

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



**EVALUACION DE LA INFLUENCIA DEL PRE-TRATAMIENTO ULTRASONICO
EN EL CONTENIDO DE BETACAROTENO Y VITAMINA C DURANTE EL
SECADO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*).**

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

TESISTA

Bach. Gabriella Esther Vizcarra Ramirez

ASESOR

Ing. Michael Neil Rubio Gabriel

HUÁNUCO – PERÚ

2014

DEDICATORIA

A mis padres:

Esther Ramirez Arostegui

Manuel Vizcarra Toledo

A mi familia.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo de Grado, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración:

A mi familia

A la empresa KARBEL S.C.R.L.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

A los Fondos para la Innovación, Ciencia y Tecnología FINCyT

A mis compañeros

RESUMEN

El ultrasonido, tecnología emergente, usado para conservar las propiedades nutricionales, vida útil de los alimentos; la deshidratación por flujo de aire caliente, técnica que evapora la humedad que contiene el producto. El aguaymanto, fruta nativa del Perú. Contiene compuestos bioactivos, vitamina A, B y C, y capacidad antioxidante. La investigación tuvo por objetivo evaluar la influencia del pretratamiento ultrasónico en el contenido de betacarotenos y vitamina c durante el secado de aguaymanto (*Physalis peruviana*), los pretratamientos de ultrasonido (TU) fueron de 20, 40 y 60 minutos, 30, 40 y 50°C de temperatura, 500, 1000 y 1500 watts de potencia, teniendo un total de 27 tratamientos, se evaluó el contenido de humedad, análisis de Betacaroteno, Vitamina C y análisis organoléptico. Los resultados mostraron que los tratamientos: T9 (20 minutos a 50°C de temperatura con por 1000 watts de potencia), secó en 25 horas reportando un contenido de humedad de 12,83%. El contenido de Betacaroteno estuvo entre 1,16 y 1,18 mg de Betacaroteno/100 gr de aguaymanto fresco, después del TU el T9 mostró un aumento de 1,35 mg de Betacaroteno/100 gr, luego del secado se reportó un contenido de 1,41 mg de Betacaroteno/100 gr de aguaymanto seco. El contenido de Vitamina C inicial estuvo entre 27,95 y 27,97 mg de Vitamina C /100 gr de aguaymanto fresco, después del TU el T9 reportó 29,78 mg de Vitamina C /100 gr de aguaymanto fresco con TU y luego del secado aumentó su contenido a 33,75 mg de Vitamina C/100 gr de aguaymanto seco. Y en el análisis organoléptico dada por los panelistas, siendo el más aceptado el T9, con el cualitativo de bueno. En conclusión, el tratamiento T9, tuvo mejores resultados en los análisis realizados, contenido de Betacaroteno, Vitamina C y análisis organoléptico.

Palabras Claves: Compuestos bioactivos, tecnologías emergentes, deshidratados.

ABSTRACT

Ultrasound, emerging technology, used to preserve the nutritional properties, shelf life of food; dehydration by hot air flow, a technique that evaporates the moisture contained in the product. The aguaymanto, native fruit of Peru. It contains bioactive compounds, vitamins A, B and C, and antioxidant capacity. The objective of the research was to evaluate the influence of the ultrasonic pretreatment on the content of beta-carotenes and vitamin C during the drying of aguaymanto (*Physalis peruviana*), the ultrasound pretreatments (TU) were of 20, 40 and 60 minutes, 30, 40 and 50 ° C of temperature, 500, 1000 and 1500 watts of power, having a total of 27 treatments, the moisture content, Beta-carotene, Vitamin C analysis and organoleptic analysis were evaluated. The results showed that the treatments: T9 (20 minutes at 50 ° C temperature with 1000 watts of power), dried in 25 hours, reporting a moisture content of 12.83%. The Beta-carotene content was between 1.16 and 1.18 mg of Beta-carotene / 100 gr of fresh aguaymanto, after the TU the T9 showed an increase of 1.35 mg of Beta-carotene / 100 gr, after drying a content of 1.41 mg of Beta-carotene / 100 gr of dried aguaymanto. The initial Vitamin C content was between 27.95 and 27.97 mg of Vitamin C / 100 gr of fresh aguaymanto, after TU the T9 reported 29.78 mg of Vitamin C / 100 gr of fresh aguaymanto with TU and after the Drying increased its content to 33.75 mg of Vitamin C / 100 gr of dried aguaymanto. And in the organoleptic analysis given by the panelists, the T9 being the most accepted, with the qualitative as good. In conclusion, the T9 treatment had better results in the analyzes carried out, content of Beta-carotene, Vitamin C and organoleptic analysis.

Key Words: Bioactive compounds, emerging technologies, dehydrated.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	8
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA	10
2.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	10
2.1.3 GENERALIDADES DE LA FRUTA DESHIDRATADA	13
2.1.4 APLICACIÓN DE ULTRASONIDO EN LA DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS	17
2.1.5 CARACTERÍSTICAS DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO	19
2.1.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS DESHIDRATADOS CON PRETRATAMIENTO DE ULTRASONIDO	20
2.1.7 ANTIOXIDANTES PRESENTES EN EL AGUAYMANTO	20
2.1.8 BETACAROTENO	21
2.1.9 VITAMINA C	22
2.2 ANTECEDENTES	25
2.3 HIPÓTESIS	29
2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL	29
2.3.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA	29
2.4 VARIABLES	30
2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	30
2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE	30
2.4.3 VARIABLE DEPENDIENTE	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	32
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	32
3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN	32
3.2.1 UBICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE EJECUTÓ EL EXPERIMENTO	32
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS	32
3.3.1. MUESTRA	33
3.3.2. TIPO DE MUESTREO	33
3.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS	33
3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	33
3.4.2 TRATAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE SECADO	35
3.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS	35
3.5.1. HIPÓTESIS NULA	35
3.5.2 EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.5.3 DATOS REGISTRADOS:	39
3.5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	41
3.5.5 INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.	41
3.5.6 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN LABORATORIO	42
3.5.7 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	42
3.6 MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.6.1 MATERIA PRIMA E INSUMOS	42
3.6.2 REACTIVOS	42
3.6.3 MATERIALES	42
3.6.4 EQUIPOS	42
3.7 CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	42

IV. RESULTADOS	44
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	44
V. DISCUSIÓN	55
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	55
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
VIII. LITERATURA CITADA	63
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguaymanto.	10
Tabla 2. Valor nutricional de aguaymanto por 100 g de porción comestible.	12
Tabla 3. valor nutricional del aguaymanto fresco por 100 g de porción comestible.	13
Tabla 4. Caracterización fisicoquímica del aguaymanto osmodeshidratado.	20
Tabla 5. Operacionalización de las variables.	31
Tabla 6. Tratamientos ejecutados en el trabajo de investigación para la determinación de contenido de betacarotenos y vitamina C.	33
Tabla 7. Resumen de tratamientos para la investigación.	35
Tabla 8. Evaluación del contenido de vitamina C en el aguaymanto fresco con pretratamiento ultrasónico	45
Tabla 9. Evaluación del contenido de betacaroteno en el aguaymanto fresco con pretratamiento ultrasónico.	45
Tabla 10. Prueba de tukey para el efecto del tiempo de pretratamiento ultrasónico en el aguaymanto seco.	46
Tabla 11. Prueba de tukey para el efecto de la temperatura de ultrasonido en el aguaymanto deshidratado.	46
Tabla 12. Prueba de tukey para el efecto de la potencia de ultrasonido en el aguaymanto deshidratado.	47
Tabla 13. Prueba de tukey para el contenido de humedad según tratamientos generales y horas de secado.	48

Tabla 15. Prueba de tukey para el efecto del contenido de betacaroteno.....	50
Tabla 16. Características fisicoquímicas del aguaymanto deshidratado que conservó mejor el contenido de vitamina C y betacaroteno (T9).....	51
Tabla 17. Características microbiológicas del aguaymanto seco que conservó mejor el contenido de vitamina C y betacaroteno (T9).....	51
Tabla 20. Resultados de la evaluación sensorial atributo textura del aguaymanto seco, según tratamientos (prueba estadística de friedman $\alpha=0.05$).....	53
Tabla 21. Resultados de la evaluación sensorial atributo color del aguaymanto seco, según tratamientos (prueba estadística de friedman $\alpha=0.05$).....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de fruta deshidratada.....	15
Figura 2. Esquema simplificado de la metodología.	19
Figura 3. Esquema experimental de la investigación.	43
Figura 4. Caracterización de la materia prima.....	74
Figura 5. Proceso de secado	74
Figura 6. Medición de humedad de las muestras.....	75
Figura 7. Evaluación de betacarotenos y vitamina C.....	75
Figura 8. Análisis sensorial.	76

I. INTRODUCCIÓN

La investigación consistió en la aplicación de diferentes pretratamientos de ultrasonido a frutos de aguaymanto a 40Khz de frecuencia, variando la temperatura, tiempo y potencia; se tuvo un total de 27 tratamientos sometidos al proceso de secado evaluando el contenido de vitamina C y Betacaroteno. Dicha investigación se realizó en el marco de la ejecución del proyecto: “Desarrollo de un prototipo ultrasónico validado para el proceso de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) en la provincia de Chincho – Huánuco”, financiado por los Fondos de Investigación de Ciencia y Tecnología FINCyT, cofinanciada por la empresa KARBEL S.C.R.L y el apoyo de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

La investigación fue motivada al aprovechamiento del cultivo de aguaymanto en nuestra región dándole una adecuada industrialización, aplicando y desarrollando métodos de tecnologías emergentes, del cual obtuvimos un producto de mayor calidad, con respecto al aspecto nutricional, sin alterar las características organolépticas; habiéndose logrado una reducción en el tiempo de secado.

En la investigación mostró resultados favorables, disminuyendo la pérdida de Betacarotenos y Vitamina C, conservando las características organolépticas y reduciendo el tiempo de secado, lo cual comparado a otras investigaciones realizadas en diferentes países nos permite dar un alcance a nivel tecnológico del aprovechamiento del ultrasonido en el secado de aguaymanto.

Para la ejecución de esta investigación se realizó la caracterización de la materia prima, luego se evaluó el contenido de Vitamina C y Betacaroteno en el aguaymanto fresco y con pretratamiento ultrasónico, después se realizó la evaluación del tiempo de secado y se analizaron las tres muestras que secaron en menor tiempo para determinar su contenido de Vitamina C y Betacaroteno, finalmente se realizó su caracterización físico química y microbiológica, asimismo la evaluación de características organolépticas de los mejores tratamientos.

El objetivo general de la investigación fue evaluar la influencia de los diferentes pretratamientos de ultrasonido en el contenido de Betacaroteno y Vitamina C durante el secado de aguaymanto, teniendo como objetivos específicos:

- Determinar el tiempo, temperatura y potencia en el pre tratamiento ultrasónico que reduzca la pérdida de Betacarotenos durante el secado de aguaymanto.
- Determinar el tiempo, temperatura y potencia en el pre tratamiento ultrasónico que reduzca la pérdida de Vitamina C durante el secado de aguaymanto.
- Evaluar el tiempo de secado de aguaymanto aplicando un pretratamiento con ultrasonido.
- Evaluar las características organolépticas del aguaymanto secado con pretratamiento ultrasónico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Aguaymanto (*Physalis peruviana* L)

Morton (1987), indica que el aguaymanto pertenece a la Familia Solanáceas y la parte empleada en el consumo humano son sus frutos.

2.1.1 Taxonomía y Morfología

En la Tabla 1, se muestra la taxonomía del aguaymanto.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguaymanto.

Jerarquía	Descripción
Reyno	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Sub familia	<i>Solanoideae</i>
tribu	<i>Physaleae</i>
Género	<i>Physalis</i>
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L
Nombres comunes	<i>Aguaymanto, capulí, uchuva.</i>

Fuente: (Morton, 1987)

2.1.2 Descripción Botánica

Morton (1987), indica que la planta de Aguaymanto fue descrita por primera vez por Linnaeus en 1753. Este arbusto ha sido cultivado por muchas décadas a lo largo de los Andes Americanos. Se trata de una planta herbácea erecta, perenne en zonas tropicales y anuales en zonas templadas. Puede alcanzar una altura entre 0.6 a 0.9 metros, sin embargo, se han registrado casos en los que llega a alcanzar 1.8 metros. Las ramas son acanaladas y a veces de color violáceo. Hojas opuestas, alternadas de forma acorazonada midiendo de 6 -15 cm de

longitud y 4 -10 de ancho. Presenta flores amarillas en forma de campanas, con corolas campanuladas de color morado marrón. Los frutos son bayas de color naranja-amarillo de forma globosa y de 1.5-2 cm de diámetro con un sabor peculiar agridulce de buen gusto, protegidos por un cáliz no comestible de textura papirácea.

- **Características nutricionales y terapéuticas del aguaymanto**

Encina et al. (2007), indica que el aguaymanto se caracteriza por ser una excelente fuente de provitamina A (3.000 I.U. de caroteno por 100 g.) y vitamina C. También posee algunas del complejo de vitamina B. Además, la proteína (0,3%) y el fósforo (55%) que contiene son excepcionalmente altos para una fruta.

Actualmente tiene un importante uso con fines terapéuticos, pues según los expertos ayuda a purificar la sangre, tonifica el nervio óptico y alivia afecciones buco-faríngeas. Se recomienda para personas con diabetes de todo tipo, favorece el tratamiento de las personas con problemas de la próstata gracias a sus propiedades diuréticas y además es utilizada como tranquilizante natural por su contenido de flavonoides.

Dopf (1998), señala que la envoltura natural del aguaymanto mantiene fresco al fruto por largo tiempo, que dura sin dañarse varias semanas después de recogido. El aguaymanto es rico en vitaminas A, B y C. Tiene un sabor agridulce dejando en el paladar un aroma muy agradable.

Morton (1987), indica que el aguaymanto se caracteriza por ser una excelente fuente de pro vitamina A (3.000 I.U. de caroteno por 100 g.) y vitamina C. También posee algunas del complejo de vitamina B. Además, la proteína (0,3%) y el fósforo (55%) que contiene son excepcionalmente altos para una fruta.

Actualmente, tiene un importante uso con fines terapéuticos, pues según los expertos ayuda a purificar la sangre, tonifica el nervio óptico y alivia afecciones buco-faríngeas. Se recomienda para personas con diabetes de todo tipo, favorece el tratamiento de las personas con problemas de la

próstata gracias a sus propiedades diuréticas y además es utilizada como tranquilizante natural por su contenido de flavonoides.

En la Tabla 2, se muestra el valor nutricional de aguaymanto por 100 g de porción comestible.

Tabla 2. Valor nutricional de aguaymanto por 100 g de porción comestible.

Componentes	Base húmeda
Humedad	80,8 ± 0,02
Proteína	1,2 ± 0,01
Grasa	0,2 ± 0,01
Carbohidratos totales	14,9 ± 0,01
Fibra	1,78 ± 0,02
Ceniza	1,12 ± 0,01
Acidez total (gr ác. cítrico/ 100 ml de fruto)	2,28 ± 0,03
Ph	4,08 ± 0,01
Sólidos solubles (grados brix)	12,5 ± 0,05
Azúcares reductores	2,52 ± 0,04
Índice de madurez (sólidos solubles/acidez total)	5,48 ± 0,02
Acido ascórbico (mg/100 gr de fruto)	28,55 ± 0,10

Fuente: (Encina et al., 2007).

En la Tabla 3, se muestra el valor nutricional del aguaymanto fresco por 100 g de porción comestible.

Tabla 3. Valor nutricional del aguaymanto fresco por 100 g de porción comestible.

