica aplicado en el aire a presión estática normal en alta intensidad acelera los procesos de transferencia de masa y energía pudiendo reducir el tiempo en el proceso de secado, recomendando como tratamiento efectivo la frecuencia de 20 kHz, con una potencia de aproximadamente 100 W a más.

2.1.4. Deshidratación por aire caliente

La deshidratación es un método consiste en disminuir la humedad de los alimentos hasta un 10 o 20%, impidiendo el crecimiento de las bacterias, mohos y levaduras por la baja actividad de agua que alcanzan. Los alimentos deshidratados de preferencia deben mantener la composición nutritiva intacta y el sabor original lo más parecido al fresco, es así que se muestra en la Figura 2, los pasos para deshidratar un alimento (Calderón, 2010).

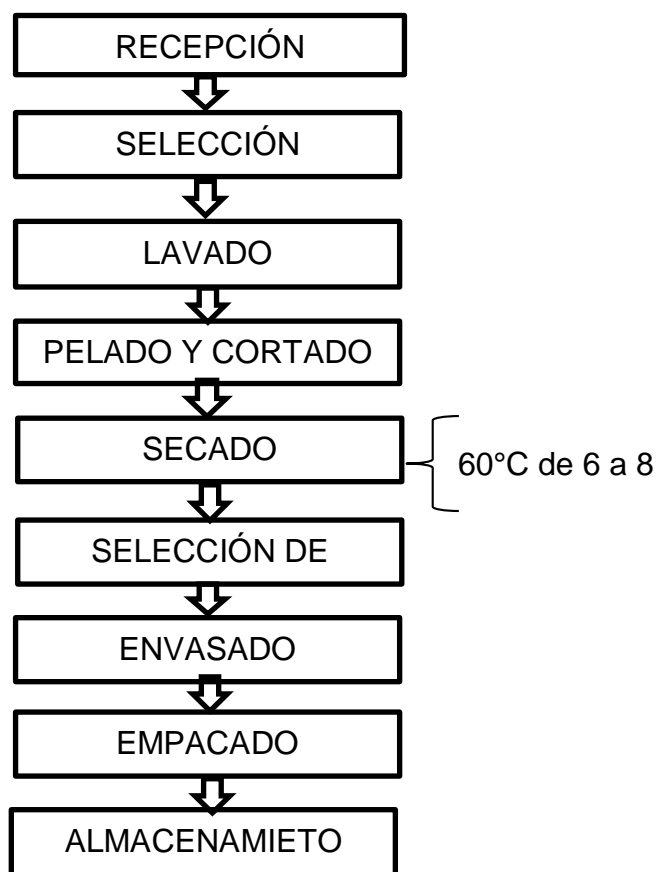


Figura 2. Diagrama de flujo del deshidratado de frutas y hortalizas

Fuente: Calderón (2010)

Recepción: aquí se recibe la fruta y es pesada para luego enviar a las operaciones subsiguientes.

Selección: consiste en verificar y separar las frutas de acuerdo a las características de tamaño, color, firmeza, textura y apariencia general, principalmente.

Lavado y desinfección: las frutas se lavan con agua potable, pueden ser desinfectadas tratando con hipoclorito de sodio a 100 ppm.

Pelado y cortado: si el cliente pidiera entero solo atinamos a pelar las frutas, sin embargo, para secar las frutas en menor tiempo se deben cortar tipo hojuelas.

Secado: puede realizarse con aplicación de aire caliente forzado en secadores convencionales de 45°C hasta 60 °C, pudiendo demorar de 6 a 20h.

Selección de producto seco: esta operación se hace para que, para homogenizar la calidad del producto, que normalmente es de acuerdo al color, eliminando las mermas oscuras que no pasan los estándares de calidad.

Envasado: en este tipo de productos se deben usar bolsas que eviten el ingreso de la humedad como las de material de polipropileno.

Empacado: se recomienda que sea en cajas de cartón, pudiendo embalsarse de 5 a 10 kg por caja.

Almacenamiento: el almacenamiento debe ser en un ambiente cerrado, fresco y ventilado, considerando que deben estar alejados de lugares contaminados y libre de insectos.

Según Landwehr (1999) el desecado se produce por la acción del calor por convección entrando en contacto el aire caliente con la materia prima para que luego se dé lugar a la evaporación; considerando que para este proceso deben de participar los elementos claves como: la temperatura de secado, la humedad relativa del aire caliente, la cantidad de aire insuflado al sistema y el espesor del producto. El proceso inicia cuando la difusividad del agua empieza a aumentar en el producto por efecto de la temperatura del aire caliente, debiéndose evitar en todo momento que se llegue a temperaturas extremas que degraden la calidad del material, siendo así, no solo la temperatura es lo más importante sino la cantidad de aire caliente que entra en contacto con el producto, debiéndose establecer siempre una relación cantidad/flujo de aire/ temperatura y tiempo de secado.

2.1.5. Arándano deshidratado

Según López Pérez & Urrutia Sepúlveda (2014), el secado de arándanos generalmente se realiza por el contacto con aire caliente a temperaturas inferiores a 93°C pudiendo aplicar el criterio de temperaturas menores por tiempos más largos, donde la circulación de aire determina el grado de humedad del producto. El arándano en snack se consume como aperitivos, tragos, ensaladas y postres. Pudiendo llegar a una vida útil de 1 año.

2.1.6. Evaluación sensoria

Ureña Peralta et al. (1999) dice que, para evaluar las características organolépticas se trata de medir, analizar e interpretar las impresiones o reacciones que tienen los panelistas frente a los alimentos materia de estudio, donde prueban sus sentidos como del tacto, olfato, gusto y vista, y determinan su aceptabilidad, donde primar más la vista, el olor y el sabor. Es por eso que, el gusto de los consumidores es importante al momento de desarrollar un producto alimentario para que tenga aceptación en el mercado.

2.1.7. Tipos de pruebas sensoriales

Según Ureña Peralta et al. (1999) las pruebas sensoriales se clasifican en analíticas y afectivas:

- **Pruebas analíticas:** muy utilizadas en laboratorios para evaluar diferencias o similitudes en las características sensoriales de los productos alimentarios por un grupo de panelistas selectos; pudiendo ser de tipo discriminativo y descriptivo.
- **Pruebas afectivas:** estas pruebas evalúan la preferencia y/o aceptación de alimentos desarrollados en la investigación, los que necesitan un gran número de personas o panelistas que con criterio den una apreciación cualitativa de las muestras a evaluadas, donde los panelistas son escogidos de la población especialmente segmentada.

2.1.8. Escala de clasificación hedónica

Es un instrumento que sirve como prueba para evaluar el nivel de aceptación de productos alimenticios por una población. Puede ser aplicada en pruebas de preferencia o aceptación. Este procedimiento permite identificar el agrado o desagrado que siente el panelista. La ventaja de este instrumento es que, llevan las impresiones cualitativas a una escala cuantitativa, convirtiéndose en puntajes numéricos a los que se hacen un análisis estadístico para la diferenciación de las muestras (Ureña Peralta et al., 1999).

2.1.9. Investigaciones relacionadas al uso del ultrasonido y secado al vacío

Según Zhou et al. (2021), utilizó el vacío en un secado por microondas y combinaciones con ultrasonido obteniendo un mayor contenido de polifenoles frente a los secados normales desde 22.14 ± 0.49 a 27.51 ± 0.56 mg GAE / g MS, y una actividad antioxidante de $33,03 \pm 0,72$ a $47,67 \pm 0,39$ mg TE / g MS. Es así que la combinación de tecnologías dio los mejores resultados para la retención de componentes bioactivos, actividad antioxidante y el aspecto general de secado, entendiéndose que nuestra investigación tuvo también similares resultados alcanzando el tratamiento el mejor valor.

Martín-Gómez et al. (2020) estudiaron el proceso de secado convectivo en arándanos a 30, 40 y 50 °C, con el objetivo de obtener jugos con la mayor concentración de compuestos fenólicos y actividad antioxidante. El aumento de temperatura incrementó las absorbancias a 420, 520 y 620 nm del jugo, los mejores valores de contenido fenólico total (TPC), actividad antioxidante, concentración de antocianinas y parámetros de color se obtuvieron a partir de arándanos secados a 50 °C, siendo el proceso más efectivo en la remoción de agua.

Según Rudy et al. (2015) estudiaron la cinética del secado por congelación de arándanos rojos (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), el proceso se realizó a 30, 50 y 70 °C y con presión constante en la cámara de secado. El despulpado de los arándanos redujo el tiempo de secado a la mitad. En el caso de las frutas enteras, el modelo logarítmico proporcionó el mejor ajuste a los datos experimentales, mientras que para las frutas despulradas, el modelo de Page y el modelo de Wang y Singh parecían muy adecuados para describir el proceso de liofilización de los arándanos. La adición de ácido l-ascórbico y ácido cítrico aumentó la luminosidad y el enrojecimiento de los arándanos secos. Un aumento en la temperatura de secado provocó una disminución en la actividad antioxidante de todas las muestras.

En este estudio, se hicieron varios tipos de secado el secado en horno (70 y 80°C), un secado en horno al vacío (70 y 80°C, 250 mbar), secado por microondas (180 y 300W) y secado por microondas al vacío (180 y 300W, 250 mbar) sobre la cinética de secado, se investigó el color y el contenido de antocianinas de las muestras de mirto blanco y negro. Se determinó que el secado al vacío evitó significativamente la degradación de la antocianina, así como, el color de las muestras también se vio afectados por los métodos de secado (Dinçer et al., 2022).

Liu et al. (2022), aplicaron una tecnología nueva de secado, secado por vacío pulsado asistido por calentamiento por radiación infrarroja lejana (FIR-PVD) para procesar arándanos. Las influencias de la temperatura de secado, la duración de la presión de vacío (VPD) y la duración de la presión ambiental (APD) sobre las características de secado y los atributos de calidad de los arándanos se investigaron bajo FIR-PVD. Los resultados mostraron que la temperatura de secado, APD y VPD tuvieron una influencia significativa en el tiempo de secado y los atributos de calidad de los arándanos secos, a excepción del color y la cohesión. Los mayores contenidos de fenoles totales (FT) y antocianinas monoméricas totales (TMA) de los arándanos secos se obtuvieron a 65 °C con una relación pulsada de

15 min: 4 min y 15 min: 2 min, respectivamente. Los productos FIR-PVD obtuvieron menor diferencia de color, mejores propiedades mecánicas y rendimiento de rehidratación y mantuvieron una mayor capacidad antioxidante al acortar el tiempo de secado, reducir la exposición al oxígeno y modificar la microestructura en comparación con el secado con aire caliente.

Como reporta Chen et al. (2021) el uso del láser de CO₂ para la perforación, el ultrasonido y la congelación-descongelación como pretratamientos para hacer más poroso la piel de los arándanos antes de la liofilización por infrarrojos y sus efectos las propiedades de contracción, color, capacidad de rehidratación, antocianinas totales y el contenido de fenoles de los arándanos. Estos pretratamientos aumentaron la tasa de secado y la capacidad de rehidratación de los arándanos; la contracción se redujo de alrededor del 57 al 25%. La perforación con láser y los pretratamientos ultrasónicos ejercieron efectos positivos sobre el contenido total de fenoles y antocianinas de las muestras secas, respectivamente. Los espectros FTIR ilustraron que todos los pretratamientos no alteraron las huellas químicas del polvo de frutos secos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

El material usado para el estudio fueron los frutos de gongapa, los que se adquirieron del distrito de Pachas de la provincia de Dos de Mayo de la región Huánuco en Perú, los cuales se almacenaron a una temperatura de refrigeración de 5°C, para luego caracterizar la materia prima. La muestra para realizar los diferentes análisis de actividad antioxidante, fisicoquímico y organolépticos estuvo constituida por 250 gramos por 9 tratamientos haciendo un total de 2250 gramos de gongapa que fueron deshidratados en condiciones de ultrasonido y vacío.

3.2 Procesos

Para evaluar los polifenoles totales, la actividad antioxidante, los aspectos fisicoquímicas y sensoriales se determinaron los siguientes tratamientos, tal como se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Especificación
T ₁	Potencia de 750 W por 15' de sonicación
T ₂	Potencia de 750 W por 25' de sonicación
T ₃	Potencia de 750 W por 35' de sonicación
T ₄	Potencia de 1050 W por 15' de sonicación
T ₅	Potencia de 1050 W por 25' de sonicación
T ₆	Potencia de 1050 W por 35' de sonicación
T ₇	Potencia de 1500 W por 15' de sonicación
T ₈	Potencia de 1500 W por 25' de sonicación
T ₉	Potencia de 1500 W por 35' de sonicación

La presente investigación, estuvo orientada a la aplicación del ultrasonido como pretratamiento antes del proceso de secado en condiciones de vacío como se muestra en la Figura 3, obteniéndose la gongapa desecada al vacío con pretratamiento de ultrasonido como se muestra en el diagrama de flujo.

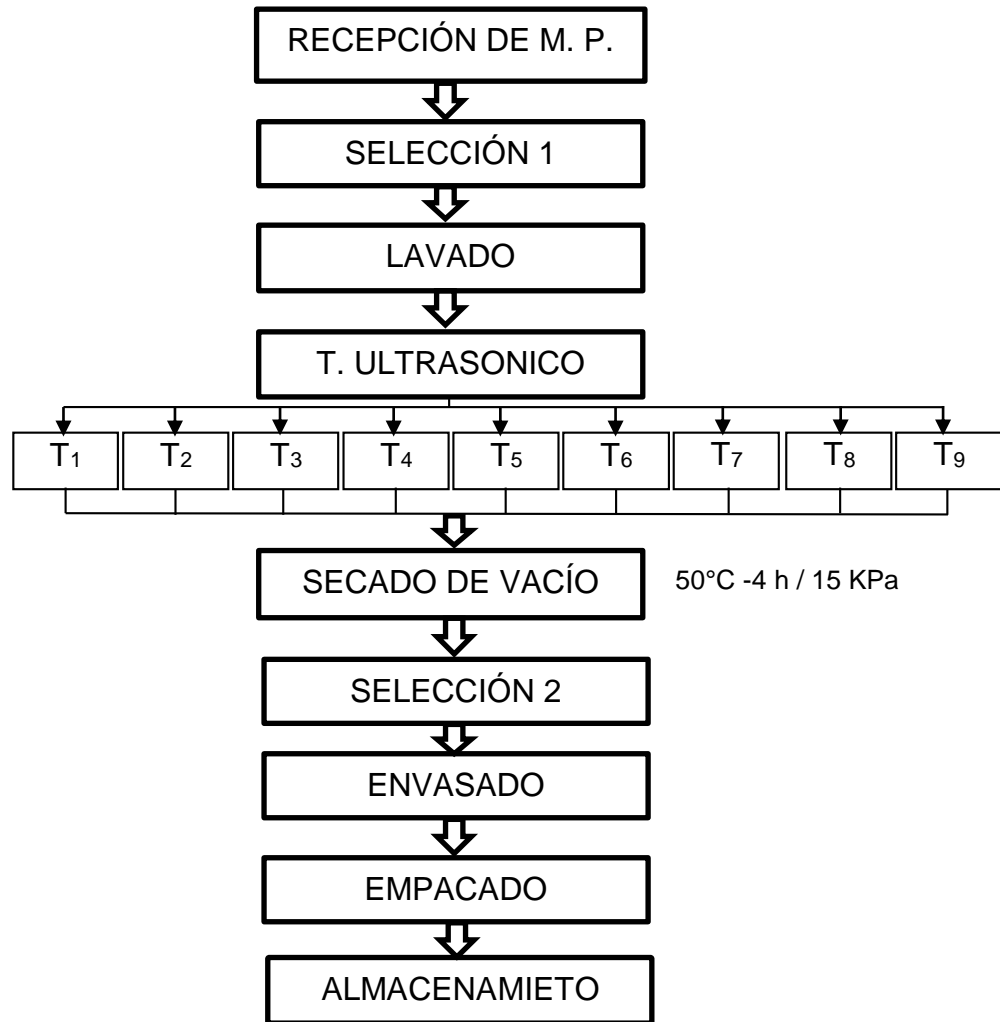


Figura 3. Diagrama de flujo de secado de la gongapa.

A continuación, podemos sintetizar la descripción de los pasos que se utilizaron para obtener la gongapa deshidratada.

Recepción de la materia prima: la gongapa fue pesada, para registrar el rendimiento futuro.

Selección 1: se separaron los frutos en buen estado con condiciones similares como tamaño, color, firmeza y apariencia general, con un estado de madurez óptimo.

Lavado: consistió en lavar las frutas con agua potable y desinfectarlas a 100ppm.

Tratamiento Ultrasónico: consistió en someter a los frutos de gongapa a 9 tratamientos de sonicación a 40 Khz de frecuencia con potencias que van desde 750 W a 1500 W y tiempos de 15, 25 y 35 minutos de inmersión.

Secado: se procedió a secar las muestras cada una por un tiempo de 4 h a una temperatura de 50°C en condiciones de vacío a 15 kPa de presión.

Selección 2: se realizó la selección teniendo en cuenta el color, para que las muestras sean homogéneas, eliminando frutos oxidados/oscuros.

Envasado: se utilizó bolsas de polipropileno especiales para evitar el ingreso de humedad al producto en presentaciones de 250g.

Empacado: las muestras fueron empacadas en una caja de cartón para evitar el ingreso de la luz.

Almacenamiento: se almaceno en un ambiente fresco y ventilado para evitar contaminación, para luego proceder a las evaluaciones pertinentes de las muestras.

3.3 Productos

Se utilizaron los frutos de gongapa maduros de un color azul oscuro en los que se evaluaron la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles, que además se midió las mismas características después del producto desecado. En cuanto a la aplicación de ultrasonido se utilizó una tina de ultrasonido de 40 Khz, de potencias que van desde 750 w a 1500 w. A continuación, se detalla algunos análisis para medir la materia.:

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Caracterización de la actividad antioxidante y fisicoquímica de la gongapa (*Vaccinium meridionalis*) fresca y seca

Se realizó la evaluación de la actividad antioxidante y polifenoles totales en el producto fresco y seco con los siguientes métodos de ensayo.

- Método de radicales libres para evaluar la actividad antioxidante (Brand et al., 1995).
- Método espectrofotométrico UV utilizando microplacas para la determinación del contenido de polifenoles (Pueyo & Calvo, 2009).

Por otro lado, se evaluaron sus características fisicoquímicas de la gongapa fresca y seca de acuerdo a los siguientes métodos fisicoquímicos:

- **pH.-** método de potenciometría (AOAC 2007)
- **Acidez titulable.-** por titulación utilizando como indicador, fenolftaleína (AOAC 2007)
- **Humedad.-** en estufa a 105°C, hasta obtener un peso constante, método AOAC, (1997).
- **Proteína.-** por el método de Kjeldahl, (Pearson 2000)
- **Grasa.-** por el método de Soxhlet, (Matisseck 1992)
- **Carbohidratos.-** por diferencia, (Hart – Fisher 1991)
- **Cenizas.-** por incineración directa, (Matisseck 1992)

3.4.2. Evaluación de las características organolépticas de la gongapa deshidratada por vacío con tratamiento de ultrasonido.

Se realizó la evaluación sensorial de la gongapa secada por vacío con la participación de quince (15) panelistas semi-entrenados, que fueron estudiantes de los últimos años de la carrera de ingeniería agroindustrial de la UNHEVAL, calificando atributos de sabor, aroma, color y textura.

Tabla 6. Escala hedónica de evaluación sensorial

Valor	Escala hedónica
5	Excelente
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Aceptable
1	Desagradable

Fuente: Sotomayor (2008)

Los resultados se analizaron estadísticamente a través de la prueba no paramétrica Friedman con una significación de $\alpha = 5\%$ y su correspondiente prueba para clasificación (Sotomayor 2008).

Los datos de los atributos de color, olor, sabor y textura, fueron procesados con el software Infostat.

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

3.5.1. Prueba de Hipótesis.

Hipótesis nula

H₀: Los parámetros de ultrasonido no influyen en la actividad antioxidante del deshidratado por vacío de la gongapa.

$$H_0: T_1=T_2= T_3= T_4= T_5=T_6= T_7= T_8= T_9$$

Hipótesis de investigación

H₁: Las diferentes parámetros de ultrasonido influyen en la actividad antioxidante del deshidratado por vacío de la gongapa.

$$H_1: \text{ Al menos un } T_i \neq 0$$

3.5.2. Diseño de la investigación

3.5.2.1. Para la evaluación de la actividad antioxidante y características físico-químicas del deshidratado de gongapa

Para la evaluación de los datos cuantitativos de la gongapa secada por vacío, se utilizó un diseño factorial de 3², utilizándose una prueba Tukey para la comparación de tratamientos, con una significación de error al 5%.

La ecuación propuesta para los 3 niveles de parámetros y los dos factores (potencia y tiempo) es como se indica a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} :	Actividad antioxidante encontrado en la gongapa deshidratada sometido al i-ésima potencia y al j-ésimo tiempo de sonicación
μ :	Efecto de la media general.
α_i :	Efecto del i-ésimo nivel de potencia de sonicación.
β_j :	Efecto del j-ésimo nivel de tiempo de sonicación.
$(\alpha\beta)_{ij}$:	Efecto de la interacción del i-ésima potencia y al j-ésimo tiempo de sonicación.
ϵ_{ij} :	Error experimental.

3.5.2.2. Para la evaluación de la característica organoléptica de los tratamientos en estudio.

Para la evaluación de las condiciones sensoriales de la gongapa seca por vacío, se utilizó la prueba no paramétrica Friedman a una significancia del 5%, el que se describe en la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \frac{12}{H K (K + 1)} \sum R_c^2 - 3H(K + 1)$$

Donde:

χ^2 = Estadístico calculado del análisis de varianza por rangos Friedman.

H = Representa el número de elementos o de bloques (números de hileras).

K = El número de variables relacionadas

$\sum R_c^2$ = es la suma de rangos por columnas al cuadrado

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de la gongapa

Los resultados del análisis fisicoquímico de la gongapa fresca muestran un contenido mínimo de proteínas y grasas, de acuerdo a los valores mostrados en la Tabla 7, donde destaca un índice de madurez de 14,66, correspondiente a la madurez cualitativa de azul oscuro.

Tabla 7. Características fisicoquímicas en 100 gramos de gongapa fresca

Características fisicoquímicas	Gongapa fresca
Carbohidratos (%)	14,40± 0,052
Humedad (%)	81,70± 0,320
Proteínas (%)	0,65± 0,081
Grasas (%)	0,58± 0,056
Fibra (%)	2,67± 0,122
pH	3,90± 0,033
Sólidos solubles (%)	13,20± 0,25
Acidez titulable (% exp. en Ac. Cítrico)	0,90± 0,125
Índice de madurez	14,66± 0,187

Cada valor es la media de tres repeticiones ± la desviación estándar.