Componentes		Contenido
Análisis colorimétrico		L* 61,42 ± 0,74
		a* 10,08 ± 0,55
		b* 36,52 ± 0,81
Actividad de agua (a _w) medida a 19,4°C		0,99 ± 0,01
Carotenos totales (mg de β-caroteno/100g)		1,77 ± 0,02
Compuestos fenólicos (mg ácido clorogénico/100 g)		79,23 ± 0,41
Capacidad antioxidante (μg eq trolox/g)	DPPH	249,23 ± 8,01
	ABTS	586,46 ± 5,26

Fuente: (Encina et al., 2007)

• Consumo

Morton (1987), menciona que la uchuva o aguaymanto se puede consumir fresca, sola o en ensaladas, dándole un toque agridulce a las comidas. En algunos países como Colombia ya se está procesando para obtener productos como mermeladas, yogurt, dulces, helados, conservas enlatadas y licores. También sirven de elemento decorativo (de la misma forma que una cereza) para adornar tortas y pasteles.

2.1.3 Generalidades de la fruta deshidratada

Marín et al. (2006), menciona que los métodos modernos de deshidratación, buscan otros fines que la simple preservación: en alimentos, la reducción de peso y algunas veces de volumen, la concentración de sólidos solubles, aumenta al punto que la fruta resiste el deterioro microbiano. Los productos deshidratados requieren más sulfito durante la preparación y almacenamiento que los productos congelados.

Lupano (2013), menciona que durante la deshidratación las pérdidas de vitaminas varían entre el 10 a 50% (vitamina C) y 10 a 20% (vitamina A). La

adición de SO₂, durante la desecación de las frutas, mejora la retención de ácido ascórbico y de caroteno, por que inhibe la oxidación e impide el pardeamiento enzimático.

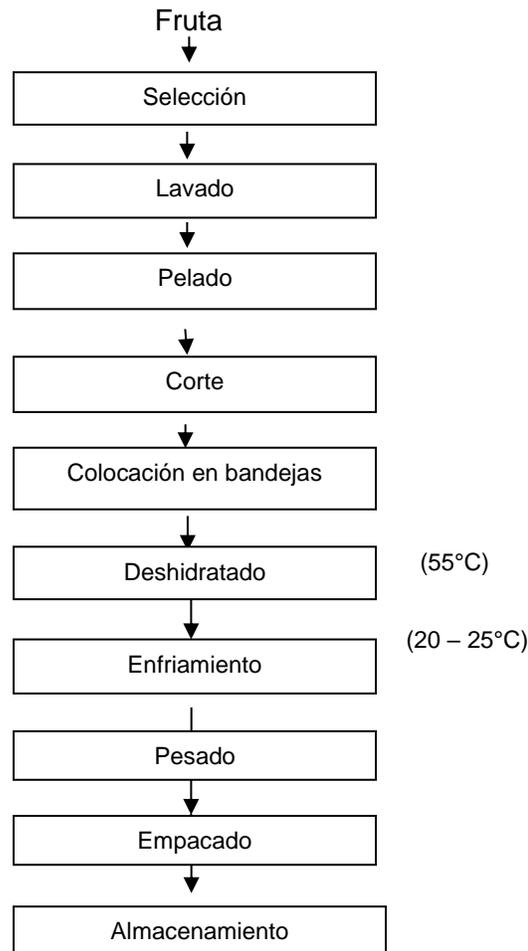
Alvarado (2012), señala que las frutas deshidratadas son una verdadera fuente de energía, con fructosa natural y un delicioso e intenso sabor. Por ejemplo, pueden llevarse como provisiones para el viaje o tomarse como alimento de alta potencia nutricional (Power-Snack) para actividades deportivas. Pueden comerse solas o emplearse para la producción industrial de mermeladas, salsas, muesli, barras energéticas, pasteles, postres y té de frutas.

- **Proceso de deshidratación de frutas**

Ponce (2014), menciona que el proceso de secado consiste en lograr la disminución del agua. El volumen de agua contenido en la fruta baja con el secado a menos de 15 %. De esta manera se suprimen las condiciones bioquímicas para la propagación de bacterias y hongos.

En la figura 1 se visualiza el flujo de operaciones para obtener frutas deshidratadas de forma tradicional.

Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de fruta deshidratada.



Fuente: (Ponce, 2014)

Descripción de las operaciones

- **Selección:** Fischer et al. (2005), comenta que se realiza la selección del aguaymanto en varias etapas. Se cosecha el aguaymanto en sazón, de un color amarillo y la fruta sana. El aguaymanto ingresa a la operación de selección de deshidratación sin la capa externa (cáliz) que cubre a la fruta. Velázquez & Toledo, (2007), menciona que se elimina la fruta magullada o con hongos, la fruta debe tener textura firme. La fruta madura (cuya pulpa esté muy blanda; es decir, al apretar los dedos, estos se hunden) debe separarse para otro tipo de procesamiento (pulpas o vino) o deshidratación al natural.

- **Lavado:** Chipana (2014), señala que debe de realizarse un lavado con agua fría por inmersión para eliminar las impurezas que podrían tener, es decir la suciedad y los microorganismos adheridos a la superficie.
- **Pelado:** Veloso (2014), menciona que durante el pelado se separan nuevamente frutos que no son adecuados para la deshidratación (verde o dañada).
- **Corte:** Marín et al. (2006), comenta que cortar la fruta en trozos de igual espesor ayudará a controlar los niveles de deshidratación y además contribuirá a la uniformidad del producto final.
- **Colocación en bandejas:** Robalino (2012), menciona que el cargado de las frutas en las bandejas debe ser tal que no estén superpuestas, sino bien distribuidas.
- **Deshidratado:** Marín et al. (2006), señalan que el secado se realiza con temperaturas moderadas para mantener las propiedades nutricionales de las frutas.
- **Enfriamiento:** Ponce (2014), menciona que se deja que enfríe a temperatura ambiente, por lo menos un día de reposo en envases de plástico.
- **Pesado:** León (2010), menciona que el pesado se realiza para determinar el rendimiento final del fruto.
- **Empacado:** Rodríguez et al. (2014), indica que se usa empaques de bolsas cerradas al vacío, con lo cual se evitan daños en el producto a través del contacto con oxígeno, bacterias, hongos e insectos, garantizando de esta manera productos de calidad con altos estándares.
Ospina (2008), señala que el proceso se realiza cuando el producto está completamente frío y ha estado en los envases de plástico, debidamente identificados por lotes. El empackado, al por menor, se realizará en bolsas de polipropileno de 1 micra de espesor, las que se seleccionan según la cantidad que se envasará. En la etiqueta se debe marcar la fecha de vencimiento y el lote.
- **Almacenamiento:** Carrillo & Reyes (2013), comenta que se debe de asegurar que el producto se encuentre en condiciones adecuadas de conservación (lugar fresco y limpio).

Abadía & Bartosik (2013), manifiesta que cuando los productos deshidratados se almacenan a granel, lo más apropiado es utilizar contenedores herméticos con un gas inerte, como el nitrógeno.

2.1.4 Aplicación de ultrasonido en la deshidratación de alimentos

Ozuna et al. (2011), mencionan que la energía ultrasónica ha sido utilizada en procesos de secado en combinación con aire caliente, permitiendo la utilización de temperaturas más bajas. La radiación ultrasónica a través del aire introduce variaciones de presión en la interfase gas / líquido aumentando la tasa de evaporación. Por otra parte, se produce una extracción de líquido durante la fase negativa del ciclo acústico que no vuelve a penetrar en la fase positiva del ciclo. Además, los ultrasonidos favorecen la disminución de la capa límite de difusión.

Robles & Ochoa (2012), menciona que se ha desarrollado un nuevo procedimiento de deshidratación ultrasónica basado en la aplicación de la vibración ultrasónica en contacto directo con las muestras y en combinación con una presión estática. Los resultados obtenidos con esta nueva técnica han sido extraordinariamente positivos: el efecto del secado no sólo es de dos a tres veces más rápido que con el aire caliente, sino que además es más potente: el contenido final de humedad puede ser menor del 1%. Por otra parte, la calidad del producto se mantiene intacta. Este procedimiento, que ha sido patentado, fue desarrollado para una industria europea y su aplicación puede hacerse extensiva a otro tipo de productos tales como la madera, el papel, etc.

También se mencionan que cuando una onda de ultrasonido de alta intensidad es acoplada a material para deshidratar, esta viaja a través del medio sólido causando una rápida serie de compresiones y expansiones alterna, en una forma sencilla de explicar es similar al efecto de apretar y soltar rápidamente una esponja.

Además, la aplicación de los ultrasonidos de potencia en la deshidratación de materiales porosos puede ser muy efectiva en aquellos procesos en los que se tratan materiales altamente sensibles al calor, como es el caso de los productos alimenticios. De hecho, las vibraciones ultrasónicas de elevada intensidad son

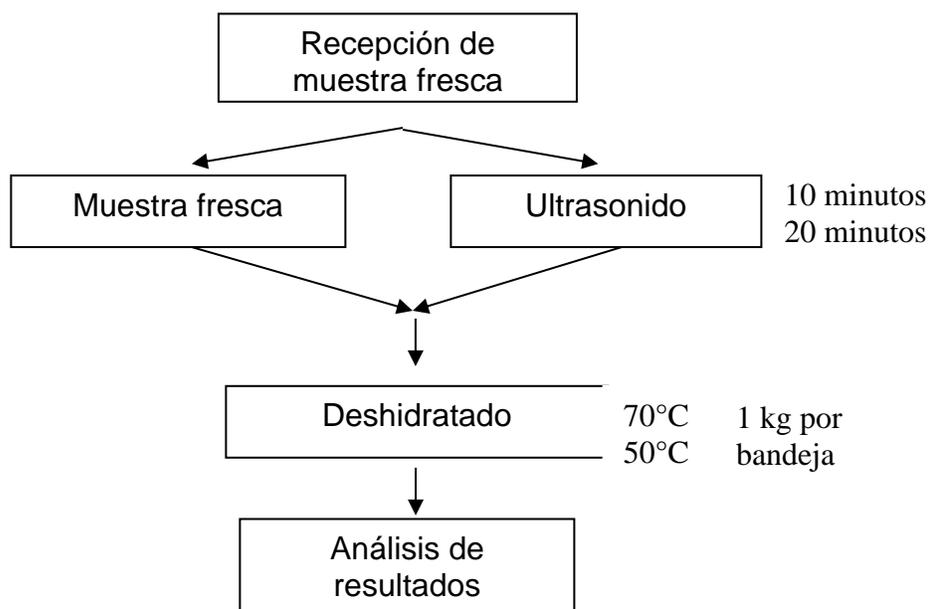
capaces de incrementar los procesos de transferencia de masa y calor en los materiales. La energía ultrasónica puede ser aplicada sola o combinada con algún otro tipo de energía, tal como el aire caliente. En este caso los ultrasonidos ayudan en la reducción de la temperatura y del tiempo de tratamiento.

Delgado (2012), indica que, dado que las ondas acústicas favorecen la transferencia de masa, reducen la energía del agua ligada y mejoran la difusión, otra de las aplicaciones importantes de los ultrasonidos como técnica de conservación es la deshidratación de alimentos. Los primeros estudios se llevaron a cabo en combinación con aire caliente, pero los mejores resultados se obtuvieron aplicando la vibración ultrasónica en contacto directo con el alimento y en combinación con una presión estática. Este proceso llegó a desarrollarse a escala industrial. Se trata de un método que es de dos a tres veces más rápido que con el aire caliente, mediante el cual se llegan a deshidratar vegetales hasta un 99% sin modificaciones en la calidad. Las ventajas de este proceso de deshidratación frente a la deshidratación convencional mediante aire caliente serían un menor deterioro de la calidad y frente a la liofilización un menor coste económico.

Espinoza (2011), muestra el esquema simplificado metodología deshidratación con pretratamiento de ultrasonido de muestras de murtila desarrollada en el país de Chile.

En la figura 2, se muestra el esquema simplificado metodología de recepción, aplicación de ultrasonido y posterior deshidratación de muestras de Murtila *Ugni molinae* Turcz.

Figura 2. Esquema simplificado de la metodología.



Fuente: (Espinoza, 2011)

Espinoza (2011), indica que para la deshidratación y evaluación de murtila se deben de seguir los siguientes procedimientos: Una vez recepcionado el material en la sección de procesos de la planta, se realiza a parte de las muestras en fresco el proceso de exposición a ultrasonido que consiste en introducir 600 g de murtila agregando agua hasta completar la capacidad de 1,9 L del equipo de ultrasonido, con exposiciones por 10 y 20 minutos según correspondiera. Una vez concluido el período de exposición las muestras son pesadas.

Además, menciona que para evaluar el efecto de la aplicación de ultrasonido y de la temperatura se trabajó con dos temperaturas de deshidratado (T°), evaluando a 70 °C (T_{70}) y 50 °C (T_{50}). Las bandejas dispuestas de a dos por nivel, de forma alternadas con pretratamiento de ultrasonido y la testigo.

2.1.5 Características del aguaymanto deshidratado

En la tabla 4 se muestra la caracterización fisicoquímica del aguaymanto osmodeshidratado.

Tabla 4. Caracterización fisicoquímica del aguaymanto osmodeshidratado.

Parámetros	Valores
Humedad (%)	16,22
Fibra (%)	3,44
Proteína (%)	0,20
Color (L)	36,19
Grasa (%)	0,24
Ceniza (%)	0,80
Vitamina C (mg/100g)	83,68
Azúcares Totales (%)	79,00
Acidez Titulable (%Ac. Cítrico)	1,20

Fuente: (Uzca, 2008)

2.1.6 Características de los frutos deshidratados con pretratamiento de ultrasonido

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

2.1.7 Antioxidantes presentes en el aguaymanto

Chipana (2014), menciona que el aguaymanto es una fuente de Betacarotenos (3 000 U.I. de caroteno por 100 g) y vitamina C, así como algunas vitaminas del complejo B (tiamina, niacina y vitamina B12).

Gutierrez et al. (2007), menciona que la uchuva (*Physalis peruviana L.*), fruto silvestre de los Andes suramericanos, registra contenidos de 20 a 32 mg de vitamina C por cada 100 g de pulpa, siendo así, un cultivo promisorio para incluir en los registros de las fuentes comunes de esta vitamina.

Fischer et al. (2005), menciona que un aspecto destacable es que la calidad de la uchuva colombiana se caracteriza por su coloración y mayor contenido de azúcares y β -caroteno (1730 UI de Vitamina A).

2.1.8 Betacaroteno

Espinoza (2011), indica que esta vitamina, abundante en algunas frutas y verduras, es uno de los antioxidantes más efectivos para proteger el organismo de las enfermedades crónicas provocadas por los radicales libres. También funciona como eficaz protectora de la piel contra los rayos UV.

Avello & Suwalsky (2006), mencionan que el Betacaroteno, al igual que los cientos de antioxidantes que existen en los alimentos, neutraliza los tejidos radicales libres, responsable del envejecimiento. Además, posee funciones específicas que lo diferencian del resto. En primer lugar, es pro vitamina A; es decir, tiene la capacidad de convertirse en vitamina A cuando ésta falta en el organismo. La ventaja de consumir Betacaroteno en vez de vitamina A, es que un exceso de esta última podría ser potencialmente tóxico pues ésta se acumula en el hígado. En cambio, el exceso de Betacaroteno se acumula en la grasa del cuerpo y ayuda a proteger la piel de los rayos ultravioletas.

Así mismo el Betacaroteno también influye en el sistema inmunológico, favoreciendo la reproducción de glóbulos blancos, y protege del cáncer, pues estimula a las células para que secreten en mayor cantidad el "Factor de Necrosis Tumoral".

a) Propiedades del Betacaroteno

Cruz (2007), indica que el Betacaroteno, químicamente está compuesto por dos moléculas de vitamina A y en virtud de esto, también recibe el nombre de pro vitamina A.