En la Figura 4, observamos que, en 100 gramos de gongapa fresca, se obtuvo un contenido mayoritario de 14.40 % de carbohidratos, seguida de 81.70 p% de humedad, con un contenido de fibra dietaría de 2.67 %. Para apreciar de una manera más didáctica, se elaboró un una gráfica circular de la composición de la gongapa fresca:

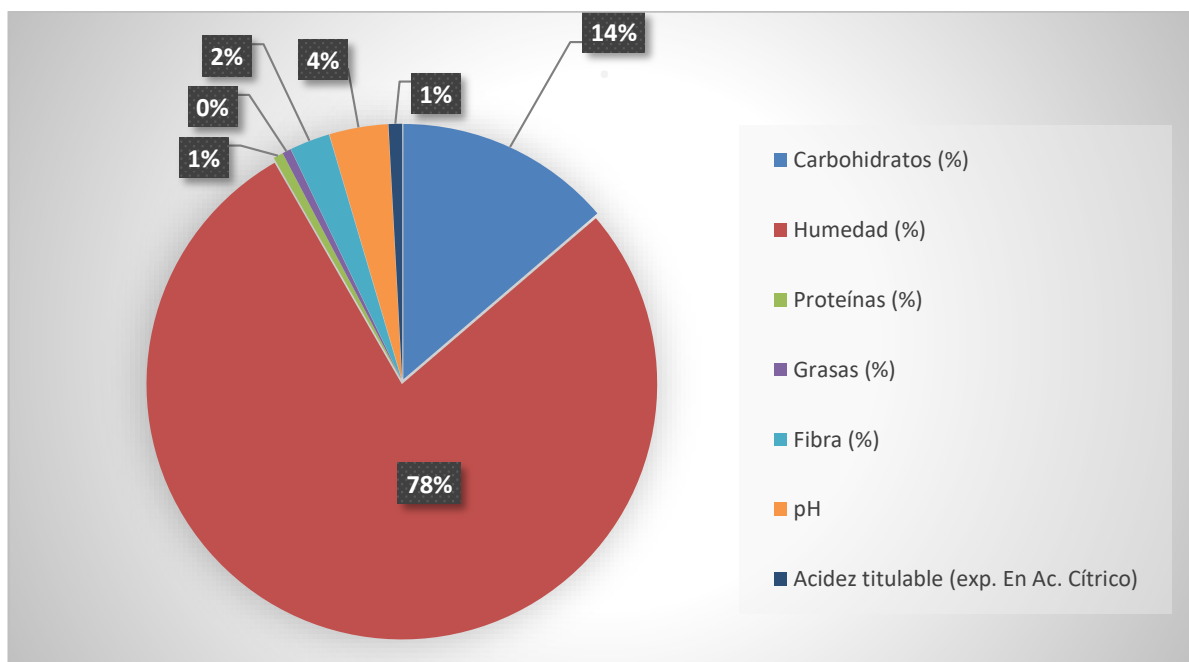


Figura 4. Porcentajes de las características fisicoquímicas de la gongapa fresca.

De la evaluación de la actividad antioxidante y polifenoles de la gongapa fresca se obtuvieron los siguientes resultados en la Tabla 8.

Tabla 8. Actividad antioxidante y polifenoles de la gongapa fresca.

Ensayo	Resultados
Polifenoles ($\mu\text{g AGE}/100 \text{ g}$)*	$0,48 \pm 0,027$
Actividad antioxidante (mg TE/g) ABTS	$2,05 \pm 0,013$
Actividad antioxidante (mg TE/g) DPPH	$2,83 \pm 0,033$

Cada valor es la media de tres repeticiones \pm la desviación estándar.

De la evaluación fisicoquímica de la gongapa fresca, el 14.40 % de carbohidratos obtenidos supera la proporción que Gordó (2008) menciona en su tabla de composición del arándano por cada 100gr de producto comestible, donde el contenido de hidratos de carbono obtenidos es el 13.38 %, esta diferencia puede ser de tal manera debido al estado de madurez del fruto o como también puede estar relacionado a la composición del suelo, las características geográficas y las condiciones climatológicas del lugar de cultivo. Resultando esta variedad de gongapa, la variedad con sabor más dulce y por ende más aceptable para el consumidor y el productor de deshidratados. El 81.70 % de humedad obtenido es

inferior al valor que menciona Gordó (2008), pues se relaciona también al estado de madurez del fruto o como también puede estar relacionado a la composición del suelo, las características geográficas y las condiciones climatológicas del lugar de cultivo. Siendo entonces de la preferencia para deshidratar, ya que presenta menor porcentaje de humedad.

Por otro lado, Montoya (2019), hizo una evaluación físico-química de 6 variedades de arándanos (Biloxi , Emerald, Misty, Nativa, ventura y Show Chaser) , en donde la humedad alcanzo valores de 74 a 86%, sólidos solubles de 10,57 a 15,40% siendo la variedad nativa la que tuvo menor valor en comparación a las comerciales, en cuanto a proteína la nativa tuvo el menor valor de 2,56 frente al mayor 3,98, la contenido de fibra de la variedad nativa fue el mayor con 17,67% frente al menor de 1,33%; el pH alcanzó 2,38 del nativo a 3,26 como máximo de las otras variedades, el% de acidez estuvo entre 0,81% a 1,89% de la especie nativa, encontrándose una actividad antioxidante 11,74% de la variedad nativa y 30,83% de la variedad Emerald. Al respecto la gongapa de nuestro estudio se encuentra dentro de los parámetros que se encontraron, exceptuando a la proteína que tuvo un valor por debajo del rango alcanzando 0.65 %.

Y el 0,65 % de proteínas, 0,58 % de grasas, 2,67 % de Fibra, 3,90 de pH y 0,90 % de Acidez titulable también son valores buenos que hacen de la gongapa del distrito de pachas, provincia de 2 de mayo y departamento de Huánuco, sea la materia prima más rica en nutrientes, de menor humedad y mayor contenido de carbohidratos, apta para el consumo y el deshidratado de alimentos.

Nowacka et al. (2019) menciona que los frutos frescos del blueberry o arándanos alcanzaron valores de $4,349 \pm 317$ ug AGE·100 g de polifenoles frente a la gongapa del estudio con un valor bajo de $0,48 \pm 0,027$ μ g AGE/100 g)*, asimismo, la actividad antioxidante fue de $0,23 \pm 0,01$ mg DM/mL siendo relativamente mayor el que obtuvimos en nuestro estudio con la gongapa siendo en ABTS de $2,05 \pm 0,013$ mg TE/g y en DPPH de $2,83 \pm 0,033$ mg TE/g. Además, estos datos se pueden corroborar con Lillo et al. (2016), que analizó la actividad antioxidante de los arándanos frescos obteniendo con DPPH $26,4 \pm 0,94$ % y $15,40 \pm 0,12$ mg/mL y ABTS $4,6 \pm 0,55$ % y $42,0 \pm 0,26$ mg/MI

4.2 Evaluación de polifenoles y actividad antioxidante en los tratamientos de gongapa secada por vacío tratadas con ultrasonido.

Los resultados de la evaluación de polifenoles y actividad antioxidante realizada a los tratamientos en estudio, se observan en la Tabla 9, notándose que poseen mayor contenido con respecto al fresco. Además el análisis de factores de la Tabla 9 muestra que, el factor potencia obtiene mayores valores en polifenoles y actividad antioxidante a medida que se tiene mayor potencia, sin embargo en el caso de la actividad antioxidante con ABTS, la mayor potencia registra el menor valor.

Por otro lado, en la Tabla 9 observamos que, el factor tiempo de ultrasonido obtiene mayores valores en polifenoles y actividad antioxidante a medida que se tiene mayor cantidad de minutos. Podemos notar que la combinación de factores en la tabla 9, de manera general para el caso de polifenoles se ve un mayor valor alcanzando 1,12 µg AGE/100 g con la mayor potencia y el mayor tiempo del tratamiento T₉; para el caso de las actividades antioxidantes el tratamiento T₅ y T₇, fueron los que reportaron los mayores resultados para el ABTS y DPPH respectivamente, alcanzando 4,25 mg TE/g y 4,83 mg TE/g.

Tabla 9. Actividad antioxidante y polifenoles de los gongapa deshidratada por vacío.

TRATAMIENTOS	Polifenoles (µg AGE/100 g)	Actividad antioxidante (mg TE/g) ABTS	Actividad antioxidante (mg TE/g) DPPH
a1	0,791 ^b ± 0,039	3,007 ^b ± 0,253	3,691 ^c ± 0,081
a2	0,827 ^b ± 0,051	3,340 ^a ± 0,750	4,267 ^b ± 0,496
a3	1,066 ^a ± 0,050	1,972 ^c ± 0,177	4,691 ^a ± 0,106
b1	0,862 ^b ± 0,109	2,679 ^b ± 0,547	4,075 ^c ± 0,581
b2	0,883 ^b ± 0,153	2,612 ^c ± 0,675	4,401 ^a ± 0,497
b3	0,939 ^a ± 0,145	3,030 ^a ± 1,002	4,174 ^b ± 0,466
T1: (a1,b1)	0,81 ^{cd} ± 0,018	3,32 ^b ± 0,033	3,71 ^{de} ± 0,017
T2: (a1,b2)	0,80 ^{cd} ± 0,007	2,91 ^c ± 0,039	3,77 ^d ± 0,044
T3: (a1,b3)	0,88 ^c ± 0,006	2,79 ^c ± 0,026	3,60 ^e ± 0,030

T4: (a2,b1)	0,82 ^{cd} ± 0,038	2,6 ^d ± 0,034	3,69 ^{de} ± 0,033
T5: (a2,b2)	0,73 ^d ± 0,004	3,17 ^b ± 0,023	4,80 ^a ± 0,028
T6: (a2,b3)	0,82 ^{cd} ± 0,034	4,25 ^a ± 0,014	4,32 ^c ± 0,043
T7: (a3,b1)	1,02 ^b ± 0,024	2,11 ^e ± 0,019	4,83 ^a ± 0,014
T8: (a3,b2)	1,06 ^{ab} ± 0,030	1,76 ^f ± 0,109	4,64 ^b ± 0,030
T9: (a3,b3)	1,12 ^a ± 0,013	2,05 ^e ± 0,017	4,61 ^b ± 0,013

Cada valor es la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Medias con diferente letra de superíndice en vertical son significativamente diferentes ($p < 0.05$). La letra "a" representa los valores de potencias (a1=750 w; a2=1050 w; a3=1500 w) y la letra "b" representa los valores de tiempo (b1= 15'; b2=25'; b3=35').

En la Tabla 9, se aprecia que el contenido de polifenoles aumenta a medida que aumenta la potencia y el tiempo de ultrasonido, y en el caso de la actividad antioxidante se puede apreciar a que partir del tratamiento T₅ los más altos empiezan a descender notablemente.

De la evaluación de la actividad antioxidante en los diferentes tratamientos aplicados con ultrasonido a la gongapa que fue secada por vacío, en la Tabla 9, podemos observar que la tecnología de vacío, luego de un tratamiento de ultrasonido, puede conservar las propiedades de actividad antioxidante y polifenoles reduciendo al máximo su deterioro, esto debido al tratamiento de ultrasonido pues se redujo el tiempo de exposición a las condiciones de presión y temperatura de vacío que además dispuso mejor a los nutrientes, y fue más eficiente cuando aumentaba la potencia de sonicación y el tiempo de su exposición, corroborando las propiedades que mencionan De la Fuente-Blanco et al. (2006), y favoreciendo hasta en la reducción de carga microbiana; también en comparación a los resultados de la gongapa fresca podemos afirmar que el fruto de la gongapa posee todos los beneficios que la actividad antioxidante y polifenoles ofrecen para la salud de los consumidores.

Por otro lado, según Zhou et al. (2021) hizo un secado asistido al vacío por microondas y combinaciones con ultrasonido que se caracterizaron por un mayor contenido de polifenoles frente a los secados normales desde 22,14 ± 0,49 a 27,51 ± 0,56 mg GAE / g MS, y una actividad antioxidante de 33,03 ± 0,72 a 47,67 ± 0,39 mg TE / g MS. La sonicación dio los mejores resultados para la retención de componentes bioactivos, actividad antioxidante y el aspecto general de secado frutas, entendiéndose que nuestra investigación tuvo también similares resultados

alcanzando el tratamiento T₅ el mejor valor. Nowacka et al . (2019), evaluó frutos de Cranberry deshidratados con osmodeshidratado al 30% de sacarosa y sin sacarosa obteniendo una actividad antioxidante de $0,89 \pm 0,03$ y $0,76 \pm 0,08$ mg/mL, siendo al respecto nuestro resultado mayor tanto con ABTS y DPPH. Por otro lado Liu et al. (2022) consiguió los mayores contenidos de fenoles totales (FT) y antocianinas monoméricas totales (TMA) de los arándanos secados por vacío pulsado asistido por calentamiento por radiación infrarroja lejana (FIR-PVD) se obtuvieron a 65 °C con una relación pulsada de 15 min: 4 min y 15 min: 2 min.

Además es importante mencionar los alcances mencionados por Chen et al. (2021) que utilizó pretratamientos de ultrasonido a una frecuencia de 45 kHz y potencia específica de 12 W/g por 30 min, del cual obtuvo efectos positivos sobre el contenido total de fenoles y antocianinas de las muestras secas de arándanos.

4.3 Evaluación de las características fisicoquímicas de la gongapa tratados con ultrasonido y secada por vacío.

Podemos notar que la combinación de factores en la Tabla 10 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos combinados realizados a los tratamientos en estudio, reportando al pH con valores de 2,88 a 3,68, destacándose como un fruto agridulce; la acidez titulable de 1,90 a 2,40, la humedad alcanza valores de 14,20 a 32,26 %, las proteínas con valores de 1,17 a 2,35 %, el contenido de grasas de 1,10 a 2.45 %, los carbohidratos con valores de 57,60 a 72,80 %, y en tanto que la fibra presenta valores de 4,64 a 8,70 %.

Además, se puede notar que, para el factor potencia, los mayores valores se obtienen a medida que se registra la mayor potencia (1500 w), siendo totalmente opuesto en el caso de la humedad, ya que a mayor potencia es mayor la probabilidad de bajar la humedad en corto tiempo. Por otro lado, en la Tabla 10 observamos que, el factor tiempo de ultrasonido obtiene mayores valores a medida que se tiene mayor cantidad de minutos. Podemos notar que la combinación de factores en la tabla 10, de manera general se incrementan los valores que tienen la aplicación de mayor potencia y el mayor tiempo del tratamiento

Tabla 10. Comparación de las características fisicoquímicas de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	Carbohidratos (%)	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Fibra (%)	pH	Acidez (%)
a1	58,18 ^c ± 0,04	30,43 ^c ± 0,05	1,20 ^c ± 0,05	1,12 ^c ± 0,04	4,71 ^c ± 0,04	3,62 ^a ± 0,02	1,93 ^a ± 0,02
a2	67,67 ^b ± 0,06	21,19 ^b ± 0,04	2,03 ^b ± 0,04	1,96 ^b ± 0,03	7,11 ^b ± 0,05	3,36 ^b ± 0,03	2,19 ^b ± 0,02
a3	72,08 ^a ± 0,05	14,75 ^a ± 0,03	2,30 ^a ± 0,05	2,42 ^a ± 0,02	8,58 ^a ± 0,07	2,92 ^c ± 0,02	2,37 ^c ± 0,02
b1	65,32 ^b ± 0,05	23,27 ^c ± 0,06	1,80 ^b ± 0,03	1,80 ^b ± 0,02	6,69 ^b ± 0,05	3,36 ^a ± 0,02	2,13 ^a ± 0,02
b2	65,98 ^b ± 0,05	22,11 ^b ± 0,03	1,85 ^{ab} ± 0,04	1,84 ^a ± 0,03	6,82 ^a ± 0,06	3,29 ^b ± 0,03	2,17 ^b ± 0,02
b3	66,64 ^a ± 0,06	20,99 ^a ± 0,03	1,88 ^a ± 0,05	1,86 ^a ± 0,03	6,89 ^a ± 0,05	3,26 ^b ± 0,02	2,19 ^b ± 0,02
T1: (a1,b1)	57,6 ⁱ ± 0,02	32,26 ⁱ ± 0,09	1,17 ^c ± 0,05	1,10 ^C ± 0,03	4,64 ⁱ ± 0,06	3,68 ^a ± 0,01	1,90 ⁱ ± 0,02
T2: (a1,b2)	58,18 ^h ± 0,06	30,65 ^h ± 0,03	1,20 ^c ± 0,04	1,12 ^C ± 0,05	4,73 ^h ± 0,04	3,61 ^b ± 0,03	1,94 ^h ± 0,03
T3: (a1,b3)	58,76 ^g ± 0,05	28,39 ^g ± 0,03	1,22 ^c ± 0,05	1,13 ^C ± 0,04	4,78 ^g ± 0,02	3,57 ^b ± 0,03	1,96 ^g ± 0,03
T4: (a2,b1)	67,00 ^f ± 0,09	22,14 ^f ± 0,03	1,99 ^b ± 0,01	1,93 ^b ± 0,03	6,99 ^f ± 0,04	3,42 ^c ± 0,02	2,15 ^f ± 0,03
T5: (a2,b2)	67,67 ^e ± 0,04	21,03 ^e ± 0,06	2,03 ^b ± 0,02	1,97 ^b ± 0,02	7,13 ^e ± 0,07	3,35 ^c ± 0,04	2,20 ^e ± 0,03
T6: (a2,b3)	68,35 ^d ± 0,05	20,4 ^d ± 0,05	2,07 ^b ± 0,06	1,99 ^b ± 0,03	7,20 ^d ± 0,04	3,32 ^d ± 0,02	2,22 ^d ± 0,01
T7: (a3,b1)	71,37 ^c ± 0,04	15,41 ^c ± 0,06	2,26 ^a ± 0,04	2,38 ^a ± 0,01	8,44 ^c ± 0,04	2,97 ^d ± 0,02	2,33 ^c ± 0,03
T8: (a3,b2)	72,08 ^b ± 0,04	14,64 ^b ± 0,01	2,30 ^a ± 0,06	2,43 ^a ± 0,02	8,61 ^b ± 0,07	2,91 ^e ± 0,01	2,38 ^b ± 0,01
T9: (a3,b3)	72,80 ^a ± 0,07	14,20 ^a ± 0,02	2,35 ^a ± 0,04	2,45 ^a ± 0,03	8,70 ^a ± 0,09	2,88 ^e ± 0,02	2,40 ^a ± 0,03

Cada valor es la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Medias con diferente letra de superíndice en vertical son significativamente diferentes (p<0.05). La letra “a” representa los valores de potencias (a1=750 w; a2=1050 w; a3=1500 w) y la letra “b” representa los valores de tiempo (b1=15’; b2=25’; b3=35’).

De la evaluación fisicoquímica de todos los tratamientos en estudio reflejados en la Tabla 10 de Comparación de las características fisicoquímicas de los tratamientos en estudio. y las gráficas 04, se puede observar que el tiempo de sonicación y la potencia fueron factores muy determinantes en la deshidratación por vacío durante 4 horas a 50 °C ya que mostraron resultados muy diferenciados, por consiguiente:

En cuanto a los porcentajes de las características fisicoquímicas, claramente se puede observar que los tratamientos T₁, T₂ y T₃ están con menores valores con respecto a los tratamientos T₄, T₅ y T₆ y estos a su vez de los tratamientos T₇, T₈ y T₉, segmentando muy notoriamente los potencias de ultrasonido 750, 1050 y 1500 Watts, y siendo partícipe el tiempo de exposición a la sonicación con valores de escala ascendente los carbohidratos, proteínas, grasas, fibra y acidez titulable, y de valores descendentes la humedad y el pH.

De acuerdo a la composición que mejor se adapta a lo que describe Calderón (2010), la técnica consiste en evaporar el agua de los alimentos reduciendo la humedad de 10 o 20% con la finalidad de prolongar la vida útil de los alimentos, determinándose que los tratamientos T₇, T₈ y T₉, con potencia de ultrasonido de 1500 W que obtuvieron valores entre 14,20% a 15,41% de humedad son los adecuados ya que el ultrasonido tuvo influencia más rápida en el mismo tiempo que los demás tratamientos.

Cabe resaltar que los tratamientos con mejores características fisicoquímicas fueron los tratamientos T₆, T₇, T₈ y T₉, los mismos que varían un poco sobre valores reportados por Parra et al. (2020), con sus muestras de arándano deshidratado que obtuvieron un pH de $3,43 \pm 0,07$; una humedad de $10,46 \pm 0,02$ %; una acidez titulable de $1,45 \pm 0,21$ % y cenizas de $0,12 \pm 0,03$ %.

4.4 Evaluación de las características sensoriales de la gongapa secada por vacío con tratamiento de ultrasonido.

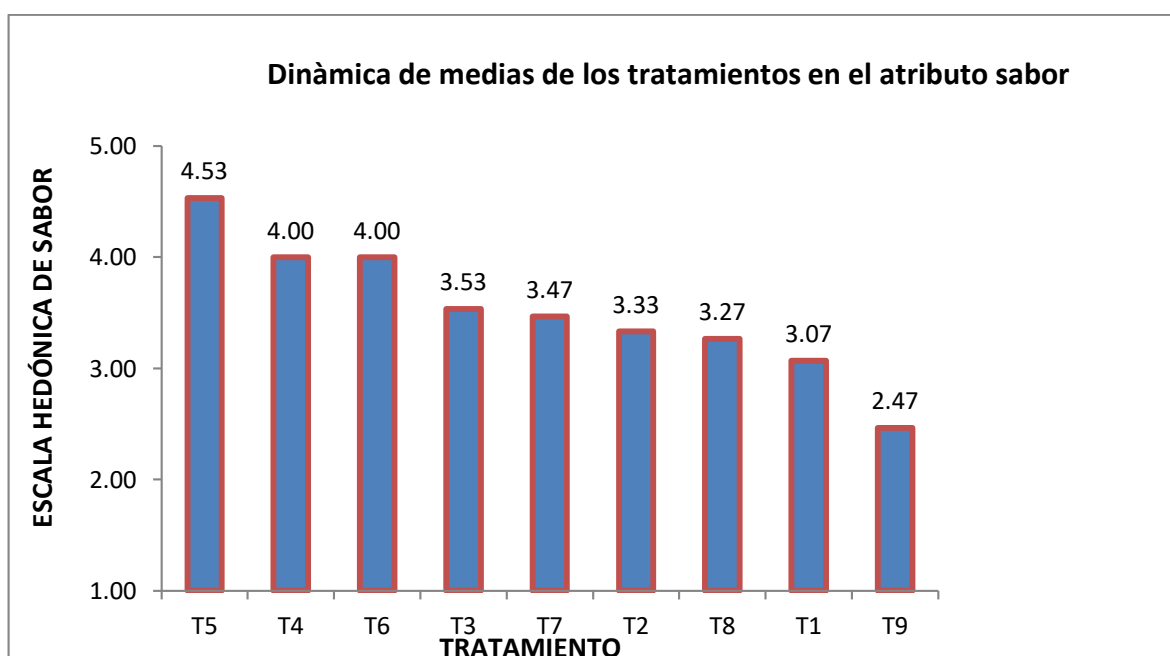
Se determinó la proporción adecuada mediante el análisis organoléptico de los tratamientos, donde se utilizaron fichas de análisis sensorial para evaluar los atributos de sabor, aroma, color y textura, de acuerdo a la escala hedónica del 1 al 5, tal y como se muestra en la Tabla 11. mostrando al tratamiento T₅ con los mayores puntajes en los 4 atributos organolépticos.