A pesar de esto, el cuerpo humano solo convierte una parte de ese betacaroteno en vitamina A y el resto lo almacena como tal. Puede encontrarse en las frutas y verduras de color amarillo y anaranjado y, en las verduras de color verde. Por ejemplo, zanahorias, batatas, zapallos, calabazas, damascos, melones, duraznos, mandarinas, naranjas, espinacas, brócoli, lechuga, escarola, berros, tomates, espárragos, arvejas, repollos, ciruelas y guindas.

En cuanto a la cantidad de Betacaroteno que cada uno de estos elementos contiene, las cifras varían en relación a la madurez del alimento, la estación del año y también depende de la manera en que se lo prepare para consumirlo. El efecto del Betacaroteno en el cuerpo humano se ve notablemente disminuido como consecuencia del consumo de tabaco y

alcohol. Se cree que el Betacaroteno, además de su poder antioxidante, puede prevenir ciertos tipos de cáncer como el de pulmón, boca, cuello, estómago, esófago, próstata y piel.

Por su capacidad para atrapar los radicales libres, el Betacaroteno también aumenta notablemente la respuesta inmunológica de nuestro cuerpo. Las células no contienen ninguna orden genética para que envejezcan. Si es así, el hombre puede llegar a vivir más de 200 años. El Betacaroteno es uno de los más potentes antioxidantes que se conocen, y como tal posee la virtud de prolongar la vida.

b) Estabilidad de la vitamina A

Cortés et al. (2005), menciona que la vitamina A es susceptible a la destrucción por la acción física o química que se pueden presentar en el curso de algunos de los procesos al que se someten los alimentos durante el almacenamiento. La vitamina A es destruida por la oxidación, siendo la causa más común de pérdidas potenciales en cualquiera de las fuentes que las proporcionan, acelerándose con temperaturas elevadas.

Cruz (2007), menciona que el Betacaroteno es Termosensible (sensible al aumento de la temperatura), sensible a la oxidación y sensible a la luz.

Basulto et al. (2014), menciona que un alimento, según las condiciones de conservación y cocinado, puede perder desde el 40% de vitamina A.

Aredo et al. (2012), determinó que la mejor condición de temperatura para el secado convectivo del aguaymanto es de 60°C logrando una menor degradación del Betacaroteno.

c) Método para la determinación de Betacarotenos

Valls (2006) menciona que el método para determinar la cantidad de Betacarotenos se fundamenta en la medición de la absorbancia con uso de un espectrofotómetro de un extracto de los carotenoides presentes en el alimento y luego mediante el uso de una curva de calibración o la aplicación se calcula el contenido de carotenoides en la muestra.

2.1.9 Vitamina C

Ganem et al. 2012), señala que la vitamina C, enantiómero L del ácido ascórbico o antiescorbútica, es un nutriente esencial, en particular para los mamíferos. La presencia de esta vitamina es requerida para un cierto número

de reacciones metabólicas en todos los animales y plantas y es creada internamente por casi todos los organismos, siendo los humanos una notable excepción. Su deficiencia causa escorbuto en humanos, de ahí el nombre de ascórbico que se le da al ácido, y es ampliamente usada como aditivo alimentario para prevenir este último.

El farmacóforo de la vitamina C es el ion ascorbato. En organismos vivos, el ascorbato es un antioxidante, pues protege el cuerpo contra la oxidación, y es un cofactor en varias reacciones enzimáticas vitales.

Los usos y requisitos diarios de esta vitamina son origen de debate. Se ha afirmado que las personas que consumen dietas ricas en ácido ascórbico de fuentes naturales, como frutas y vegetales son más saludables y tienen menor mortalidad y menor número de enfermedades crónicas. Sin embargo, un metanálisis de 68 experimentos confiables en los que se utilizó la suplementación con vitamina C, y que involucra 232.606 individuos, concluyeron que el consumo adicional de ascorbato a través de suplementos puede no resultar beneficioso como se pensaba.

a) Propiedades de la Vitamina C

Pulido (2007), indica que se describen las siguientes propiedades para la vitamina C:

- Antioxidante y desintoxicante
- Sube las defensas, indispensable en la absorción del hierro, cicatrización de heridas, ayuda al normal funcionamiento de las hormonas.
- Inhibe los procesos alérgicos e infecciosos (gripa, abscesos, herpes).
- Restablece tejidos huesos cartílagos, fortalece el sistema inmune, activa la coagulación de la sangre.
- Fortalece las encías dientes y cabello, evita el envejecimiento prematuro.
- Impide la formación de ateromas (placas de grasa en las arterias).

- Favorece una buena circulación de la sangre, corta los vómitos del embarazo, fortalece todo el aparato digestivo (úlceras gástricas, colitis ulcerosa, falta de jugos digestivos).
- Evita los abortos frecuentes.
- Indispensable para la producción de energía, vital para el metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas y lípidos.
- Es importante en la formación de colágenos.
- Favorece la absorción del Fe, ayuda a prevenir resfrío.
- Esencial en la formación de fibras colágenas y elásticas del tejido conjuntivo, acelera la cicatrización de quemaduras.
- Actúa como antioxidante y estimula la curación de las heridas y la absorción del hierro.
- Contribuye a prevenir algunos tipos de cáncer.
- Las necesidades de ácido ascórbico o vitamina C aumentan en el embarazo, la lactancia, en fumadores y en personas sometidas a situaciones de estrés. La deficiencia de Vitamina C puede producir cansancio, irritabilidad, dolores articulares.

b) Estabilidad de la vitamina C

Pulido (2007), menciona lo siguiente:

- La vitamina C, es la más inestable de todas las vitaminas, es sensible al calor sobre los 140°F (60°C), a la oxidación, a la deshidratación, y al almacenamiento.
- La alcalinidad destruye la vitamina C, por lo tanto, debe abandonarse la práctica de añadir bicarbonato sódico en la preparación de verduras.
- La acidez, en cambio reduce la pérdida; por tanto, si se añade limón a la macedonia se reducirá la pérdida.

- La vitamina C es hidrosoluble y en consecuencia quedará en el agua de la cocción. Para minimizar las pérdidas es aconsejable hervirlas con muy poca agua o mejor al vapor.
- También debe evitarse una excesiva fragmentación de las verduras y que el tiempo de cocción sea lo más corto posible.
- Las verduras y las frutas pierden gran parte de la vitamina C durante el almacenamiento a temperatura ambiente, por lo que debe conservarse en el frigorífico para minimizar las pérdidas.
- Las frutas y los zumos pierden la vitamina C por oxidación con el oxígeno del aire, por eso es muy conveniente consumir los zumos recién hechos y comer la fruta recién pelada.

Licata (2011), menciona que por día considerando un almacenamiento a temperatura ambiente a 20°C - 69°F, una legumbre verde pierde el 35% de su cantidad de vitamina C. Considerando un almacenamiento en una heladera convencional 4°C - 35°F, la pérdida de vitamina C en un solo día es del 10%.

c) Método para la determinación de Vitamina C

Matissek *et al.* (1998) indica que el método se fundamenta que el ácido L-ascórbico (AA) se extrae del correspondiente material a investigar con una disolución de ácido oxálico, transformándose a continuación con 2,6-diclorofenolindofenol (DI) en ácido dehidroascórbico (ADA).

2.2 Antecedentes

De la Fuente *et al.* (2004), estudiaron los parámetros involucrados en el proceso de deshidratación ultrasónica de vegetales. Los resultados obtenidos en este caso muestran que los ultrasonidos ayudan a reducir el tiempo de tratamiento y el consumo energético. En esta línea, se ha desarrollado un procedimiento ultrasónico para la deshidratación de vegetales y para su mejor conocimiento se ha llevado a cabo un estudio paramétrico de la influencia relativa de los principales parámetros físicos involucrados en el proceso. Para ello, se ha desarrollado un sistema experimental que

opera mediante contacto directo del producto con la superficie vibrante del transductor ultrasónico. Las pruebas experimentales se han realizado con diversos vegetales apreciándose en los casos en que se aplica una potencia eléctrica al transductor de 50W, una reducción de al menos un 40% en el peso de las muestras al cabo de los 30 primeros minutos de tratamiento.

De la Fuente et al. (2005), realizaron un estudio sobre el desarrollo de un sistema de secado mediante lecho fluido asistido por ultrasonidos de potencia, el objetivo de este trabajo es estudiar la aplicación de los ultrasonidos de alta potencia a los sistemas de secado por lecho fluido, donde las muestras son mantenidas en movimiento dentro de una cámara cilíndrica debido al arrastre causado por la aplicación de un flujo ascendente de aire caliente. Con el fin de aplicar un intenso campo acústico, se utiliza un radiador ultrasónico como cámara de tratamiento que permita aumentar la velocidad de secado, sin afectar a la expansión del lecho fluido/partícula. Para ello, se ha diseñado, desarrollado y caracterizado un transductor ultrasónico, con el que se han obtenido campos acústicos de elevada intensidad dentro de la cámara para rangos medios de potencia aplicada, confirmando de este modo la utilización de este sistema combinado. García (2007), estudió la contribución de la aplicación de ultrasonidos de potencia en el secado convectivo de alimentos, del estudio realizado se pueden extraer los siguientes aspectos:

- El convectivo de alimentos se identificaron una serie de limitaciones en este proceso que se podrían suplir con la introducción de nuevas tecnologías como los ultrasonidos de potencia. La utilización de ultrasonidos en el secado de productos sensibles al calor presenta un elevado interés, ya que los ultrasonidos no producen un aumento significativo de la temperatura del producto.
- La aplicación de ultrasonidos de potencia en procesos agroalimentarios permitió identificar las posibles variables que podrían afectar al secado convectivo asistido por ultrasonidos. Entre otras, se consideró necesario explorar el efecto de la velocidad y la temperatura del aire de secado, la intensidad acústica e influencia del propio material.

Juarez (2010) realizó una investigación sobre la implementación de un pretratamiento ultrasónico con la finalidad de reducir el tiempo de secado del chile habanero. El pretratamiento fue llevado a cabo sumergiendo la muestra en agua destilada y aplicando señales ultrasónicas durante 30 y 60 minutos con un procesador ultrasónico de 750

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

Moore (2010), realizó un estudio sobre el efecto de la aplicación del ultrasonido en la deshidratación de *Murtilla ugni molinae turcz*, donde concluyó que el uso de ultrasonido como pretratamiento en los rangos ensayados en deshidratación de murtilla no disminuyeron significativamente el tiempo de deshidratación. Además el ultrasonido no tiene efecto en la rehidratación, las diferencias se observan sólo por la temperatura de rehidratación, el diámetro ecuatorial es mayor que el diámetro polar en muestras frescas, la utilización de ultrasonido como pretratamiento en bayas de murtilla no modifica la densidad real, densidad aparente y color. Finalmente menciona que los efectos inducidos no alteran a las principales características y a la calidad de los frutos y vegetales sometidos.

Castro et al. (2008), estudió la determinación de las condiciones de temperatura más favorables para un proceso de secado de uchuva (*Physalis peruviana L*) con aire caliente, con deshidratación osmótica (DO) como pretratamiento, utilizando una solución de sacarosa de 70° Brix a 40°C durante 16 horas. Se realiza un seguimiento de la degradación de Betacaroteno con el tiempo y la temperatura. En la fruta tratada con aire caliente a 60°C y pretratada con DO, se obtiene una pérdida total de Betacaroteno del 98%. La fruta tratada con aire caliente a 40°C y sin DO, presenta la menor pérdida total de Betacaroteno, la cual alcanza un 28%. Los tiempos de secado para alcanzar una humedad de la fruta cercana a 2,5% base seca son de 7, 9 y 12 horas a 60, 50 y 40°C respectivamente, para las frutas tratadas sin DO. Para las frutas tratadas con DO, los

tiempos de secado son de 4, 5 y 6 horas a 60, 50 y 40°C respectivamente. La cinética de degradación encontrada es de primer orden.

Duque C. et. al. (2011) evaluó la eficiencia de la reducción del agua de frutas de la uchuva y la mora, por medio de métodos de secado con aire caliente (SAC) a 35 °C, y secado combinado de aire caliente y microondas (SAC-MW) con pulsos de 7 segundos, cada 45 segundos a 35 °C. A los productos de la uchuva y la mora entera y en mitades, se les evaluó las variables de tiempo de secado, color (ΔE) y textura. Los resultados obtenidos mostraron que el secado con SAC-MW es más eficiente que el SAC, ya que las frutas requieren de menor tiempo para alcanzar el equilibrio. La fruta de uchuva entera, secada por SAC-MW y por SAC, alcanzó el equilibrio a los 600 min y a los 7280 min, respectivamente. La uchuva en mitades alcanzó el equilibrio por SAC-MW a los 300 min y por SAC a los 2960 min. En el caso de la mora entera, secada por SAC-MW, se alcanzó el equilibrio a los 720 min y por SAC a los 5760 min. Ello demuestra que el efecto de las MW acelera el proceso. El color y la textura no presentaron diferencia estadística entre los tratamientos.

Cahuapaza *et al* (2011) menciona que realizó su estudio para dar a conocer la importancia del fruto del aguaymanto (*Physalis peruviana*) como fuente de vitamina. El consumo de esta vitamina es importante ya que es un nutriente que el organismo no puede sintetizar y son esenciales, en muy pequeñas cantidades, para el metabolismo normal de otros nutrientes.

Colombia es considerado el primer productor de aguaymanto (*Physalis peruviana*) a nivel mundial; pero este fruto es oriundo de los Andes peruanos. Es considerado como un fruto promisorio en nuestro país, por ende, se han realizado varios estudios por diferentes métodos para determinar su contenido de vitamina C.

La vitamina C o ácido ascórbico (AA) es una vitamina muy termolábil, por ello es importante estudiar su cinética de deterioro para conocer su comportamiento en función de tiempo y temperatura; también es susceptible a otros factores como exposición a la luz, pH, concentración de oxígeno, entre otros. La metodología de cromatografía líquida de alta resolución (CLAR) garantiza los límites de detección y cuantificación más bajos, además facilitan la eliminación de los efectos causados por la matriz.

En conclusión, el aguaymanto (*Physalis peruviana*) es fuente de vitamina C, estudios realizados reportaron un contenido de 20-40 mg/100g. Su consumo como fuente de vitamina C es beneficioso, así como también, interviene en la absorción del hierro.

(Aredo et al., 2012), evaluaron la pérdida de vitamina C en el secado de aguaymanto, para eso las muestras fueron separadas en dos grupos sumergiendo a uno de estos en una solución de 1.5% NaOH por 5 segundos a 80°C y al otro grupo en agua a las mismas condiciones, luego cada grupo se dividió en dos subgrupos a uno de los cuales se le sometió posteriormente a un secado convectivo (60°C y 3 m/s) y al otro además de un secado convectivo en las mismas condiciones tuvo una previa deshidratación osmótica a vacío (40°C, 65°Brix, 540 mmHg por 4 horas), y se usó como parámetro de parada del proceso un 20% de humedad del producto, controlado evaluando la evolución de la pérdida de peso. A los aguaymantos deshidratados, se le determinó el contenido de vitamina C y la humedad. Se determinó que en la deshidratación osmoconvectiva se dan mayores pérdidas de vitamina C que en por secado convectivo, y el pretratamiento con NaOH influye positivamente facilitando la transferencia de masa en los procesos de secado generando también menores pérdidas de la vitamina. Se recomienda para producir aguaymanto deshidratado con la menor pérdida de vitamina C, secar conectivamente a 60°C y 3m/s haciendo un pretratamiento de NaOH al 1.5% por 5 segundos a 80°C.