Tabla 11. Comparación de características organolépticas de los tratamientos.

Tratamientos	Atributos sensoriales (promedios)			
	sabor	aroma	color	Textura
T ₁ : Potencia de 750 W por 15' de sonicación	3,07 ^{c±} 0,704	2,60 ^{e±} 0,507	3,07 ^{c±} 0,704	2,87 ^{bc±} 0,516
T ₂ : Potencia de 750 W por 25' de sonicación	3,33 ^{c±} 0,617	3,13 ^{d±} 0,516	3,27 ^{bc±} 0,594	3,07 ^{abc±} 0,884
T ₃ : Potencia de 750 W por 35' de sonicación	3,53 ^{c±} 0,516	3,33 ^{cd±} 0,488	3,33 ^{bc±} 0,488	3,27 ^{ab±} 0,458
T ₄ : Potencia de 1050 W por 15' de sonicación	4,00 ^{b±} 0,756	3,87 ^{bc±} 0,640	3,60 ^{abc±} 0,632	3,33 ^{ab±} 0,488
T ₅ : Potencia de 1050 W por 25' de sonicación	4,53 ^{a±} 0,516	4,47 ^{a±} 0,516	3,73 ^{a±} 0,594	3,53 ^{a±} 0,516
T ₆ : Potencia de 1050 W por 35' de sonicación	4,00 ^{b±} 0,756	4,07 ^{b±} 0,704	3,67 ^{ab±} 0,724	3,40 ^{a±} 0,507
T ₇ : Potencia de 1500 W por 15' de sonicación	3,47 ^{c±} 0,516	3,53 ^{c±} 0,516	3,40 ^{abc±} 0,507	3,27 ^{ab±} 0,458
T ₈ : Potencia de 1500 W por 25' de sonicación	3,27 ^{c±} 0,458	3,40 ^{cd±} 0,507	3,40 ^{abc±} 0,507	3,33 ^{ab±} 0,488
T ₉ : Potencia de 1500 W por 35' de sonicación	2,47 ^{d±} 0,516	2,47 ^{e±} 0,516	2,60 ^{d±} 0,507	2,67 ^{c±} 0,488

Cada valor es la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Medias con diferente letra de superíndice en vertical son significativamente diferentes (p<0.05). La letra "a" representa los valores de potencias (a1=750 w; a2=1050 w; a3=1500 w) y la letra "b" representa los valores de tiempo (b1= 15'; b2=25'; b3=35').

En la Tabla 11, con respecto al atributo sabor, se observa que el tratamiento T₅ (Potencia de 1050 W por 25 minutos de sonicación) con promedio 4,53; sin descartar a los tratamientos: T₄ (Potencia de 1050 W por 15 minutos de sonicación) con promedio 4,00 y T₆ (Potencia de 1050 W por 35 minutos de sonicación) con promedio 4,00, respectivamente (entre muy bueno y excelente), son diferentes y mayores estadísticamente que los demás tratamientos en estudio de acuerdo a la evaluación no paramétrica de Friedman. Al respecto, se puede decir que la potencia intermedia a distintos tiempos es el mejor parámetro, debido a que el ultrasonido mejora los procesos de transferencia de masa a medida que se aumentan la potencia y el tiempo; es decir la potencia intermedia logra disponer mejor de los compuestos de la gongapa, mejorando incluso la extracción de compuestos, y una potencia alta perjudicaría esos compuestos bajando su nivel nutricional y sensorial (Pisco, 2013). También podemos apreciar en la Figura 5, la gráfica de barras del atributo sabor con la tendencia que siguen los tratamientos en donde el tratamiento T₅ alcanza el mayor valor.

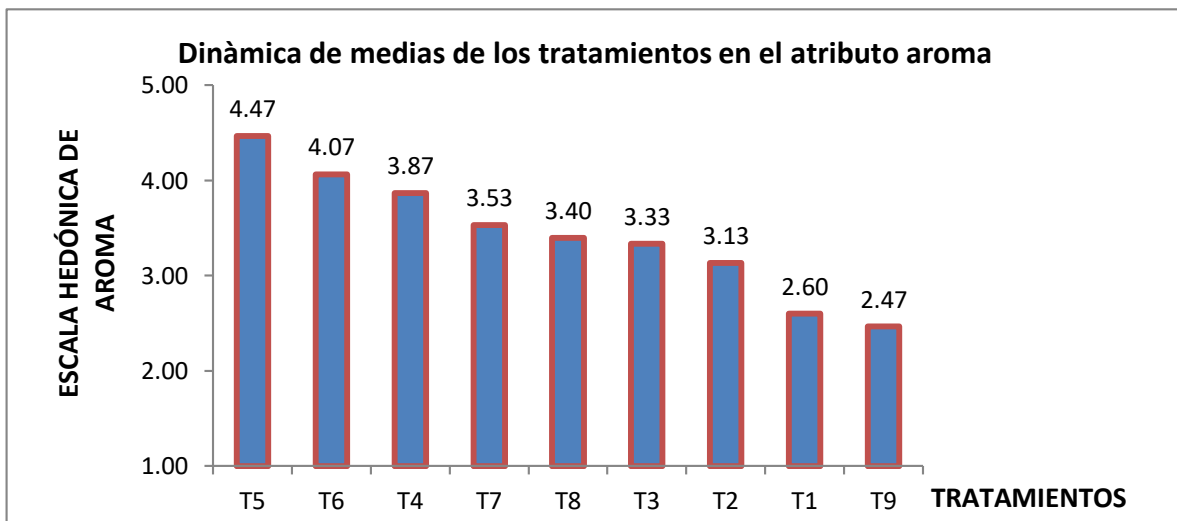


Cada valor de los tratamientos son la media de tres repeticiones

Figura 5. Comparación de las medias de la evaluación del sabor.

Con respecto al atributo aroma, se observa que el tratamiento T₅ (Potencia de 1050 W por 25 minutos de sonicación) con promedio 4,47 (muy bueno) fue el mejor tratamiento siendo diferente estadísticamente del resto, de acuerdo a la

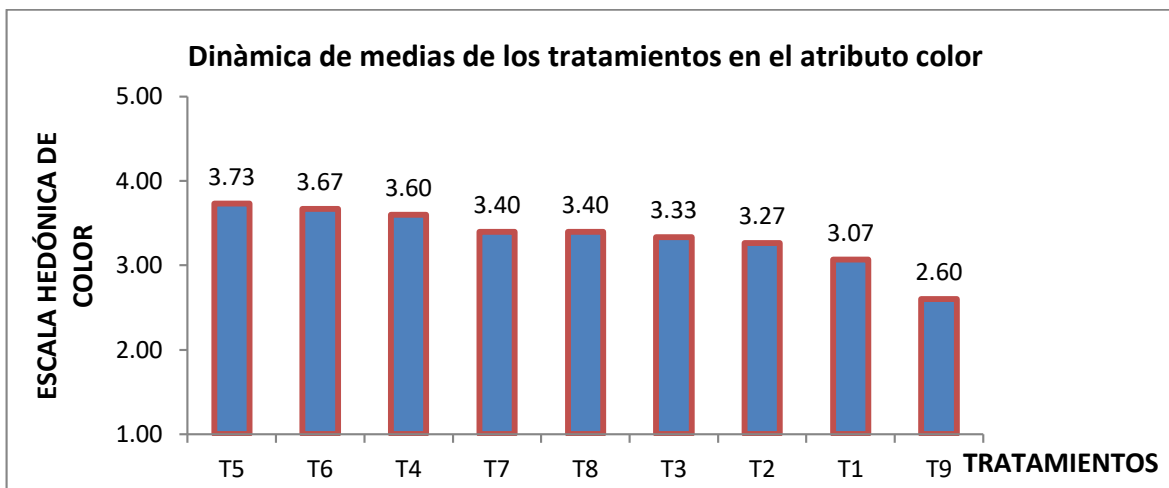
evaluación no paramétrica de Friedman; además que los tratamientos: T₆ (Potencia de 1050 W por 35 minutos de sonicación) con promedio 4,07 y T₄ (Potencia de 1050 W por 15 minutos de sonicación) con promedio 3,87, respectivamente se ubicaron en un rango entre muy bueno y bueno), como se pueden apreciar en la Figura 6 de la gráfica de barras. Estos resultados se deben a que la potencia intermedia de 1050 produjo un efecto llamado esponja que hace que los aromas salgan de forma más fácil en el producto deshidratado (De la Fuente-Blanco et al., 2006).



Cada valor de los tratamientos son la media de tres repeticiones.

Figura 6. Comparación de las medias de la evaluación del aroma.

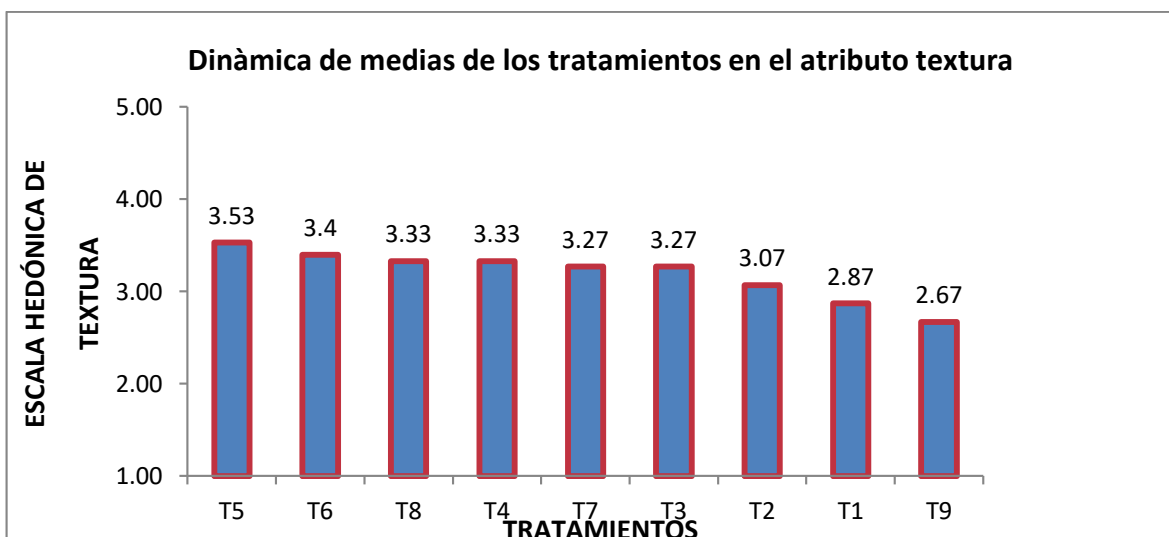
Con respecto al atributo de color, se observa en la Figura 7 igualmente que el tratamiento T₅ (Potencia de 1050 W por 25 minutos de sonicación) con promedio 3,73; son diferentes y mayores estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.



Cada valor de los tratamientos son la media de tres repeticiones.

Figura 7. Figura 6. Comparación de las medias de la evaluación del color

Con respecto al atributo de textura, se observa en la Figura 8, que el tratamiento: T₅ (Potencia de 1050 W por 25 minutos de sonicación) con promedio 3,53; son diferentes y mayores estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.



Cada valor de los tratamientos son la media de tres repeticiones.

Figura 8. Comparación de las medias de la evaluación de textura

De la evaluación de los promedios y diferencias significativas mostrados en la Tabla 11, el tratamiento con mayor aceptación en todos los atributos (sabor, color, aroma y textura) fue el tratamiento T₅ (Potencia de 1050 W por 25 minutos de sonicación) demostrando mejor calidad tal y como mencionan Ureña Peralta

et al. (1999), la evaluación organoléptica es un método científico que sirve para medir, analizar e interpretar las impresiones que tienen los panelistas frente a un alimento de acuerdo a sus sentidos táctiles, olfativas, de sabor, vista y oído, para la determinar su aceptabilidad y que a futuro podría convertirse en una opción de negocio.

Según Zhou et al. (2021) al realizar un secado asistido al vacío por microondas y combinaciones de ultrasonido y la apariencia general de los frutos deshidratados fueron las más deseable que las frutas después del secado por convección con aire caliente, pudiéndose asociar esta preferencia por el tratamiento T₅, debido a que su sabor era muy característico, dulce y con una acidez poco fuerte y agradable; conservando el aroma característico del fruto e incluso más pronunciado o más fuerte; La textura que presentaba era lo más parecido al de las pasas (uva deshidratada) con el contenido de agua adecuado y no muy seco; Mantuvo su color ni muy oscuro y seco, si muy encendido, sino un color característico a los deshidratados y semejante al de las pasas también.

Toda esta evaluación se realizó con un método muy utilizado en evaluación organoléptica tal y como recomienda Ureña Peralta et al. (1999). Las clasificaciones de la escala hedónica son convertidas a puntajes numéricos para luego aplicar un análisis estadístico para determinar la diferencia en el grado de aceptabilidad entre o dentro de las muestras. Por otro lado Sánchez & Sandoval (2020), aseguran que los snacks de pulpa de arándano lo hacen aceptables por la combinación del sabor ácido que está influenciado por la cantidad de azúcar contenida en la pulpa de esta fruta, habiendo obtenido un gusto dulce de $5,7 \pm 1,23$ y gusto ácido de $5,73 \pm 1,12$; logrando una aceptabilidad general de $5,62 \pm 0,95$ en una escala de valor cualitativa de “me gusta mucho”.

Cabe resaltar que el tratamiento con mejor aceptabilidad en la evaluación organoléptica (tratamiento T₅), presentó también los mejores resultados de la evaluación fisicoquímica, valores dentro del rango de un producto deshidratado, el óptimo para consumo.

V. CONCLUSIONES

En base a la evaluación de la materia prima (gongapa fresca), las características fisicoquímicas, capacidad antioxidante y evaluación sensorial de cada tratamiento en estudio y a los objetivos trazados, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El tratamiento con mejores cualidades evaluadas fue el tratamiento T₅, determinándose que la potencia ideal de ultrasonido es de 1050 W a un tiempo 25 minutos para el deshidratado a vacío de la gongapa.
- De acuerdo a los resultados de la actividad antioxidante y polifenoles, la gongapa deshidratada por vacío con tratamiento previo de ultrasonido, conserva mejor sus principios activos, ofreciendo los beneficios para la salud que ya se saben, dándole valor al fruto por su conservación.
- Las características fisicoquímicas de los diferentes tratamientos demostraron que la tecnología de secado por vacío es adecuada para conservar de manera efectiva la composición fisicoquímica de la gongapa y por ende obtener productos de mayor aceptabilidad conservando su calidad y valor.
- De acuerdo al juicio y observaciones de los panelistas en la evaluación sensorial, se concluye determinando que, si hay una mejora sensorial de la gongapa deshidratada con el mejor parámetro de Potencia de 1050 W por 25 minutos de sonicación como pretratamiento, llegando a ubicarse en los rangos promedios de 3,53 a 4,53 de los 4 atributos (Sabor, aroma, color y textura) encontrándose en el cualitativo entre bueno y excelente.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidos se recomienda lo siguiente:

- A las empresas agroindustriales o a personas que trabajen con micro empresas de frutos deshidratados, utilizar la tecnología de la presente investigación ya que de esa manera podrán ofrecer productos de mayor calidad y encontrar mercados extranjeros que valoren esta calidad y puedan generar mayores ingresos, aparte que también en nuestra región y país, la producción de gongapa y otras bayas está aumentando ya que su valor composicional se va concientizando en las personas.
- Realizar y profundizar en investigaciones que promuevan el uso de tecnologías limpias como el ultrasonido y el vacío, ya que la concientización por alimentos limpios, con concentración de nutrientes y mayor tiempo de conservación va creciendo y por ende el consumo y la demanda de estos productos también, entonces, el Perú es un país con gran biodiversidad de ecosistemas para el cultivo de distintas variedades de alimentos que debería crecer con el mejoramiento de las tecnologías de cosecha y de manufactura de estos para productos de mayor calidad y competentes a nivel internacional.
- Realizar investigación sobre la presentación del producto y el marketing, ya que aparte de la calidad del producto, también la presentación de este como oferta en el mercado lo hace competitivo a nivel internacional.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, O., Barreto, G., & Prieto, S. (2014). Vaccinium (Ericaceae): Ethnobotany and pharmacological potential. *Emirates Journal of Food And Agriculture*, 26. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i7.16404>
- AtlasBig. (2021). *World Blueberry Production by Country*. AtlasBig. <https://www.atlasbig.com/en-gb/countries-by-blueberry-production>
- Barragán García, A. M. (2011). *Evaluación de procesos para la elaboración de conservas de frutos de agraz (vaccinium meridionale swartz)*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7764>
- Brazelton, C. (2020, enero 29). *Arándanos de 2019 a 2020; el punto de inflexión, por Cort Brazelton*. Blueberry International Organization. <https://www.internationalblueberry.org/2020/01/29/arandanos-de-2019-a-2020-el-punto-de-inflexion-por-cort-brazelton/>
- Brennan, J. G. (2008). *Manual del procesado de los alimentos*. Acribia, SA.
- Buitrago Guacaneme, C. M., Rincón Soledad, M. C., Balaguera López, H. E., & Ligarreto Moreno, G. A. (2015). Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7521-7531. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47840>
- Calderón, V. (2010). Deshidratación de alimentos. *Centro Nacional para la Preservación de Alimentos, boletín CENTA, El Salvador*.
- Chen, F., Zhang, M., Devahastin, S., & Yu, D. (2021). Comparative Evaluation of the Properties of Deep-Frozen Blueberries Dried by Vacuum Infrared Freeze Drying with the Use of CO2 Laser Perforation, Ultrasound, and Freezing–Thawing as Pretreatments. *Food and Bioprocess Technology*, 14(10), 1805-1816. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02677-0>
- Chen, Z. (1997). *Primary driving force in wood vacuum drying*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- De la Fuente-Blanco, S., Riera-Franco de Sarabia, E., Acosta-Aparicio, V. M., Blanco-Blanco, A., & Gallego-Juárez, J. A. (2006). Food drying process by power ultrasound. *Ultrasonics*, 44, e523-e527. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2006.05.181>

- Dinçer, C., Doğan, A., & Erkan, M. (2022). Effect of Various Drying Methods On Drying Characteristics of Black and White Myrtle Fruits (*Myrtus communis* L.). *Erwerbs-Obstbau*, 64(3), 433-443. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00641-6>
- Feliciano Falcon, E. G., & Calixto Daza, W. (2015). *Aceptabilidad del vino de arándano (vaccinium mehdionale) elaborado con los parámetros óptimos en la ciudad de Huánuco.*
- Gordó, M. (2008). Guía práctica para el cultivo de Arándanos en la zona norte de la provincia de Buenos Aires. *San Pedro: INTA.*
- Huapaya Mendoza, M. A. (2017). *FACULTAD DE NEGOCIOS.* https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12870/Huapaya%20Mendoza%20Manuel%20Alberto_total.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- IFS-PERÚ. (2022, octubre 19). *Perú exportador de arándanos: ¡Es líder mundial!* - *IFS Blog.* <https://www.ifssac.com/blog/peru-exportador-de-arandanos-es-lider-mundial/>
- International Blueberry Organization. (2022, junio 24). *Análisis del panorama mundial de la producción de arándanos.* Blueberry International Organization. <https://www.internationalblueberry.org/2022/06/24/analisis-del-panorama-mundial-de-la-produccion-de-arandanos/>
- Landwehr, T. (1999). *La deshidratación de frutas: Métodos y posibilidades.* CORPOICA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/16172>
- Liu, Z.-L., Xie, L., Zielinska, M., Pan, Z., Deng, L.-Z., Zhang, J.-S., Gao, L., Wang, S.-Y., Zheng, Z.-A., & Xiao, H.-W. (2022). Improvement of drying efficiency and quality attributes of blueberries using innovative far-infrared radiation heating assisted pulsed vacuum drying (FIR-PVD). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 77. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102948>
- López Pérez, P.- phlp_lopez@hotmail com, & Urrutia Sepúlveda, R.- richardurrutias@hotmail com. (2014). *Potencial del arándano deshidratado en la región del Bío-Bío.* <http://repopib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/445>
- Macías, P. A. M. (2005). *Elaboración de Vinagre a partir de Vino de Arándano (Vaccinium corymbosum L.).* UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.

- Marroquin, N. R. (2022, mayo 5). Inicio de campaña de arándanos 2022-2023, datos de la campaña anterior. *Arándanos Perú*. <https://arandanosperu.pe/2022/05/05/inicio-de-campana-de-arandanos-2022-2023-datos-de-la-campana-anterior/>
- Martines López, E., Licea Panduro, D., & Lira Cortés, L. (2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO HORIZONTAL PARA SECADO AL VACÍO*. <https://www.cenam.mx/memorias/doctos/SM2014-099.pdf>
- Martín-Gómez, J., Varo, M. Á., Mérida, J., & Serratosa, M. P. (2020). Influence of drying processes on anthocyanin profiles, total phenolic compounds and antioxidant activities of blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *LWT*, *120*, 108931. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108931>
- MINAGRI-DGPA-DEEIA. (2016). *Producción, Comercio y Perspectivas 2016*. 42.
- Montoya, S. K. P. (2019). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándano y otras especies del genero *Vaccinium*. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, *1*(3), Art. 3. <https://doi.org/10.25127/ucni.v1i3.426>
- Nancy Rolando. (2013). *La gongapa de Shismay (Vaccinium meridionalis) El blueberry más codiciado de los Andes*. <http://shismay.blogspot.com/2013/01/la-gongapa-de-shismay-vaccinium.html>
- Nowacka, M., Wiktor, A., Anuszevska, A., Dadan, M., Rybak, K., & Witrowa-Rajchert, D. (2019). The application of unconventional technologies as pulsed electric field, ultrasound and microwave-vacuum drying in the production of dried cranberry snacks. *Ultrasonics Sonochemistry*, *56*, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.03.023>
- PARRA, D. B., DOMINGUEZ, F. M., GARCÍA, J. A., & LOZANO, M. R. (2020). *Innovación en Biotecnología II*.
- Pineda, D. (2012). *Preservación de los Alimentos por Ultrasonido*. Obtenido de Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico: [http://www](http://www....)
- Pisco Mendo, E. O. (2013). Estudios sobre la aplicación de ultrasonido en el procesamiento de alimentos. *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7512>
- Proarándanos. (2021, agosto 4). *Exportaciones | Proarándanos*. <https://proarandanos.org/exportaciones/>