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

Los diferentes pretratamientos con ultrasonido tendrán impacto en el contenido de Betacarotenos y Vitamina C durante el secado de Aguaymanto.

2.3.2 Hipótesis alternativa

- El tiempo, temperatura y potencia en el pretratamiento ultrasónico que reduzca la pérdida de Betacarotenos durante el secado de aguaymanto
- El tiempo, temperatura y potencia en el pretratamiento ultrasónico que reduzca la pérdida de Vitamina C durante el secado de aguaymanto.
- Reducción del tiempo de secado de aguaymanto aplicando un pretratamiento con ultrasonido.

- Características organolépticas del aguaymanto secado con pretratamiento ultrasónico.

2.4 Variables

2.4.1 Variable independiente

- Diferentes tratamientos de ultrasonido

2.4.2 Variable dependiente

- Contenido de Betacarotenos
- Contenido de vitamina C
- Reducción de tiempo de secado
- Evaluación sensorial

2.4.3 Variable dependiente

- Temperatura de secado: 50°C
- Velocidad del aire: 2.5m/s

2.4.4 Operacionalización de las variables

En el Tabla 5 se presenta la operacionalización de las variables.

Tabla 5. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
1. independiente:		a ₁ = 20 minutos
	Tiempo	a ₂ = 40 minutos a ₃ = 60 minutos
• Diferentes tratamientos de ultrasonido	Temperatura	b ₁ = 30°C de temperatura b ₂ = 40°C de temperatura b ₃ = 50°C de temperatura
	Potencia	c ₁ = 500 watts de potencia c ₂ = 1000 watts de potencia c ₃ = 1500 watts de potencia
2. dependiente		
• Contenido de betacarotenos.	Cantidad	mg de Betacaroteno/100g de muestra
• Contenido de vitamina C	Cantidad	mg de ácido ascórbico/100g de muestra
• Reducción tiempo de secado con respecto al % de humedad.	Tiempo	Horas - minutos
• Evaluación sensorial	Olor, color, sabor y textura	Escala hedónica

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Es aplicada, se orientó a la obtención una mejora tecnológica, respecto al impacto del ultrasonido en la pérdida de Betacarotenos y vitamina C durante el proceso de secado de Aguaymanto.

3.1.2. Nivel de investigación

Es experimental, porque intencionalmente se manipula la variable independiente “ultrasonido” y se midió su efecto en la variable dependiente “reducción de pérdida de Betacarotenos y vitamina C” y “tiempo de secado con respecto al % de humedad”, utilizando diferentes tiempos pretratamiento y temperaturas de secado, que se comparó con el testigo sin pretratamiento.

3.2. Lugar de ejecución

3.2.1 Ubicación de la institución donde se ejecutó el experimento

El trabajo de investigación se desarrolló en los ambientes del Laboratorio de Bromatología de la UNHEVAL - Cayhuayna, Distrito de Pillcomarca, Provincia de Huánuco; en los ambientes de la planta de Deshidratado de la empresa KARBEL S.C.R.L. ubicada en Jr. Tingo María N° 120, distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco y en la sección de análisis de agua y alimentos de la empresa Servicios Integrales Bio Vital S.A.C. ubicado en Jr. Sinchi Roca N°243, distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco.

3.3. Población, muestra, tipo de muestreo y unidad de análisis

La población es homogénea y estuvo constituida por los frutos de aguaymanto procedentes del Centro Poblado de Micho del distrito de Chinchao. El tamaño del lote fue de 270 kg. durante el pretratamiento de ultrasonido y 100 gr. para el proceso de deshidratación, con un intervalo de dos días para la realización de tres muestras.

3.3.1. Muestra

Se realizaron 27 tratamientos en el experimento, constituyéndose muestras de 10 Kg. de aguaymanto por cada tratamiento, es decir el 3.7% del lote por tratamiento.

3.3.2. Tipo de muestreo

Fue probabilístico en forma de muestreo aleatorio simple (MAS), porque todos los frutos de aguaymanto tuvieron las mismas probabilidades de ser integrantes de la muestra al momento del proceso.

3.3.3. Unidad de análisis

Frutos de aguaymanto.

3.4. Tratamientos en estudio

Los factores y tratamientos en estudio fueron los siguientes:

3.4.1. Tratamientos para la determinación del contenido de betacarotenos y vitamina C.

La determinación del contenido de Betacarotenos y vitamina C se realizó en las etapas de producto fresco con pretratamiento de ultrasonido y en el producto secado obtenido del mismo, del cual se tomaron los tres mejores tiempos para ser evaluados. En la tabla 6 se muestran los tratamientos de estudio.

Tabla 6. Tratamientos ejecutados en el trabajo de investigación para la determinación de contenido de Betacarotenos y vitamina C.

Tratamientos	Descripción del tratamiento
	Aguaymanto sin pretratamiento ultrasónico (Muestra testigo).
$T_1 : a_1b_1c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 30°C por 20 min.
$T_2 : a_1b_1c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 30°C por 20 min.
$T_3 : a_1b_1c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 30°C por 20 min.
$T_4 : a_1b_2c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 40°C por 20 min.

$T_5 : a_1b_2c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 40°C por 20 min.
$T_6 : a_1b_2c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 40°C por 20 min.
$T_7 : a_1b_3c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 50°C por 20 min.
$T_8 : a_1b_3c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 50°C por 20 min.
$T_9 : a_1b_3c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 50°C por 20 min.
$T_{10} : a_2b_1c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 30°C por 40 min.
$T_{11} : a_2b_1c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 30°C por 40 min.
$T_{12} : a_2b_1c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 30°C por 40 min.
$T_{13} : a_2b_2c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 40°C por 40 min.
$T_{14} : a_2b_2c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 40°C por 40 min.
$T_{15} : a_2b_2c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 40°C por 40 min.
$T_{16} : a_2b_3c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 50°C por 40 min.
$T_{17} : a_2b_3c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 50°C por 40 min.
$T_{18} : a_2b_3c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 50°C por 40 min.
$T_{19} : a_3b_1c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 30°C por 60 min.
$T_{20} : a_3b_1c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 30°C por 60 min.
$T_{21} : a_3b_1c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 30°C por 60 min.
$T_{22} : a_3b_2c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 40°C por 60 min.
$T_{23} : a_3b_2c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 40°C por 60 min.
$T_{24} : a_3b_2c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 40°C por 60 min.

$T_{25} : a_3b_3c_1$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 500 w de potencia con 50°C por 60 min.
$T_{26} : a_3b_3c_2$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1000 w de potencia con 50°C por 60 min.
$T_{27} : a_3b_3c_3$	Aguaymanto sometido a un pretratamiento ultrasónico de 1500 w de potencia con 50°C por 60 min.

En la tabla 7, se muestra el resumen de los tratamientos para la investigación.

Tabla 7. Resumen de tratamientos para la investigación.

T = TRATAMIENTO			
Factor A:	Factor B:	Factor C:	
tiempo	Temperatura	Potencia	
$A_1= 20$ minutos	$b_1= 30^\circ\text{C}$	$c_1= 500$ watts	
$A_2= 40$ minutos	$b_2= 40^\circ\text{C}$	$c_2= 1000$ watts	
$A_3= 60$ minutos	$b_3= 50^\circ\text{C}$	$c_3= 1500$ watts	

3.4.2 Tratamientos para la evaluación del tiempo de secado

Las 27 muestras de aguaymanto fueron sometidas a tratamientos de secado a una temperatura de 50°C con el fin de no degradar la vitamina C y el betacaroteno ya que son sensibles a temperaturas sobre los 60°C.

De acuerdo a los tratamientos mencionados en el cuadro 06, se evaluaron los tres mejores tiempos de secado en función al contenido de humedad (12 – 15%) para determinar si esta operación afecta los componentes del aguaymanto.

3.5 Prueba de hipótesis

Para este estudio se plantearon las siguientes hipótesis:

3.5.1. Hipótesis nula

- **Ho:** Los diferentes tratamientos ultrasónicos no influyen en la pérdida de Betacaroteno durante el secado de aguaymanto.

$$H_o: T_o = T_1 = T_2 \dots\dots\dots T_{26} = T_{27} = 0$$

- **Ho:** Los diferentes tratamientos ultrasónicos no influyen en la pérdida de Vitamina C durante el secado de aguaymanto.

Ho: $T_0 = T_1 = T_2 \dots\dots\dots T_{26} = T_{27}$

- **Ho:** La aplicación de ultrasonido no reduce el tiempo de secado en el aguaymanto.

Ho: $T_0 = T_1 = T_2 = \dots\dots\dots = T_{26} = T_{27}$

- **Ho:** La aplicación de ultrasonido no influye en las características del aguaymanto seco.

Ho: $T_0 = T_1 = T_2 = \dots\dots\dots = T_{26} = T_{27}$

Asimismo, las hipótesis alternativas son:

- **Hi:** Al menos uno de los diferentes tratamientos ultrasónicos influye en la pérdida de Betacaroteno durante el secado de aguaymanto.

Hi: $T_0 \neq T_1, T_2, \dots\dots\dots, T_{26}, T_{27} \neq 0$

- **Hi:** Al menos uno de los diferentes tratamientos ultrasónicos influye en la pérdida de Vitamina C durante el secado de aguaymanto.

Hi: $T_0 \neq T_1, T_2, \dots\dots\dots, T_{26}, T_{27} \neq 0$

- **Hi:** Al menos uno de los diferentes tratamientos de aplicación de ultrasonido reduce el tiempo de secado en el aguaymanto.

Hi: $T_0 \neq T_1 \neq T_2 \neq \dots\dots\dots \neq T_{26} \neq T_{27} \neq 0$

- **Hi:** Al menos uno de los diferentes tratamientos de aplicación de ultrasonido influye en las características del aguaymanto seco.

Hi: $T_0 \neq T_1 \neq T_2 \neq \dots\dots\dots \neq T_{26} \neq T_{27} \neq 0$

3.5.2 El diseño de la investigación

- a) **Diseño de investigación para el efecto del impacto del ultrasonido en el contenido de Betacarotenos**

Para evaluar el porcentaje de absorción de betacaroteno en el aguaymanto con diferentes pretratamientos de ultrasonido, se utilizaron el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial (3*3).

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

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

Donde:

Y_{ij} = Contenido de (betacaroteno) observada en la j - ésima repetición de la i - ésima.

u = Medida general

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental.

Para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de comparación TUKEY a los niveles de 0.05 de probabilidades que corresponde al 95%.

b) Diseño de investigación para el efecto el impacto del ultrasonido en el contenido de Vitamina C

Para evaluar el porcentaje de absorción de vitamina C en el aguaymanto con diferentes pretratamientos de ultrasonido, se utilizaron el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial (3*3).

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

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Contenido de vitamina C encontrado en el aguaymanto sometido a la k-ésima potencia, j-ésima temperatura y al i-ésimo tiempo con ultrasonido.

μ : Efecto de la media general.

- μ_i : Efecto del i-ésimo nivel de tiempo.
- μ_j : Efecto del j-ésimo nivel de temperatura.
- μ_k : Efecto del k-ésimo nivel de potencia
- μ_{ij} : Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de tiempo y el j-ésimo nivel de temperatura.
- μ_{ik} : Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de tiempo y el k-ésimo nivel de potencia.
- μ_{jk} : Efecto de la interacción del j-ésimo nivel de temperatura y el k-ésimo nivel de potencia.
- μ_{ijk} : Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de tiempo, el j-ésimo nivel de temperatura y el k-ésimo nivel de potencia.
- μ_{ijk} : Error experimental.

Para la comparación de medias de tratamientos se utilizará la prueba de comparación TUKEY a los niveles de 0.05 de probabilidades que corresponde al 95%.

c) Diseño de investigación para la evaluación de tiempo de secado

Para evaluar el tiempo de secado del aguaymanto con diferentes pretratamientos de ultrasonido, se realizaron determinaciones del contenido de Betacarotenos y vitamina C de los 3 mejores tiempos de secado, para determinar si este proceso afecta los componentes.

- **Para betacarotenos:**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar que tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \mu_i + \mu_j + \mu_k + \mu_{ij} + \mu_{ik} + \mu_{jk} + \mu_{ijk} + \mu_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ij} : Tiempo de secado de la j-ésima muestra de aguaymanto sometido al i-ésimo pretratamiento de ultrasonido que ha conservado mejor el Betacaroteno
- μ : Efecto de la media general.

- μ_i : Efecto del i-ésimo pretratamiento de ultrasonido que ha conservado mejor el Betacaroteno.
- μ_{ij} : Error experimental.

Para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de comparación TUKEY a los niveles de 0.05 de probabilidades que corresponde al 95%.

- **Para vitamina C:**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar que tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \mu_i + \mu_{ij} + \mu_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ij} : Tiempo de secado de la j-ésima muestra de aguaymanto sometido al i-ésimo pretratamiento de ultrasonido que ha conservado mejor la vitamina C.
- μ : Efecto de la media general.
- μ_i : Efecto del i-ésimo pretratamiento de ultrasonido que ha conservado mejor la vitamina C.
- μ_{ij} : Error experimental.

d) Diseño de investigación para la evaluación de las características organolépticas del aguaymando secado

Para evaluar las características organolépticas (aroma, olor, sabor y textura) en la relación a los tratamientos, se realizó una evaluación sensorial a las tres muestras, mediante la prueba no paramétrica de Friedman con su correspondiente prueba de comparación en los tratamientos a un nivel de significación $\geq 5\%$. Tomando como base la opinión de 15 panelistas semi entrenados, utilizando la ficha de evaluación presentado en el anexo 2.

3.5.3 Datos registrados:

Se registraron los siguientes datos:

- mg vitamina C/100g de muestra: Se registró el contenido en mg de vitamina C en las muestras de aguaymanto por el método de espectrofotometría planteado por Matissek et al. (1998). Ver Anexo I.
- mg Betacaroteno/100g de muestra: Se registró el contenido en mg de Betacarotenos en las muestras de aguaymanto por el método de espectrofotometría según la metodología de Valls (2006). Anexo I.
- Humedad: Se realizó la medición de la humedad entre 12 y 15% con el medidor de humedad portátil SAMAP H40 digital para granos, previamente calibrado y adecuado para la medición de aguaymanto deshidratado. Para el análisis físico químico de las tres mejores muestras se realizó en el laboratorio de la empresa Bio Vital S.A.C. mediante el método Air Oven registrado en la A.O.A.C. N° 945.15
- Proteínas: Su análisis se efectuó mediante el método de Kjeldahl (1883), registrada en la A.O.A.C. 2001.11.
- Grasas: Se determinó el contenido de grasas mediante el método Hexane Extract, registrada en la A.O.A.C. 960.39 (1995).
- Cenizas: Se determinó el contenido de cenizas mediante el método directo, registrado en la A.O.A.C 920.123.
- Microbiológico: Se determinaron microorganismos como:
 - ✓ E. Coli, utilizando la técnica del número más probable, desarrollado por McCrady (1915).
 - ✓ Levaduras y mohos, utilizando la técnica de recuento registrada en la NORMA ISO 7954 (1987).
 - ✓ Salmonella, se utilizó la técnica de detección, aislamiento e identificación de Salmonella spp. en muestras de alimentos, registrado en la FDA (2007).
 - ✓ Microorganismos Aerobios Mesófilos, se determinaron mediante el método normalizado ISO 4833.

- ✓ % de preferencia: Se evaluaron los atributos del olor, color, sabor y textura, para ello se utilizará el método de análisis comparativo con escalas hedónicas de 1 a 7 puntos, establecido por Anzaldúa (1994).

3.5.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

a) Técnicas de investigación documental o bibliográfica:

- Análisis documental. - Nos permitió realizar el análisis del material a estudio y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.
- Análisis de contenido. - Estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática el documento leído.
- Fichaje. - Sirvió para registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente nos sirvió como una valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

b) Técnicas de campo

- Observación. - Esta técnica nos permitió obtener información sobre las observaciones a realizar directamente del proceso de secado con pretratamiento ultrasónico del aguaymanto y la espectrofotometría (% de absorbancia-Betacaroteno y % de absorbancia-Vitamina C).

3.5.5 Instrumento de investigación documental.

a) Fichas de investigación o documentación

- Comentario
- Resumen
- Combinadas

b) Fichas de registro o localización

- Bibliográficas
- Hemerográficas
- Internet

3.5.6 Instrumento de recolección de información en laboratorio

- Libreta de apuntes (laboratorio)

3.5.7 Procesamiento y presentación de los resultados

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

La presentación de los resultados es en cuadros, tablas, gráficos utilizando el programa Excel.

3.6 Materiales y Métodos

3.6.1 Materia prima e insumos

Materia prima

Se utilizó como materia prima el fruto del aguaymanto, procedente de la localidad de Cochas Chico, Distrito de Chinchao, Provincia y Departamento de Huánuco.

3.6.2 Reactivos

Éter de petróleo, sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4), solución concentrada de beta-caroteno en alcohol isopropílico/ 2 cloroformo (25:75) (80mg/ ml), solución diluida de beta-caroteno (10 ml de solución concentrada + Éter de petróleo en cantidad suficiente para 100 ml), acetona, ácido oxálico al 0.4%, solución estándar de ácido ascórbico 0.1%, solución coloreada 2-6 DFIF

3.6.3 Materiales

Pipetas 1, 2, 3, 4, 5 y 10 mL., fioles 100, 1000 mL., tubos de ensayo, cubetas del espectrofotómetro, papel tissue.

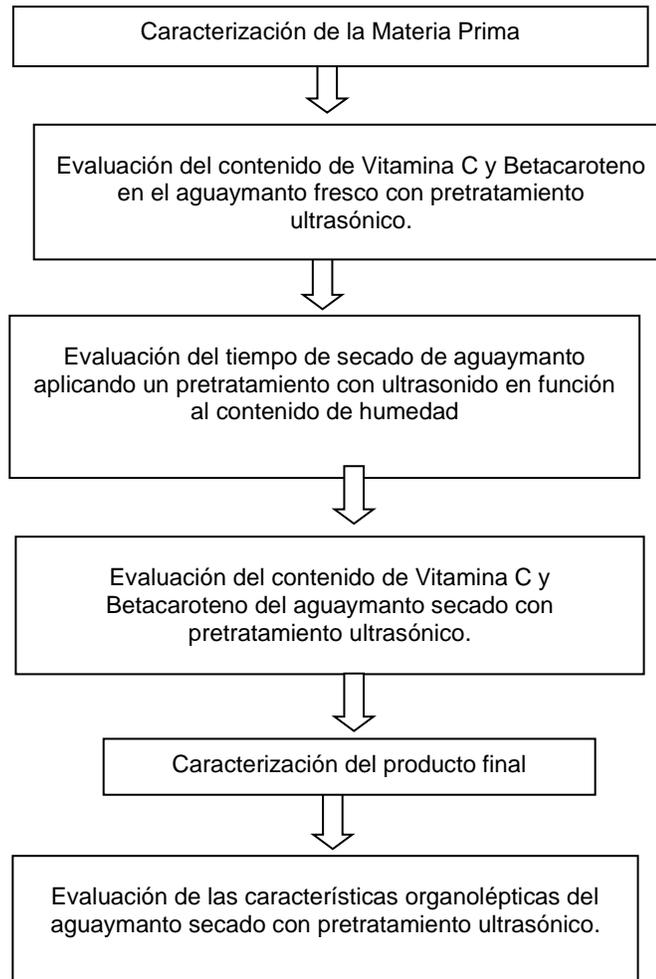
3.6.4 Equipos

Espectrofotómetro, vortex, equipo de titulación, refractómetro, pH-metro, balanza analítica.

3.7 Conducción de la investigación

En la figura 3, se muestra el esquema experimental general que se utilizó para la conducción de la investigación.

Figura 3. Esquema experimental de la investigación.



IV. RESULTADOS

4.1 Caracterización de la materia prima

Los frutos de aguaymanto fresco sin tratamiento ultrasónico presentan las siguientes propiedades fisicoquímicas y microbiológicas que se muestran en los siguientes cuadros:

Tabla 8. Características fisicoquímicas del Aguaymanto fresco.

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Proteínas	%	Kjeldahl Method	0,5
Carbohidratos	%	Indirect Method	15,07
Grasas	%	Hexane extract	0,03
Cenizas	%	Direct Method	1,3
Humedad	%	Air Oven	83,1

Fuente: Servicios Integrales BIOVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 14.03.82

Como se visualiza la materia prima utilizada en la investigación presenta: proteínas 0,5%, carbohidratos 25,07%, grasas 0,03%, cenizas 1,3% y humedad 83,1%.

Tabla 9. Características microbiológicas del Aguaymanto fresco.

Parámetro	Método	Resultado	L.M.P.
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/g	2	10
Microorganismos Aerobios mesofilos	UFC/g	20	10 ²
Levaduras	UFC/g	6	10 ²
Mohos	UFC/g	4	10 ³
<i>Salmonella Sp.</i>	UFC/25g	ausencia	ausencia

Fuente: Servicios Integrales BIOVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 14.03.82

Como se visualiza la materia prima utilizada en la investigación presenta: *Escherichia coli* 2 UFC/g, microorganismos aerobios mesófilos 20 UFC/g, levaduras 6 UFC/g, mohos 4 UFC/g y ausencia de *Salmonella sp.*

4.1.1 Evaluación del contenido de vitamina C y betacaroteno en el aguaymanto fresco con pretratamiento ultrasónico.

a) Respecto al contenido de vitamina C.

En la Tabla 8, presenta los resultados del contenido de vitamina C en las muestras de aguaymanto con pretratamiento ultrasónico antes de ser sometidas al proceso de secado. Como se observa existen diferencias significativas donde los valores fueron en primer lugar T9 con un contenido de 29.78mg/100g de Vit. C, en segundo lugar T7 con 28.07 mg/100 g. Vit. C, en tercer lugar, T0 con un contenido de 27.95 mg/100 g. Vit C y cuarto lugar T17 con un contenido de 25.51 mg/100g de Vit. C. No existiendo diferencias significativas entre T0 y T7.

Tabla 8. Evaluación del contenido de Vitamina C en el aguaymanto fresco con pretratamiento ultrasónico

Tratamientos	Medias	Clasificación
T9	29,7833	a
T7	28,0700	b
T0	27,9500	b
T17	25,5100	c

a) Respecto al contenido de betacaroteno

En la Tabla 9, presenta los resultados del contenido de Betacaroteno en las muestras de aguaymanto con pretratamiento ultrasónico antes de ser sometidas al proceso de secado, los valores de Betacaroteno fueron en primer lugar T9 con un contenido de 1,3467 mg/100g de Betacaroteno, en segundo lugar, T17 con 1,1667 mg/100 g. Betacaroteno, en tercer lugar, T0 con un contenido de 1.1600 mg/100 g. Betacaroteno y cuarto lugar T7 con un contenido de 1,1167 mg/100g de Betacaroteno. No existiendo diferencias significativas entre T0 y T17.

Tabla 9. Evaluación del contenido de Betacaroteno en el aguaymanto fresco con pretratamiento ultrasónico.

Tratamientos	Medias	Clasificación
T9	1,3467	A
T17	1,1667	B
T0	1,1600	B
T7	1,1167	C

4.1.2 Evaluación del tiempo de secado de aguaymanto aplicando un pretratamiento con ultrasonido

Se evaluó el tiempo de secado de los frutos de aguaymanto que fueron sometidos a los pretratamientos ya establecidos, la evaluación se realizó cada 5 horas durante el proceso de secado tomando como referencia la Humedad (preferencial entre 12-15%) que contenían hasta retiro de la cámara de secado.

a) Efecto de los niveles de tiempo de pretratamiento ultrasónico sobre la humedad del aguaymanto seco.

En la Tabla 10, presenta los resultados del efecto de los niveles de tiempo de pretratamiento ultrasónico con respecto a la humedad del aguaymanto deshidratado. Se aprecia que existen diferencias significativas entre los niveles de tiempo de ultrasonido en el proceso de secado. Siendo el óptimo según la norma en todos los análisis el tiempo de 30h; donde los mejores valores de humedad fueron en primer lugar el nivel a1 (20 minutos) con una humedad óptima de 14,43%, en segundo lugar a3 (60 minutos) con 14,82% H y a2 (40 minutos) con 15,87% H, existiendo diferencias significativas entre los tres niveles.

Tabla 10. Prueba de Tukey para el efecto del tiempo de pretratamiento ultrasónico en el aguaymanto secado.

NIVELES DE A	MEDIAS					
	10h	15h	20h	25h	30h	35h
A1 (20 MIN)	62,88 _a	47,58 _a	32,63 _a	24,80 _a	14,43 _a	10,76 _a
A2 (40 MIN)	64,50 _c	49,63 _b	34,04 _b	26,26 _b	15,87 _c	12,61 _c
A3 (60 MIN)	63,59 _b	50,60 _c	38,66 _c	27,87 _c	14,82 _b	11,41 _b

b) Efecto de los niveles de temperatura del ultrasónico sobre la humedad del aguaymanto seco.

En la Tabla 11, presenta los resultados del efecto de los niveles de temperatura de ultrasonido con respecto a la humedad del aguaymanto deshidratado. Se aprecia que existen diferencias significativas entre los niveles de tiempo de ultrasonido en el proceso de secado. Siendo el óptimo según la norma en todos los análisis el tiempo de 30h; donde los mejores valores de humedad fueron en primer lugar el nivel b3 (50°C) con una humedad óptima de 14,26% con una diferencia significativa entre b1 (30°C) con 15,40% H y el b2 (40°C) con 15,46% H, no existiendo diferencias significativas entre b1 y b2.

Tabla 11. Prueba de Tukey para el efecto de la temperatura de ultrasonido en el aguaymanto deshidratado.

NIVELES DE B	MEDIAS					
	10h	15h	20h	25h	30h	35h
B1 (30°C)	65,78 _c	51,70 _c	37,69 _b	28,19 _b	15,40 _b	12,51 _c
B2 (40°C)	64,56 _b	51,24 _b	38,76 _c	28,06 _b	15,46 _b	11,76 _c
B3 (50°C)	60,64 _a	44,87 _a	28,88 _a	22,67 _a	14,26 _a	10,51 _a

c) Efecto de los niveles de potencia ultrasónica sobre la humedad del aguaymanto seco

En la Tabla 12, presenta los resultados del efecto de los niveles de potencia de ultrasonido con respecto a la humedad del aguaymanto deshidratado. Se aprecia que existen diferencias significativas entre los niveles de tiempo de ultrasonido en el proceso de secado. Siendo el óptimo según la norma en todos los análisis el tiempo de 30h; donde los mejores valores de humedad fueron en primer lugar el nivel c3 (100% de potencia) con una humedad óptima de 14,77% con una diferencia significativa entre c2 (70% de potencia) con 15,16% H y el c1 (30% de potencia) con 15,17% H, no existiendo diferencias significativas entre c1 y c2.

Tabla 12. Prueba de Tukey para el efecto de la potencia de ultrasonido en el aguaymanto deshidratado.

NIVELES DE C	MEDIAS					
	10h	15h	20h	25h	30h	35h
C1 (30 % P)	64,95 _c	49,07 _a	35,83 _c	26,30 _b	15,17 _b	11,66 _b
C2 (70 % P)	63,24 _b	49,68 _b	34,19 _a	26,81 _c	15,16 _b	12,05 _c
C3 (100 % P)	62,79 _a	49,07 _a	35,30 _b	25,82 _a	14,77 _a	11,08 _a

d) Efectos generales de los tratamientos sobre la humedad en el aguaymanto seco.

En la Tabla 13, nos permiten notar diferencias estadísticas entre tratamientos, registrándose la humedad óptima a las 25 h. para tres tratamientos, estando en primer lugar el Tratamiento 9 (T9), el cual es la mezcla de los niveles a1b3c3 con humedad de 12,83%, seguido por el Tratamiento 7 (T7) en segundo lugar con la mezcla de niveles a1b3c1 con humedad de 13,43%, y finalmente el Tratamiento

17 (T17) con la mezcla de niveles a2b3c2 con humedad de 12,23%, no existiendo diferencia significativa entre el T9 y T17.

Tabla 13. Prueba de Tukey para el contenido de humedad según tratamientos generales y horas de secado.

T	INTERACCIÓN	MEDIAS					
		10h	15h	20h	25h	30h	35h
	-	66,50_{kml}	50,6_{def}	38,8_{ljk}	28,87_{hij}	15,97_h	12,90_n
T0							
T1	a1b1c1	67,7 _{lm}	53,97 _{hi}	40,63 _m	29,87 _k	15,93 _h	12,83 _{mn}
T2	a1b1c2	67,23 _{lm}	50,73 _{def}	38,80 _{ljk}	28,07 _{efgh}	15,20 _f	14,00 _{op}
T3	a1b1c3	66,00 _{ijkl}	50,90 _{def}	38,73 _{hijk}	27,27 _{cde}	15,87 _{gh}	12,40 _i
T4	a1b2c1	65,27 _{hijk}	50,00 _{de}	38,30 _{fghi}	27,07 _{cd}	15,40 _{fg}	11,47 _{ghi}
T5	a1b2c2	66,47 _{klm}	51,50 _{efq}	39,37 _{jkl}	29,30 _{ljk}	15,43 _{fg}	11,53 _{hi}
T6	a1b2c3	61,77 _{ef}	53,33 _h	40,20 _{lm}	28,33 _{fgh}	15,73 _{gh}	11,27 _{efgh}
T7	a1b3c1	56,70_{ab}	32,13_a	16,57_b	13,43_b	10,53_b	6,17_b
T8	a1b3c2	59,40 _{cd}	50,90 _{def}	25,90 _c	27,00 _{cd}	16,00 _h	11,80 _{ij}
T9	a1b3c3	55,40_a	34,77_b	15,13_a	12,83_{ab}	9,73_a	5,40_a
T10	a2b1c1	67,67 _{lm}	53,40 _h	34,53 _e	27,97 _{efg}	16,50 _i	13,90 _{op}
T11	a2b1c2	67,93 _m	55,33 _i	33,60 _e	28,67 _{ghi}	16,97 _{ijk}	14,23 _p
T12	a2b1c3	65,07 _{ghijk}	50,40 _{def}	37,73 _{fgh}	28,27 _{fgh}	14,70 _e	11,27 _{efgh}
T13	a2b2c1	66,50 _{klm}	50,97 _{defq}	39,67 _{klm}	29,67 _{jk}	15,43 _{fg}	12,00 _{jk}
T14	a2b2c2	64,20 _{ghi}	50,50 _{def}	37,27 _f	27,97 _{efg}	17,43 _{kl}	14,20 _p
T15	a2b2c3	66,57 _{klm}	52,47 _{gh}	37,60 _{fg}	26,60 _c	17,17 _{jkl}	12,30 _{kl}
T16	a2b3c1	66,30 _{klm}	51,63 _{fg}	38,33 _{ghij}	27,67 _{def}	17,50 _i	13,70 _o
T17	a2b3c2	57,90_{bc}	34,97_b	15,53_{ab}	12,23_a	10,43_b	7,90_c
T18	a2b3c3	58,40 _{bc}	47,03 _c	32,07 _d	27,27 _{cde}	16,67 _i	13,97 _{op}
T19	a3b1c1	64,70 _{ghijk}	49,50 _d	37,87 _{fghi}	26,87 _{cd}	14,47 _{de}	11,40 _{ghi}
T20	a3b1c2	61,77 _{ef}	50,17 _{def}	38,53 _{ghij}	29,43 _{ljk}	14,37 _{cde}	11,10 _{ef}
T21	a3b1c3	63,97 _{gh}	50,90 _{def}	38,73 _{hijk}	27,27 _{cde}	14,57 _{de}	11,47 _{ghi}
T22	a3b2c1	65,27 _{hijk}	50,00 _{de}	38,30 _{fghi}	27,07 _{cd}	14,20 _{cd}	10,97 _{de}
T23	a3b2c2	61,03 _{de}	51,50 _{efq}	39,37 _{jkl}	29,30 _{ljk}	13,93 _c	11,13 _{efg}
T24	a3b2c3	63,97 _{gh}	50,90 _{def}	38,73 _{hijk}	27,27 _{cde}	14,37 _{cde}	10,97 _{de}
T25	a3b3c1	64,47 _{ghij}	50,00 _{de}	38,30 _{fghi}	27,07 _{cd}	16,60 _i	12,47 _i
T26	a3b3c2	63,20 _{fg}	51,50 _{efg}	39,37 _{jkl}	29,30 _{ljk}	16,70 _{ij}	12,53 _{lm}
T27	a3b3c3	63,97 _{gh}	50,90 _{def}	38,73 _{hijk}	27,27 _{cde}	14,17 _{cd}	10,67 _d

4.1.3 Evaluación del contenido de vitamina c y betacaroteno del aguaymanto secado con pretratamiento ultrasónico

a) Respecto al contenido de Vitamina C

El Tabla 14, presenta los resultados del contenido de vitamina C con respecto a la materia prima, tratamiento ultrasónico y secado. Se aprecia en general que, si existen diferencias significativas entre los niveles de contenido de vitamina C cuando se compara la materia prima, el tratamiento ultrasónico y el secado con los cuatro tratamientos analizados.