- Robles-Ozuna, L. E., & Ochoa-Martínez, L. A. (2012). ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha*, 13(2), 109-122.
- Rudy, S., Dziki, D., Krzykowski, A., Gawlik-Dziki, U., Polak, R., Różyło, R., & Kulig, R. (2015). Influence of pre-treatments and freeze-drying temperature on the process kinetics and selected physico-chemical properties of cranberries (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 497-503. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.067>
- Sánchez, A. Y. V., & Sandoval, A. G. (2020). EVALUACIÓN SENSORIAL DE LÁMINAS DE FRUTAS SALUDABLES A BASE DE ARÁNDADO Y ACÁCHUL. *Innovación en Biotecnología II*, 131.
- Sobrado Falcon, A. E., & Luna Villavicencio, E. D. (2017). Diseño y construcción de un prototipo de secador a vacío y su aplicación en el secado de aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/2873>
- Tobón, Y. N. F., Rojano, B. A., Arbeláez, A. F. A., Saavedra, D. M. M., & Celis, M. E. M. (2016). *Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (Vaccinium meridionale Swartz)*. 11.
- Ulloa, J., Rosas, P., Ramírez, J., & Ulloa, B. (2013). Ultrasonido: Aplicaciones en el campo de los alimentos. *Revista: Nueva Época. Nayarit. México*.
- Ureña Peralta, M., D'Arrigo Huapaya, M., & Girón Molina, O. (1999). Evaluación sensorial de los alimentos. *Aplicación didáctica. Anexo II. Comparación pareada Dúo Trío, N seleccionados correctos requeridos para indicar diferencias significativas a diferentes niveles*. Editorial Agraria, Lima, Perú.
- Zhou, Y.-H., Staniszewska, I., Liu, Z.-L., Zielinska, D., Xiao, H.-W., Pan, Z., Nowak, K. W., & Zielinska, M. (2021). Microwave-vacuum-assisted drying of pretreated cranberries: Drying kinetics, bioactive compounds and antioxidant activity. *LWT*, 146, 111464. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111464>

ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO

Imagen 1. Selección y clasificación.



Imagen 2. Lavado y pesado



Imagen 3. Tratamiento de ultrasonido.



Imagen 4. Preparación para el secado por vacío.



Imagen 5. Secado por vacío



Imagen 6. Evaluación de actividad antioxidante



ANEXO 2: VALORES ESTADÍSTICOS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

DATOS OBSERVADOS POLIFENOLES

Muestra	Abs (725 nm)	ug AGE/ml	mg AGE/g	X	SD
T1b	0,445	39,875	0,821	0,81	0,018
	0,431	38,620	0,795		
T2b	0,456	40,860	0,793	0,80	0,007
	0,462	41,398	0,803		
T3b	0,500	44,803	0,880	0,88	0,006
	0,495	44,355	0,871		
T4b	0,453	40,591	0,793	0,82	0,038
	0,484	43,369	0,847		
T5b	0,409	36,649	0,730	0,73	0,004
	0,412	36,918	0,735		
T6b	0,487	43,638	0,845	0,82	0,034
	0,459	41,129	0,796		
T7b	0,593	53,136	1,003	1,02	0,024
	0,613	54,928	1,037		
T8b	0,630	56,452	1,034	1,06	0,030
	0,656	58,781	1,077		
T9b	0,623	55,824	1,115	1,12	0,013
	0,633	56,720	1,132		

ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES

Polifenoles

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
POLIFENOLES	18	0.98	0.97	2.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.30	8	0.04	70.41	<0.0001
TRATAMIENTOS	0.30	8	0.04	70.41	<0.0001
Error	4.7E-03	9	5.3E-04		
Total	0.30	17			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09085

Error: 0.0005 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
9	1.12	2	0.02	A
8	1.06	2	0.02	A B
7	1.02	2	0.02	B
3	0.88	2	0.02	C
6	0.82	2	0.02	C D
4	0.82	2	0.02	C D
1	0.81	2	0.02	C D
2	0.80	2	0.02	C D
5	0.73	2	0.02	D

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

DATOS OBSERVADOS ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE – DPPH

Muestra	Abs (517 nm)	Abs final	ug TE/ml	mg TE/g	X	SD
T1a	0,766	0,331	185,246	3,697	3,71	0,017
	0,771	0,326	186,455	3,721		
T2a	0,791	0,306	191,292	3,798	3,77	0,044
	0,778	0,319	188,148	3,736		
T3a	0,767	0,330	185,488	3,619	3,60	0,030
	0,758	0,339	183,311	3,576		
T4a	0,793	0,304	191,776	3,667	3,69	0,033
	0,803	0,294	194,194	3,713		
T5a	0,990	0,107	239,417	4,815	4,80	0,028
	0,982	0,115	237,483	4,776		
T6a	0,921	0,176	222,731	4,288	4,32	0,043
	0,934	0,163	225,875	4,348		
T7a	0,993	0,104	240,143	4,835	4,83	0,014
	0,989	0,108	239,176	4,815		
T8a	0,983	0,114	237,725	4,620	4,64	0,030
	0,992	0,105	239,901	4,663		
T9a	0,986	0,111	238,450	4,597	4,61	0,013
	0,990	0,107	239,417	4,616		

DPPH

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DPPH	18	1.00	1.00	1.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.38	8	1.17	595.57	<0.0001
TRATAMIENTOS	9.38	8	1.17	595.57	<0.0001
Error	0.02	9	2.0E-03		
Total	9.40	17			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17558

Error: 0.0020 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
6	4.25	2	0.03	A
1	3.32	2	0.03	B
5	3.17	2	0.03	B
2	2.91	2	0.03	C
3	2.79	2	0.03	C
4	2.60	2	0.03	D
7	2.11	2	0.03	E
9	2.05	2	0.03	E
8	1.76	2	0.03	F

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

DATOS OBSERVADOS ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE – ABTS

Muestra	Abs (517 nm)	Abs final	ug TE/ml	mg TE/g	X	SD
T1b	0,793	0,308	162,695	3,348	3,325	0,033
	0,782	0,319	160,438	3,301		
T2b	0,724	0,377	148,539	2,882	2,910	0,039
	0,738	0,363	151,411	2,938		
T3b	0,696	0,405	142,794	2,805	2,787	0,026
	0,687	0,414	140,948	2,769		
T4b	0,656	0,445	134,588	2,628	2,604	0,034
	0,644	0,457	132,126	2,580		
T5b	0,772	0,329	158,387	3,154	3,170	0,023
	0,780	0,321	160,028	3,187		
T6b	1,068	0,033	219,115	4,243	4,253	0,014
	1,073	0,028	220,141	4,263		
T7b	0,548	0,553	112,430	2,123	2,109	0,019
	0,541	0,560	110,994	2,096		
T8b	0,447	0,654	91,708	1,680	1,757	0,109
	0,488	0,613	100,120	1,834		
T9b	0,498	0,603	102,172	2,040	2,052	0,017
	0,504	0,597	103,403	2,064		

ABTS

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ABTS	18	1.00	1.00	0.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.34	8	0.54	605.50	<0.0001
TRATAMIENTOS	4.34	8	0.54	605.50	<0.0001
Error	0.01	9	9.0E-04		
Total	4.35	17			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11837

Error: 0.0009 gl: 9

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
7	4.83	2	0.02	A
5	4.80	2	0.02	A
8	4.64	2	0.02	B
9	4.61	2	0.02	B
6	4.32	2	0.02	C
2	3.77	2	0.02	D
1	3.71	2	0.02	D E
4	3.69	2	0.02	D E
3	3.60	2	0.02	E

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

**ANEXO 3: VALORES ESTADÍSTICOS DE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS**

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO (REPETICIONES)

Características Físicoquímicas	Carbohidratos (%)	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Fibra (%)	pH	Acidez titulable (exp. En Ac. Cítrico)
T1	57.62	32.25	1.16	1.14	4.70	3.67	1.90
	57.60	32.35	1.22	1.09	4.65	3.69	1.92
	57.59	32.17	1.12	1.08	4.58	3.68	1.89
T2	58.14	30.68	1.25	1.17	4.77	3.64	1.95
	58.25	30.62	1.19	1.08	4.74	3.60	1.91
	58.15	30.66	1.17	1.11	4.69	3.58	1.96
T3	58.72	28.43	1.28	1.14	4.79	3.59	1.95
	58.75	28.37	1.21	1.17	4.79	3.58	1.93
	58.82	28.37	1.18	1.09	4.75	3.54	1.99
T4	67.07	22.16	2.00	1.93	7.02	3.44	2.15
	67.03	22.15	1.99	1.95	7.01	3.41	2.17
	66.90	22.11	1.98	1.90	6.94	3.40	2.12
T5	67.66	21.05	2.03	1.96	7.19	3.38	2.23
	67.71	21.08	2.05	1.95	7.05	3.37	2.21
	67.64	20.97	2.01	1.99	7.14	3.31	2.17
T6	68.35	20.45	2.04	1.96	7.19	3.31	2.21
	68.39	20.39	2.14	1.98	7.17	3.35	2.23
	68.30	20.36	2.02	2.02	7.24	3.31	2.22
T7	71.41	15.47	2.29	2.37	8.48	2.99	2.37
	71.35	15.41	2.26	2.39	8.41	2.98	2.31
	71.34	15.35	2.22	2.37	8.44	2.95	2.32
T8	72.12	14.65	2.27	2.42	8.68	2.92	2.39
	72.07	14.63	2.37	2.45	8.62	2.92	2.38
	72.04	14.65	2.27	2.43	8.54	2.90	2.37
T9	72.75	14.22	2.31	2.47	8.76	2.86	2.43
	72.88	14.21	2.38	2.46	8.74	2.88	2.38
	72.76	14.18	2.37	2.42	8.59	2.89	2.39
T0	14.44	81.71	0.62	0.58	2.66	3.88	0.91
	14.41	81.75	0.64	0.61	2.63	3.89	0.89
	14.36	81.65	0.68	0.54	2.71	3.93	0.90

Comparaciones Tukey de tratamientos en estudio

Grasas (%)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
grasas	30	1.00	1.00	1.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.11	9	1.35	1484.44	<0.0001
tratamiento	12.11	9	1.35	1484.44	<0.0001
Error	0.02	20	9.1E-04		
Total	12.13	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08706

Error: 0,0009 gl: 20

tratamiento	Medias	n	E.E.	
9	2.45	3	0.02	A
8	2.43	3	0.02	A
7	2.38	3	0.02	A
6	1.99	3	0.02	B
5	1.97	3	0.02	B
4	1.93	3	0.02	B
3	1.13	3	0.02	C
2	1.12	3	0.02	C
1	1.10	3	0.02	C
0	0.58	3	0.02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fibra (%)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fibra	30	1.00	1.00	0.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	114.90	9	12.77	4190.41	<0.0001
tratamiento	114.90	9	12.77	4190.41	<0.0001
Error	0.06	20	3.0E-03		
Total	114.96	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15959