Comparando el contenido de Vitamina C en la materia prima no hay diferencias significativas, mientras que en el tratamiento ultrasónico los valores de Vitamina C fueron en primer lugar T9 con un contenido de 29.78mg/100g de Vit. C, en segundo lugar, T7 con 28.07 mg/100 g. Vit. C, en tercer lugar, T0 con un contenido de 27.95 mg/100 g. Vit C y cuarto lugar T17 con un contenido de 25.51 mg/100g de Vit. C. No existiendo diferencias significativas entre T0 y T7. En el contenido de Vitamina C durante el secado podemos observar primer lugar T9 con un contenido de 33.75mg/100g de Vit. C, en segundo lugar, T7 con 29.79 mg/100 g. Vit. C, en tercer lugar, T0 con un contenido de 26.39 mg/100 g. Vit C y cuarto lugar T17 con un contenido de 23.91 mg/100g de Vit. C. Existiendo diferencias significativas en todos los tratamientos.

Con respecto a la comparación de materia prima, tratamiento ultrasónico y secado, se observa que en el T0 no existe diferencia significativa entre MP y TU mientras que si hay diferencia significativa entre estos con el SC. Con respecto al T7 observamos que no existe diferencia significativa entre entre la MP y SC, pero si con el TU. Con respecto al T9 existe diferencia significativa entre MP, TU y SC. Por último con respecto a T7 también existe diferencia sinificativa entre MP, TU y SC

Tabla 14. Prueba de Tukey para el efecto del contenido de Vitamina C

TRATAMIENTO	MATERIA PRIMA (MP)	TRATAMIENTO ULTRASÓNICO (TU)	SECADO (SC)
T0	27,95 ^{cX}	27,95 ^{bX}	26,39 ^{cY}
T7	27,96 ^{cY}	28,07 ^{bY}	29,79 ^{bX}
T9	27,95 ^{cZ}	29,78 ^{aY}	33,75 ^{aX}
T17	27,97 ^{cX}	25,51 ^{cY}	23,91 ^{dZ}

b) Respecto al contenido de Betacaroteno

El Tabla 15, presenta los resultados del contenido de Betacarotenos con respecto a la materia prima, tratamiento ultrasónico y secado. Se aprecia que en general si existen diferencias significativas entre los niveles de contenido

de Betacaroteno cuando se compara la materia prima, el tratamiento ultrasónico y el secado con los cuatro tratamientos analizados.

Comparando el contenido de Betacaroteno en la materia prima no hay diferencias significativas, mientras que en el tratamiento ultrasónico los valores de Betacaroteno fueron en primer lugar T9 con un contenido de 1,35 mg/100g de Betacaroteno, en segundo lugar T17 con 1,17 mg/100 g. Betacaroteno, en tercer lugar T0 con un contenido de 1,16 mg/100 g. Betacaroteno y cuarto lugar T7 con un contenido de 1,12 mg/100g de Betacaroteno. No existiendo diferencias significativas entre T0 y T17. En el contenido de Betacaroteno durante el secado podemos observar primer lugar T9 con un contenido de 1,41 mg/100g de Betacaroteno, en segundo lugar, T7 y T17 con 1,22 mg/100 g. Betacaroteno cada uno, en cuarto lugar, T0 con un contenido de 1,10 mg/100 g. Betacaroteno, no existiendo diferencias significativas entre T7 y T17.

Con respecto a la comparación de materia prima, tratamiento ultrasónico y secado por cada tratamiento, se observa que en el T0 no existe diferencia significativa entre MP y TU mientras que si hay diferencia significativa entre estos con el SC. Con respecto al T7 observamos que no existe diferencia significativa entre entre la MP y TU, pero si con el SC. Con respecto al T9 existe diferencia significativa entre MP, TU y SC. Por último, con respecto a T7 no existe diferencia significativa entre MP y TU, TU y SC y si existe diferencia significativa entre MP y SC.

Tabla 15. Prueba de Tukey para el efecto del contenido de Betacaroteno.

Tratamiento	Materia Prima	Tratamiento Ultrasónico	Secado
T0	1,16 ^{cX}	1,16 ^{bX}	1,10 ^{cY}
T7	1,17 ^{cY}	1,12 ^{cZ}	1,22 ^{bX}
T9	1,16 ^{cZ}	1,35 ^{aY}	1,41 ^{aX}
T17	1,18 ^{cX}	1,17 ^{bX}	1,22 ^{bX}

4.1.3 Caracterización del producto final

Los frutos de aguaymanto seco, según el tratamiento de estudio que conservo mejor su contenido de Betacarotenos y Vitamina C, presentan las siguientes propiedades fisicoquímicas y microbiológicas que se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 16. Características fisicoquímicas del Aguaymanto deshidratado que conservó mejor el contenido de Vitamina C y Betacaroteno (T9).

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Proteínas	%	Kjeldahl Method	0,1
Carbohidratos	%	Indirect Method	82,24
Grasas	%	Hexane extract	0,03
Cenizas	%	Direct Method	4,8
Humedad	%	Air Oven	12,83

Fuente: Servicios Integrales BIOVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 14.03.82

Como se visualiza el aguaymanto seco en la investigación presenta: proteínas 0,1%, carbohidratos 82,24%, grasas 0,03%, cenizas 4,8% y humedad 12,83%.

Tabla 17. Características microbiológicas del Aguaymanto seco que conservó mejor el contenido de Vitamina C y Betacaroteno (T9).

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO	L.M.P.
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/g	2	10
Microorganismos Aerobios Mesofilos	UFC/g	0	10 ²
Levaduras	UFC/g	0	10 ²
Mohos	UFC/g	0	10 ³
<i>Salmonella Sp.</i>	UFC/25g	ausencia	ausencia

Fuente: Servicios Integrales BIOVITAL S.A.C., Certificado de análisis No 14.03.82

Como se visualiza la materia prima utilizada en la investigación presenta: *Escherichia coli* 2 UFC/g, microorganismos aerobios mesófilos 20 UFC/g, levaduras 6 UFC/g, mohos 4 UFC/g y ausencia de *Salmonella sp.*

4.1.4 Evaluación de las características organolépticas del aguaymanto secado con pretratamiento ultrasónico

De acuerdo a los resultados del estudio de los atributos realizados a las tres muestras de Aguaymanto y el testigo, se establecieron que los tratamientos más óptimos resultaron los tratamientos T9 y T7 sin tener diferencia significativa. El anexo VII se presenta los resultados de la evaluación sensorial y los análisis estadísticos con la prueba no paramétrica de Friedman, donde los panelistas calificaron en una escala de 1 a 7 los atributos de sabor, color, textura y olor.

a) Atributo Sabor

Con respecto al atributo sabor (ver tabla18) los panelistas prefirieron el sabor del tratamiento 9 y el tratamiento 7 sin tener diferencia significativa. Tampoco se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento 7 y 17, así como el tratamiento 17 y el testigo. La puntuación de todas las muestras fue entre 4 y 5 que de acuerdo a la escala hedónica utilizada, corresponde entre indiferente y agradable para el caso del atributo sabor o regular y bueno en los atributos restantes.

Tabla 18. Resultados de la evaluación sensorial atributo Sabor del Aguaymanto seco, según tratamientos (prueba estadística de Friedman $\alpha=0.05$)

ATRIBUTO SABOR		
TRATAMIENTOS COMPARADOS	Medias	Significancia
T ₉	5,20	a
T ₇	5,00	a b
T ₁₇	4,58	b c
T ₀	4,53	c

En cuanto al atributo olor (ver cuadro 20), los tratamientos 9 y 7 también son los que más destacan, sin encontrar diferencia significativa entre ambos. Tampoco se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento 17 y 0, encontrándose en una puntuación de 4 y 5 en la escala hedónica utilizada.

Tabla 19. Resultados de la evaluación sensorial atributo Olor del Aguaymanto seco, según tratamientos (prueba estadística de Friedman $\alpha=0.05$).

ATRIBUTO OLOR		
Tratamientos Comparados	Medias	Significancia
T₉	5,27	a
T₇	5,20	a
T₁₇	5,00	a b
T₀	4,60	B

También, en la evaluación del atributo textura (ver Tabla 20), no se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos 9 y 7. Tampoco se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento 7 y 17, así como el tratamiento 17 y el testigo. Todos ellos se encuentran con una puntuación de 4 y 5 en la escala hedónica utilizada.

Tabla 20. Resultados de la evaluación sensorial atributo Textura del Aguaymanto seco, según tratamientos (prueba estadística de Friedman $\alpha=0.05$)

ATRIBUTO TEXTURA		
TRATAMIENTOS COMPARADOS	Medias	Significancia
T₉	5,33	a
T₇	4,87	a b
T₁₇	4,60	b c
T₀	4,33	C

Finalmente, los resultados de atributo color (ver Tabla 21) de las muestras de aguaymanto seco, no se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos 9 y 7. Tampoco se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento 17 y el testigo. Todos ellos se encuentran con una puntuación entre 4 y 5 en la escala hedónica utilizada.

Tabla 21. Resultados de la evaluación sensorial atributo Color del Aguaymanto seco, según tratamientos (prueba estadística de Friedman $\alpha=0.05$)

Atributo Color		
Tratamientos Comparados	Medias	Significancia
T₉	5,80	a
T₇	5,27	a
T₁₇	4,53	B
T₀	4,20	B

V. DISCUSIÓN

5.1. Caracterización de la materia prima

Como se puede observar en el cuadro 07, la materia prima utilizada en la investigación presenta: proteínas 0,5%, carbohidratos 25,07%, grasas 0,03%, cenizas 1,3% y humedad 83,1%. Al respecto Encina *et al.* (2007) indica según el cuadro 01 que, la Humedad es $80,8 \pm 0,02$, proteína $1,2 \pm 0,01$, grasas $0,2 \pm 0,01$, carbohidratos totales $14,9 \pm 0,01$, ceniza $1,12 \pm 0,01$, Acidez total (gr ác. cítrico/ 100 ml de fruto) $2,28 \pm 0,03$, Ph $4,08 \pm 0,01$. Así también Rodríguez *et al.* (2008) muestra un análisis proximal de la Uchuva Ecotipo Colombia, que muestra los siguientes datos: Componentes % p/p; Agua $87 \pm 0,72$; Carbohidratos $10,52 \pm 0,51$; Grasa $0,51 \pm 0,0053$; Ceniza $0,54 \pm 0,0032$; Proteínas $1,09 \pm 0,072d$.

Como se visualiza en el cuadro 08 la materia prima utilizada en la investigación presenta: *Escherichia coli* 2 UFC/g, microorganismos aerobios mesófilos 20 UFC/g, levaduras 6 UFC/g, mohos 4 UFC/g y ausencia de *Salmonella sp.* Al respecto los resultados se encuentran dentro de los límites microbiológicos aceptables en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (2003) para las frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas y liofilizadas, las cuales muestran un rango mínimo aceptables es de mohos por gramo es 10m, levaduras 10m, *Escherichia coli* 10m y ausencia de *Salmonella sp.* en 25g.

5.2. Contenido de vitamina C y betacaroteno en el aguaymanto fresco con pretratamiento ultrasónico.

5.2.1. Contenido de Vitamina C

En el cuadro N°09 se muestra el contenido de Vitamina C en la materia prima varía de 27,95 mg/100g de aguaymanto a 27,97 mg/100g de aguaymanto, sin embargo hay cambios al realizarse el tratamiento ultrasónico que varía de 25.91 mg/100g de aguaymanto hasta el mejor tratamiento (T9) con 29.78 mg/100g de aguaymanto. Con respecto a ello Gutiérrez (2007) menciona que el contenido de Ácido Ascórbico (AA) determinado para la uchuva fue de 0,3320 mg ($\pm 0,0262$)/g de muestra y Cahuapaza C. *et. al.* (2011) concluye que el aguaymanto (*Physalis peruviana*) es fuente de vitamina C, estudios realizados reportaron un contenido de 20-40 mg/100g.

5.2.3 Contenido de Betacaroteno.

La materia prima mostró un contenido de Betacaroteno de 1,16 mg/100g de aguaymanto en promedio, observándose cambios durante el tratamiento ultrasónico, siendo el tratamiento 9 quien conserva mejor el contenido de Betacaroteno con un valor de 1,35 mg / 100g de aguaymanto, lo cual tiene relación con el contenido de carotenos totales que expresa Encina (2007) con 1,77+-0,02 mg de β -caroteno/100g. y los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.* (2008) de 1,0881 mg / 100g de aguaymanto fresco.

Tiempo de secado de aguaymanto aplicando un pretratamiento ultrasónico en función al contenido de humedad

Como muestra el cuadro N° 14, nos permiten notar diferencias estadísticas entre tratamientos, registrándose la humedad óptima (12 – 15%) a las 25 h. para tres tratamientos, estando en primer lugar el Tratamiento 9 (T9), el cual es la mezcla de los niveles a1b3c3 con humedad de 12,83%, seguido por el Tratamiento 7 (T7) en segundo lugar con la mezcla de niveles a1b3c1 con humedad de 13,43%, y finalmente el Tratamiento 17 (T17) con la mezcla de niveles a2b3c2 con humedad de 12,23%. Como aún no se estandarizan normas nacionales ni internacionales para el Aguaymanto se toma en cuenta la referencia de ventas de Aguaymanto deshidratado donde Isabelle Fruits (2012) menciona que el aguaymanto tiene un contenido de humedad de 11 – 15%, mientras que la Codex Stan 67 (1981)) Para las Uvas Pasas menciona que la humedad para las pasas Tipo Moscatel Málaga es de 31%, Forma de presentación sin pepitas 19% y todas las demás formas de presentación y tipos 18%.

Con respecto al tiempo de secado, el óptimo fue a los 1500 min (25 hr,) donde podemos comparar ello con lo que menciona Duque C. *et. al.* (2011) evaluó la eficiencia de la reducción del agua de frutas de la uchuva y la mora, por medio de métodos de secado con aire caliente (SAC) a 35 °C, y secado combinado de aire caliente y microondas (SAC-MW) con pulsos de 7segundos, cada 45 segundos a 35 °C. A los productos de la uchuva y la mora entera y en mitades, se les evaluó las variables de tiempo de secado, color (ΔE) y textura. Los resultados obtenidos mostraron que el secado con SAC-MW es más eficiente que el SAC, ya que las frutas requieren de menor tiempo para alcanzar el equilibrio. La fruta de uchuva entera, secada por SAC-MW y por SAC, alcanzó el equilibrio

a los 600 min y a los 7280 min, respectivamente. La uchuva en mitades alcanzó el equilibrio por SAC-MW a los 300 min y por SAC a los 2960 min.

También podemos mencionar a Rodríguez et al. (2008) quien determinó las condiciones de temperatura más favorables para un proceso de secado de uchuva (*Physalis peruviana L*) con aire caliente, con deshidratación osmótica (DO) como pretratamiento, utilizando una solución de sacarosa de 70 °Brix a 40°C durante 16 horas. Los tiempos de secado para alcanzar una humedad de la fruta cercana a 2,5% base seca son de 7, 9 y 12 horas a 60, 50 y 40°C respectivamente, para las frutas tratadas sin DO. Para las frutas tratadas con DO, los tiempos de secado son de 4, 5 y 6 horas a 60, 50 y 40°C respectivamente.

Con respecto al efecto del ultrasonido durante el proceso de secado, según el cuadro 14 se puede observar que el mejor tratamiento (T9) tiene un pretratamiento ultrasónico a 50 °C de temperatura, 100% de potencia por 20 minutos, al respecto Juárez (2010) menciona que realizó una investigación sobre la implementación de un pretratamiento ultrasónico con la finalidad de reducir el tiempo de secado del chile habanero. El pretratamiento fue llevado a cabo sumergiendo la muestra en agua destilada y aplicando señales ultrasónicas durante 30 y 60 minutos con un procesador ultrasónico de 750 Watts (20 kHz), operado a 5 niveles de porcentaje de amplitud de onda entre 20 y 100%. Inmediatamente después del tratamiento, las muestras fueron deshidratadas en un horno de convección forzada con aire a 60°C y una velocidad de 2 ± 0.2 m/s. El tiempo de secado fue disminuido desde un 25% hasta un 50% comparado con los resultados obtenidos de las muestras sin tratamiento. Contrariamente a Juárez, Moore (2010) realizó un estudio sobre el efecto de la aplicación del ultrasonido en la deshidratación de Murtilla *ugni molinae turcz*, donde concluyó que el uso de ultrasonido como pretratamiento en los rangos ensayados en deshidratación de murtilla no disminuyeron significativamente el tiempo de deshidratación. Además, el ultrasonido no tiene efecto en la rehidratación, las diferencias se observan sólo por la temperatura de rehidratación.

Laboratorios Rosciny SAC, (2014), empresa exportadora peruana de aguaymanto deshidratado hace referencia que, el aguaymanto escaldado por 10 segundos llevados a deshidratación tarda en secar en un promedio de 35 horas a humedades entre 13 y 14%.

Contenido de vitamina c y betacaroteno del aguaymanto secado con pretratamiento ultrasónico

5.2.3 Respecto al contenido de Vitamina C

Como se visualiza en el cuadro 15 el mejor contenido de Vitamina C después del proceso de secado fue el T9, que contiene 33,75 mg/100g de Vitamina C. Al respecto Rodríguez *et al.* (2008) menciona que se observa un descenso en el contenido de acidez, el cual cambia de 1.970 g ácido cítrico/100g para la muestra de fruta fresca a 1.128 g ácido cítrico/100g muestra para fruta deshidratada; este descenso obedeció a la degradación de la vitamina C durante el secado, ya que existe una relación entre el contenido de esta vitamina y el contenido de acidez. García (2008) menciona que la vitamina C es la más inestable de todas las vitaminas, es sensible al calor sobre los 140°F (60°C), a la oxidación, a la deshidratación, y al almacenamiento. Además, es hidrosoluble y en consecuencia quedará en el agua de la cocción. Para minimizar las pérdidas es aconsejable hervirlas con muy poca agua o mejor al vapor.

Licata (2010) menciona que por día considerando un almacenamiento a temperatura ambiente a 20°C - 69°F, una legumbre verde pierde el 35% de su cantidad de vitamina C. Considerando un almacenamiento en una heladera convencional 4°C - 35°F, la pérdida de vitamina C en un solo día es del 10%.

5.2.3. Respecto al contenido de Betacaroteno

Como se puede ver en el cuadro 16 el mayor contenido de Betacaroteno durante el secado es de 1,41 mg/100g de aguaymanto seco con el tratamiento 9, en segundo lugar, T7 y T17 con 1,22 mg/100 g. aguaymanto seco cada uno, en cuarto lugar, T0 con un contenido de 1,10 mg/100 g. aguaymanto seco, no existiendo diferencias significativas entre T7 y T17.

Gonzales (2006) menciona que el Betacaroteno es Termosensible (sensible al aumento de la temperatura), sensible a la oxidación y sensible a la luz.

Aredo *et al.* (2012) determinó que la mejor condición de temperatura para el secado convectivo del aguaymanto es de 60°C logrando una menor degradación del Betacaroteno.

5.3. Caracterización del producto final

Como se muestra en el cuadro 17 el aguaymanto seco (T 9) presenta: proteínas 0,1%, carbohidratos 82,24%, grasas 0,03%, cenizas 4,8% y humedad 12,83%. Mientras que en el cuadro 07, la materia prima utilizada en la investigación presenta: proteínas 0,5%,

carbohidratos 25,07%, grasas 0,03%, cenizas 1,3% y humedad 83,1%, de lo cual podemos observar que cuando el producto es deshidratado hay un aumento de proteínas, cenizas y carbohidratos, mientras que hay una disminución de humedad y un nivel similar correspondiente a grasas.

Al respecto Isabelle Fruits (2012) menciona los siguientes componentes: grasas totales 0g, colesterol 0g, carbohidratos 60g, perfil de azúcares 34g, proteína 5g, y cenizas 3,5. Además menciona que el contenido de humedad de 11 – 15%.

Características organolépticas del aguaymanto secado con pretratamiento ultrasónico

En el cuadro 19 no se muestra diferencia significativa entre los tratamientos 9 y 7 con respecto al atributo sabor, siendo los tratamientos con mejor puntuación con 5 puntos en la escala hedónica utilizada en el estudio, que se interpreta como agradable.

Con respecto al atributo olor no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos 9, 7 y 17, siendo los tratamientos con mejor puntuación con 5 puntos en la escala hedónica, calificándolo como bueno.

También, en la evaluación del atributo textura, no se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos 9 y 7. Tampoco se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento 7 y 17, así como el tratamiento 17 y el testigo. Todos ellos se encuentran con una puntuación de 4 y 5 en la escala hedónica, siendo de regular a bueno.

Finalmente, los resultados de atributo color de las muestras de aguaymanto seco, no se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos 9 y 7. Tampoco se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento 17 y el testigo. Todos ellos se encuentran con una puntuación entre 4 y 5 en la escala hedónica, siendo de regular a bueno.

Al respecto Duque C. et. al. (2011) en su estudio “Evaluación de las técnicas de secado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) y mora (*Rubus glaucus*) con aire caliente y aire caliente – microondas “menciona que los tratamientos no presentan una influencia directa en la modificación del color; sin embargo, entre los tratamientos la textura presentaba un comportamiento inverso.

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

Isabelle Fruits (2012) menciona que las características organolépticas del aguaymanto deshidratado es textura suave (masticable), superficie arrugada similar a la uva de pasa.

Según el Codex Stan 67 (1981) menciona que las uvas pasan tendrán las características de desarrollo propias de uvas pasas preparadas con uvas bien maduras, cuya madurez vendría indicada por un color y una textura adecuadas al tipo de que se trate, y estas uvas pasas comprenderán una proporción apreciable de frutos pulposos y con alto contenido de azúcar.

VI. CONCLUSIONES

- El tratamiento óptimo de menor tiempo en el secado de aguaymanto y el que redujo la pérdida de Betacaroteno es la interacción de los niveles a1b3c3 (T9), lo cual se interpreta como un pretratamiento ultrasónico de 20 minutos con 50°C de temperatura y 1500 w de potencia.
- El mejor tratamiento (T9) para secado de aguaymanto, donde el secado es más rápido y se reduce la pérdida de Vitamina C es la interacción de los niveles a1b3c3, que coincide con la evaluación con respecto al contenido de Betacaroteno.
- El tiempo de secado óptimo para el aguaymanto aplicando un pretratamiento de ultrasonido (T9) es de 25 horas.
- Las características organolépticas del aguaymanto secado con pretratamiento ultrasónico se encuentran en la evaluación de regular a bueno, considerando que el T9 alcanzó el cualitativo de bueno.

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el contenido de Vitamina C y Betacaroteno a temperaturas de secado menores a 50°C para determinar las razones de la pérdida de dichos componentes.
- Realizar estudios con diferentes métodos de secado para evaluar el contenido de Vitamina C y Betacaroteno.
- Realizar estudios de almacenamiento del aguaymanto seco con pre tratamiento ultrasónico para determinar la sensibilidad de rehidratación.
- Se recomienda realizar un estudio de costos para la producción de aguaymanto secado utilizando pretratamiento con ultrasonido.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abadía, B., & Bartosik, R. (2013). *Manual de Buenas Prácticas en Poscosecha de Granos Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria*. I(1000), 194.
- Alvarado, O. (2012). *Estudio de factibilidad de una planta de mermelada de aguaymanto en la provincia de Cajamarca* [Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/1308>
- Aredo, V., Arteaga, A., Benitez, C., & Gerónimo, W. (2012). *Comparación entre el secado convectivo y osmoconvectivo en la pérdida de vitamina C de Aguaymanto (Physalis peruviana) con y sin pre-tratamiento de NaOH*. 2(2). <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2012.02.01>
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección*. 494. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-04622006000200010>
- Basulto, J., Moñino, M., Farrau, A., Baladia, E., María, M., & Cervera, P. (2014). *Recomendaciones de manipulación doméstica de frutas y hortalizas para preservar su valor nutritivo*. 18(2), 100-115.
- Castro, A., Rodríguez, L., & Vargas, E. (2008). *secado de uchuva (Physalis peruviana L) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación*. 15.
- Chipana, R. (2014). *Determinación de la estabilidad del ácido ascórbico en el zumo de aguaymanto (Physalis peruviana L.)* [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3424>

- Cortés, M., Chiralt, A., & Puente, L. (2005). *Alimentos Funcionales: Una historia con mucho presente y futuro*. 12(1).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815869001>
- Cruz, R. (2007). *Vitamina A, carotenoides pro y no provitamina A*. 1(2).
<https://revistarenut.org/index.php/revista/article/view/43>
- De la Fuente, S., Gallego, J., & Rivera, E. (2004). *Estudio de los parámetros involucrados en el proceso de deshidratación ultrasónica de vegetales*. 35, 25-30.
- De la Fuente, S., Rodríguez, G., Rivera, E., Gallego, J., & Mullet, A. (2005). *Desarrollo de un Sistema de Secado mediante Lecho Fluido Asistido por Ultrasonidos de Potencia. Premio «Andrés Lara 2004»*. 36.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1160675>
- Delgado, J. (2012). *Aplicación del Ultrasonido en la Industria de los Alimentos Application of Ultrasound in the Food Industry*. 6.
<https://doi.org/10.22490/25394088.1098>
- Dopf, L. (1998). *Aguaymanto*. 32.
<http://www.espejodelperu.com.pe/Alimentos/Aguaymanto/index.htm#.YIJd2pBKjIU>
- Encina, C., Ureña, M., & Repo, P. (2007). *Determinación de compuestos bioactivos del aguaymanto (Physalis peruviana, Linnaeus, 1753) y de su conserva en almíbar maximizando la retención de ácido ascórbico*.
<https://doi.org/10.33017/reveciperu2007.0002/>

- Espinoza, J. (2011). *Aplicación de un proceso de secado asistido infrarrojo para la deshidratación del fruto de murtila (Ugni molinae Turcz.)* [Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105386>
- Fischer, G., Miranda, D., Piedrahíta, W., & Jorge, R. (2005). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://www.uneditorial.com/avances-en-cultivo-44-poscosecha-y-exportacion-de-la-uchuva-physatis-peruviana-l-en-colombia-agropecuaria-1.html>
- Ganem, I., Aguilar, M., Donsant, L., & Viel, H. (2012). *Aspectos esenciales sobre vitamina C*. 73. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551757293021>
- García, J. (2007). *Contribución al estudio de la aplicación de ultrasonidos de potencia en el secado convectivo de alimentos* [Universidad Politécnica de España]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/1890>
- Gutierrez, T., Hoyos, O., & Páez, M. (2007). *Determinación del contenido de ácido ascórbico en uchuva (physalis peruviana l.), por cromatografía líquida de alta resolución (clar)*. 5(1). <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/653>
- León, J. (2010). *Determinación de la vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (Chenopodium quínoa Willd)* [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3487>
- Licata, M. (2011). La conservación de las vitaminas en los alimentos [Dieta]. *Nutrición*. <https://www.zonadiet.com/nutricion/coccion.php>

- Lupano, C. (2013). *Modificaciones de componentes de los alimentos: Cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento* (1.^a ed.).
- Marín, E., Lemus, R., Flores, V., & Vega, A. (2006). *La Rehidratación de Alimentos Deshidratados*. 33(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182006000500009>
- Moore, E. (2010). *Efecto de la aplicación de ultrasonido en la deshidratación de murtila Ugni molinae turcz.* [Universidad de Concepción].
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/1248>
- Morton, J. (1987). *Fruits of Warm Climates*. 430-434.
- Ospina, S. (2008). *La atmósfera modificada: Una alternativa para la conservación de los alimentos*. 5(2).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492008000200014
- Ozuna, C., García, J., Ortuño, C., Cárcel, J., & Mulet, A. (2011). Modeling Ultrasonically Assisted Convective Drying of Eggplant. *Drying Technology*, 29, 1499-1509.
- Ponce, E. (2014). *Nostoc: Un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica*. 32, 115-118.
- Pulido, A. (2007). *Estabilidad de microcápsulas de vitamina c obtenidas mediante secado por aspersion utilizando quitosano como material de pared.* [Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/46994>
- Robalino, M. (2012). *Proyecto de factibilidad de una planta deshidratadora de frutas para la zona Sierra Centro.* [Escuela Politécnica del Ejército].
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8272>

- Robles, L., & Ochoa, L. (2012). *Ultrasonido y sus aplicaciones en el procesamiento de alimentos*. 13(2), 109-122.
- Rodríguez, R., Rojo, G., Martínez, R., Piña, H., Ramírez, B., Vaquero, H., & Cong, M. (2014). *Envases inteligentes para la conservación de alimentos*. 10(6).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132135012>
- Uzca, E. (2008). *Diseño del proceso para la industrialización de Uvilla (Physalis peruviana L.)* [Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/924>
- Velazquez, C., & Toledo, J. (2007). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña platano, citricos)*. 136.
- Veloso, M. (2014). *Efecto de la sustitución parcial de azúcar por un edulcorante no calórico, tiempo de concentración osmótica y temperatura de secado para mejorar las propiedades sensoriales de la uvilla (Physalis peruviana l.) deshidratada osmóticamente como alternativa para la Asociación Artesanal “Tierra Productiva”, del Cantón Quero de la Provincia de Tungurahua*. [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8449>

ANEXOS

ANEXO I: PROTOCOLOS DE ANÁLISIS DE CAROTENOS Y VITAMINA C

1) Determinación espectrofotométrica de carotenoides totales

Valls (2006) menciona que el método se fundamenta en la medición de la absorbancia de un extracto de los carotenoides presentes en el alimento y luego mediante el uso de una curva de calibración o la aplicación $E^{1\%}_{1cm}$ se calcula el contenido de carotenoides en la muestra.