Error: 0,0030 gl: 20

tratamiento	Medias	n	E.E.	
9	8.70	3	0.03	A
8	8.61	3	0.03	A
7	8.44	3	0.03	B
6	7.20	3	0.03	C
5	7.13	3	0.03	C D
4	6.99	3	0.03	D
3	4.78	3	0.03	E
2	4.73	3	0.03	E
1	4.64	3	0.03	E
0	2.67	3	0.03	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Carbohidratos (%)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Carbohidratos	29	1.00	1.00	0.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5864.59	9	651.62	235152.83	<0.0001
tratamiento	5864.59	9	651.62	235152.83	<0.0001
Error	0.05	19	2.8E-03		
Total	5864.64	28			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15688

Error: 0,0028 gl: 19

tratamiento	Medias	n	E.E.	
9	72.80	3	0.03	A
8	72.08	3	0.03	B
7	71.37	3	0.03	C
6	68.35	3	0.03	D
5	67.67	3	0.03	E
4	67.00	3	0.03	F
3	58.76	3	0.03	G
2	58.18	3	0.03	H
1	57.60	3	0.03	I
0	14.43	2	0.04	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Proteínas (%)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
proteínas	30	1.00	0.99	2.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.87	9	1.10	593.91	<0.0001
tratamiento	9.87	9	1.10	593.91	<0.0001
Error	0.04	20	1.8E-03		
Total	9.91	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12425

Error: 0,0018 gl: 20

tratamiento	Medias	n	E.E.	
9	2.35	3	0.02	A
8	2.30	3	0.02	A
7	2.26	3	0.02	A
6	2.07	3	0.02	B
5	2.03	3	0.02	B
4	1.99	3	0.02	B
3	1.22	3	0.02	C
2	1.20	3	0.02	C
1	1.17	3	0.02	C
0	0.65	3	0.02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Humedad (%)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
humedad	30	1.00	1.00	0.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10731.54	9	1192.39	518431.99	<0.0001
tratamiento	10731.54	9	1192.39	518431.99	<0.0001
Error	0.05	20	2.3E-03		
Total	10731.59	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13866

Error: 0,0023 gl: 20

tratamiento	Medias	n	E.E.	
0	81.70	3	0.03	A
1	32.26	3	0.03	B
2	30.65	3	0.03	C
3	28.39	3	0.03	D
4	22.14	3	0.03	E
5	21.03	3	0.03	F
6	20.40	3	0.03	G
7	15.41	3	0.03	H
8	14.64	3	0.03	I
9	14.20	3	0.03	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

pH

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH	30	1.00	1.00	0.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.26	9	0.36	642.70	<0.0001
TRATAMIENTOS	3.26	9	0.36	642.70	<0.0001
Error	0.01	20	5.6E-04		
Total	3.27	29			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06862

Error: 0.0006 gl: 20

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
0	3.90	3	0.01	A
1	3.68	3	0.01	B
2	3.61	3	0.01	C
3	3.57	3	0.01	C
4	3.42	3	0.01	D
5	3.35	3	0.01	D E
6	3.32	3	0.01	E
7	2.97	3	0.01	F
8	2.91	3	0.01	F G
9	2.88	3	0.01	G

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

Acidez titulable

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez titulable (exp En A..	30	1.00	1.00	1.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.21	9	0.58	1059.08	<0.0001
tratamiento	5.21	9	0.58	1059.08	<0.0001
Error	0.01	20	5.5E-04		
Total	5.22	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06760

Error: 0,0005 gl: 20

tratamiento	Medias	n	E.E.			
9	2.40	3	0.01	A		
8	2.38	3	0.01	A		
7	2.33	3	0.01	A		
6	2.22	3	0.01		B	
5	2.20	3	0.01		B	C
4	2.15	3	0.01			C
3	1.96	3	0.01			D
2	1.94	3	0.01			D
1	1.90	3	0.01			D
0	0.90	3	0.01			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

**ANEXO 3: VALORES ESTADÍSTICOS DE LAS CARACTERÍSTICAS
ORGANOLÉPTICAS**

Sabor

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T5	4.53	a			
T4	4.00		b		
T6	4.00		b		
T3	3.53			c	
T7	3.47			c	
T2	3.33			c	
T8	3.27			c	
T1	3.07			c	
T9	2.47				d

Aroma

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia				
T5	4.47	a				
T6	4.07		b			
T4	3.87		b	c		
T7	3.53			c		
T8	3.40			c	d	
T3	3.33			c	d	
T2	3.13				d	
T1	2.60					e
T9	2.47					e

Color

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T5	3.73	a			
T6	3.67	a	b		
T4	3.60	a	b		
T7	3.40	a	b	c	
T8	3.40	a	b	c	
T3	3.33		b	c	
T2	3.27		b	c	
T1	3.07			c	
T9	2.60				d

Textura

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T5	3.53	a			
T6	3.40	a			
T4	3.33	a	b		
T8	3.33	a	b		
T3	3.27	a	b		
T7	3.27	a	b		
T2	3.07	a	b	c	
T1	2.87		b	c	
T9	2.67			c	



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
HUANUCO - 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 14 días del mes de diciembre del año 2022, siendo las 16:00 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron los miembros integrantes del Jurado de tesis con Resolución N° **629- 2022-UNHEVAL-FCA-D, del 2 diciembre de 2022**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: “ : “**EVALUACIÓN DEL DESHIDRATO POR VACÍO CON TRATAMIENTO DE ULTRASONIDO EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA GONGAPA (*Vaccinium meridionalis*)**”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **HECTOR ADBIEL MALLQUI BUSTILLOS**, bajo el asesoramiento por el **Dr. ROGER ESTACIO LAGUNA**

El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio	Presidente
Dr. Ruben Max Rojas Portal.	Secretario
Dr. Ángel David Natividad Bardales	Vocal
Dr. Sergio Muñoz Garay.	Accesitario 01
Mg. Josué Zevallos García	Accesitario 02


Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: Aprobado por una mayoría con el cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena, quedando el sustentante Apto para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 17:30 horas.


Huánuco, 14 de diciembre del 20 22



Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis



Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Secretario del Jurado de Tesis



Dr. Ángel David Natividad Bardales.
Vocal del Jurado de Tesis

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


OBSERVACIONES:

NINGUNA

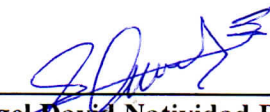
Huánuco, 14 de diciembre del 2022



Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis



Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Secretario del Jurado de Tesis



Dr. Ángel David Natividad Bardales.
Vocal del Jurado de Tesis

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, _____ de _____ del 20_____

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis

Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Secretario del Jurado de Tesis

Dr. Ángel David Natividad Bardales.
Vocal del Jurado de Tesis



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
HUANUCO - 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 14 día del mes de diciembre del año 2022 siendo lashoras de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron los miembros integrantes del jurado de tesis, con Resolución N°629-2022-UNHEVAL,FCA-D, del 2 de diciembre del 2022, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: **“EVALUACIÓN DEL DESHIDRATADO POR VACÍO CON TRATAMIENTO DE ULTRASONIDO EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA GONGAPA (*Vaccinium meridionalis*)”** presentado por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **ELISA, PAREDES CHAHUA**, bajo el asesoramiento del **Dr. ROGER ESTACIO LAGUNA**.

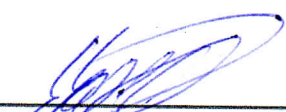
El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio	Presidente
Dr. Rubén Max Rojas Portal	Secretario
Dr. Ángel David Natividad Bardales	Vocal
Dr. Sergio Muñoz Garay	Accesitario 01
Mg. Josué Zevallos García	Accesitario 02


Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: Aprobado por Unanimitad con el cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena, quedando el sustentante Apto para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 17:30 horas.


Huánuco, 14 de diciembre del 2022



Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis



Dr. Rubén Max Rojas Portal
Secretario del Jurado de Tesis



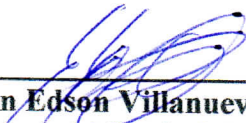
Dr. Ángel David Natividad Bardales
Vocal del Jurado de Tesis

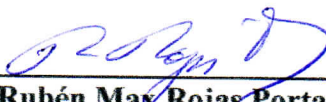
- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

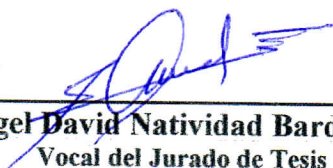
OBSERVACIONES:

Ninguna

Huánuco, *14* de *diciembre* del 20*22*


Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis


Dr. Rubén Max Rojas Portal
Secretario del Jurado de Tesis


Dr. Ángel David Natividad Bardales
Vocal del Jurado de Tesis

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, ___ de ___ del 20__

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis

Dr. Rubén Max Rojas Portal
Secretario del Jurado de Tesis

Dr. Ángel David Natividad Bardales
Vocal del Jurado de Tesis

CONSTANCIA DEL PROGRAMA TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**EVALUACIÓN DEL DESHIDRATADO POR VACÍO CON TRATAMIENTO DE
ULTRASONIDO EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA GONGAPA
(*Vaccinium meridionalis*)**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

HECTOR ADBIEL MALLQUI BUSTILLOS

PAREDES CHAHUA, ELISA

Documento aplicado al programa: "Turnitin" para su revisión.

Fecha: **10 de agosto 2023**

Número de registro: **44**

Resultado: **19% de similitud general**

Porcentaje considerado: **Apto**, por disposición de la UNHEVAL.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.



Dr. Roger Estacio Laguna
Unidad de Investigación de la F.C.A.

NOMBRE DEL TRABAJO

455.pdf

AUTOR

HECTOR ADBIEL MALLQUI BUSTILLOS /
ELISA PAREDES CHAHUA

RECUENTO DE PALABRAS

13977 Words

RECUENTO DE CARACTERES

71193 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

68 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.5MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 10, 2023 6:44 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 10, 2023 6:45 AM GMT-5

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado



Dr. Roger Estacio Laguna
Unidad de Unidad de Investigación de la F.C.A

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
-----------------	----------	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Carrera Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	MALLQUI BUSTILLOS, Hector Adbiel							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	961423628
Nro. de Documento:	42693008					Correo Electrónico:	Hector01@gmail.com	

Apellidos y Nombres:	PAREDES CHAHUA, Elisa							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	913329853
Nro. de Documento:	45527101					Correo Electrónico:	paredeschahuaelisa@gmail.com	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO	
Apellidos y Nombres:	ESTACIO LAGUNA, Roger			
	ORCID ID:	https://orcid.org/ 0000-0001-7273-3690		
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte	
	C.E.		Nro. de documento:	41098989

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	VILLANUEVA TIBURCIO, Juan Edson
Secretario:	ROJAS PORTAL, Rubén Max
Vocal:	NATIVIDAD BARDALES, Ángel David
Accesitario: 01	MUÑOZ GARAY, Sergio
Accesitario: 02	ZEVALLS GARCÍA, Josué

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
“EVALUACIÓN DEL DESHIDRATADO POR VACÍO CON TRATAMIENTO DE ULTRASONIDO EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA GONGAPA (<i>Vaccinium meridionalis</i>)”
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2022
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico	Otros (especifique modalidad)	
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	Arándano	sonicación	secado

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto <input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*) <input type="checkbox"/>
	Con Periodo de Embargo (*) <input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:

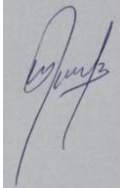



¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una “X” en el recuadro del costado según corresponda):	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	X <input checked="" type="checkbox"/>
--	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

Información de la Agencia Patrocinadora:

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por 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. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	MALLQUI BUSTILLOS, Hector Adbiel	Huella Digital
DNI:	42693008	
Firma: 		
Apellidos y Nombres:	PAREDES CHAHUA, Elisa	Huella Digital
DNI:	45527101	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 16/08/2023		

Nota:

- No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.