Reactivos:

- Éter de petróleo
- Sulfato de sodio anhidro (Na₂SO₄)
- Solución concentrada de beta-caroteno en alcohol isopropílico/ 2cloroformo (25:75) (80mg/ ml).
- Solución diluida de beta-caroteno (10 ml de solución concentrada + Éter de petróleo en cantidad suficiente para 100 ml)
- Acetona.

Procedimiento:

Curva patrón

- Tomar 5 tubos de ensayo y enumerar del 1 al 5. Colocar en cada uno de ellos las cantidades de reactivos que se especifican a continuación:

Cuadro 04. Tubos con reactivos para armar curva patrón

Tubo N°	1	2	3	4	5
MI de solución diluida de beta-caroteno	0	2	4	6	8
MI de solvente puro (éter de petróleo)	10	8	6	4	2

Fuente: Valls P. (2006)

- Agitar con cuidado los tubos y determinar la absorbancia de cada solución a la longitud de onda máxima.

- Construir la curva de calibración trazando un gráfico de la absorbancia correspondiente contra la concentración de beta-caroteno contenida en cada una de las soluciones patrón.

Determinación del contenido de carotenoides

Valls P. (2006) indica realizar el siguiente procedimiento para realizar las determinaciones de carotenoides.

- Pesar aproximadamente 1g de muestra fresca del alimento previamente pelada y cortada en trozos pequeños.
- Homogenizar en una licuadora con 60 ml de acetona por unos 3 minutos.
- Decantar y agregar más acetona para realizar una extracción. Repetir el proceso hasta extraer completamente los pigmentos.
- Filtrar y lavar el residuo que queda en el papel de filtro con unos 20-30 ml de acetona.
- Concentrar en campana con un baño de María (o en plancha eléctrica) hasta pequeño volumen.
- Agregar 60 ml de éter de petróleo.
- A la solución etérea que contiene los carotenoides agregar una pequeña cantidad de Na₂SO₄ anhidro. Dejar la solución con el agente desecante unos 15 minutos, agitar ocasionalmente.
- Transferir cuantitativamente la solución etérea a un matraz aforado de 100 ml y llevar a volumen con éter de petróleo.
- Tomar con una pipeta 2 ml de esta solución (o un volumen que pueda medirse la intensidad de color) y transferir a un tubo.
- Agregar 8 ml de éter de petróleo y medir la absorbancia a la longitud de onda de máxima absorción encontrada previamente.

Cálculos

- Determinar por medio de la curva estándar la cantidad de carotenoides totales presentes en la muestra. Expresarlos como mg de beta-carotenos/100 g de muestra.
- Calcular la cantidad de carotenoides totales expresados como beta-caroteno utilizando la constante $E_{1\%}^{1\text{cm}}$
- Comparar ambos resultados.

2) Determinación cuantitativa del ácido ascórbico por espectrofotometría

Matissek *et al.* (1998) menciona que el método se fundamenta que el ácido L-ascórbico (AA) se extrae del correspondiente material a investigar con una disolución de ácido oxálico, transformándose a continuación con 2,6-diclorofenolindofenol (DI) en ácido dehidroascórbico (ADA).

Materiales y equipos:

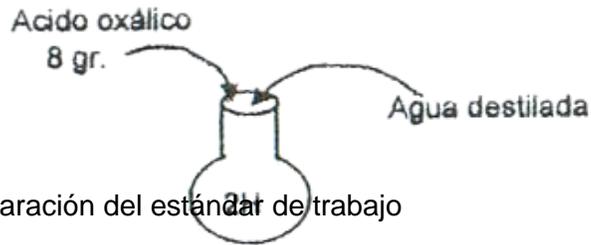
- Pipetas 1, 2, 3, 4, 5 y 10 mL.
- Fiolas 100, 1000 mL.
- Tubos de ensayo.
- Espectrofotómetro.
- Cubetas del espectrofotómetro
- Papel tissue
- Vortex

Reactivos:

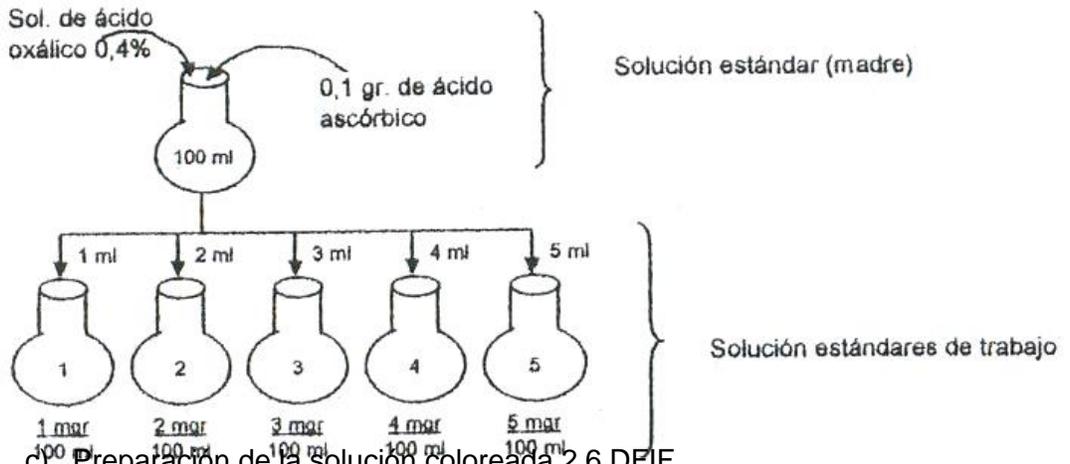
- Ácido oxálico al 0.4%
- Solución estándar de ácido ascórbico 0.1%
- Solución coloreada 2-6 DFIF

Procedimiento:

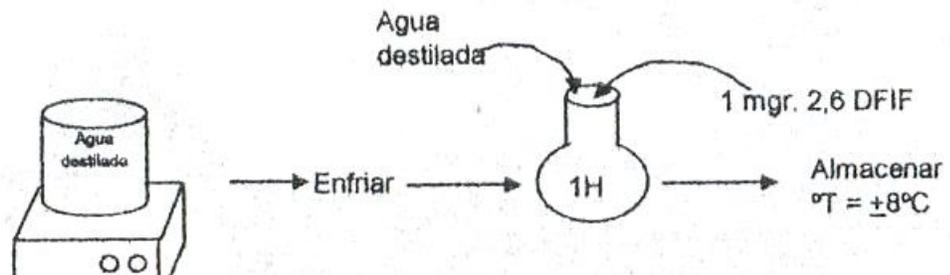
- a) Preparación del ácido oxálico



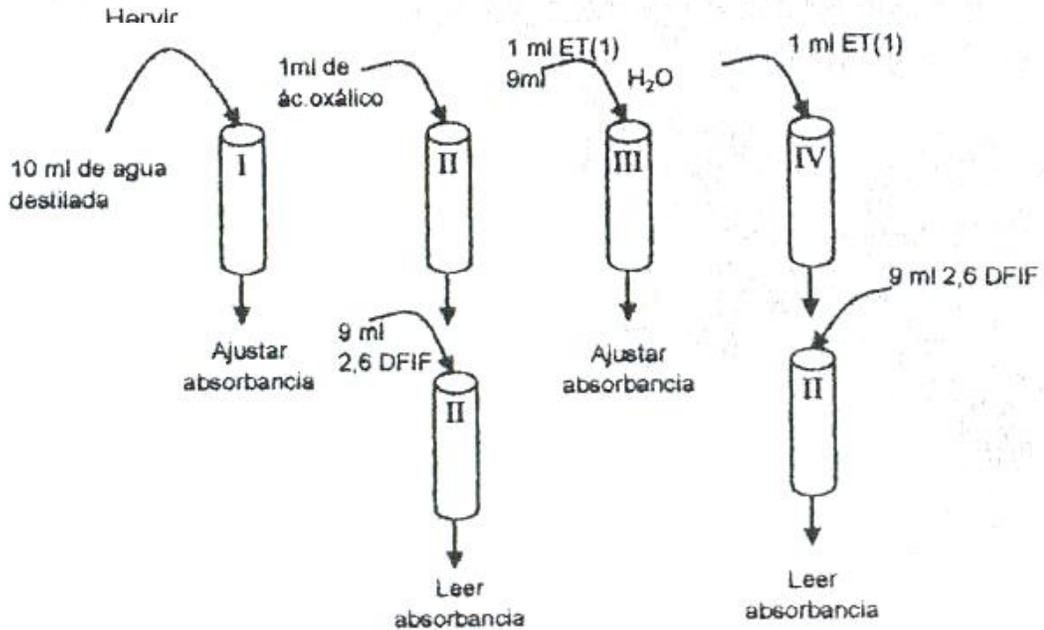
b) Preparación del estándar de trabajo



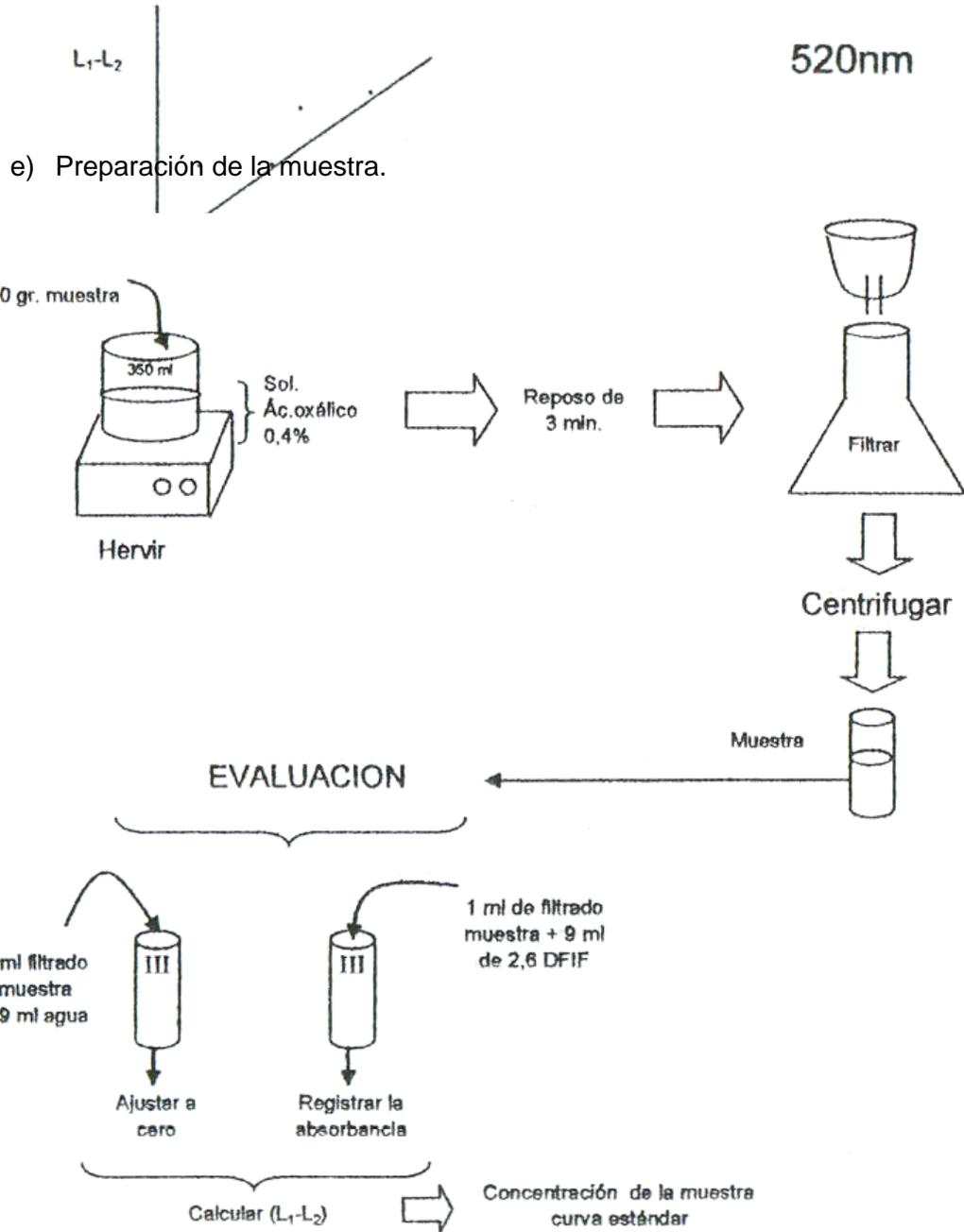
c) Preparación de la solución coloreada 2,6 DFIF



d) Preparación de la curva estándar



Nota: repetir el procedimiento con cada estándar de trabajo y contruir concentración de ácido ascórbico (mgr/100 ml) para todas L₁-L₂



ANEXO II: FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

FECHA	PANELISTA Nombre:.....		
OBJETO: Evaluación organoléptica de los atributos: color, olor, textura y sabor, según tratamiento (muestras).			
INSTRUCCIONES: Pruebe la muestra marcadas con claves, y califícalas en los atributos mencionados. Marca con una X la según tu preferencia <i>Limpie su paladar entre cada muestra con galletas de soda y agua</i>			
Clave de tratamientos	M1	M2	M3
SABOR		OLOR	
<input type="checkbox"/> 7 Excelentemente	agradable	<input type="checkbox"/> 7 Excelente	
<input type="checkbox"/> 6 Muy	agradable	<input type="checkbox"/> 6 Muy	bueno
<input type="checkbox"/> 5 Agradable		<input type="checkbox"/> 5 Bueno	
<input type="checkbox"/> 4 Indiferente		<input type="checkbox"/> 4 Regular	
<input type="checkbox"/> 3 Desagradable		<input type="checkbox"/> 3 Malo	
<input type="checkbox"/> 2 Muy	desagradable	<input type="checkbox"/> 2 Muy	malo
<input type="checkbox"/> 1 Pésimamente	desagradable	<input type="checkbox"/> 1 Pésimo	
TEXTURA		SABOR	
<input type="checkbox"/> 7 Excelente		<input type="checkbox"/> 7 Excelente	
<input type="checkbox"/> 6 Muy	bueno	<input type="checkbox"/> 6 Muy	bueno
<input type="checkbox"/> 5 Bueno		<input type="checkbox"/> 5 Bueno	
<input type="checkbox"/> 4 Regular		<input type="checkbox"/> 4 Regular	
<input type="checkbox"/> 3 Malo		<input type="checkbox"/> 3 Malo	
<input type="checkbox"/> 2 Muy	malo	<input type="checkbox"/> 2 Muy	malo
<input type="checkbox"/> 1 Pésimo		<input type="checkbox"/> 1 Pésimo	
COMENTARIOS			
.....			
.....			
.....			
.....			
Muchas Gracias			

ANEXO VII: Fotografías de la ejecución de la investigación

Figura 4. Caracterización de la materia prima



Figura 5. Proceso de secado



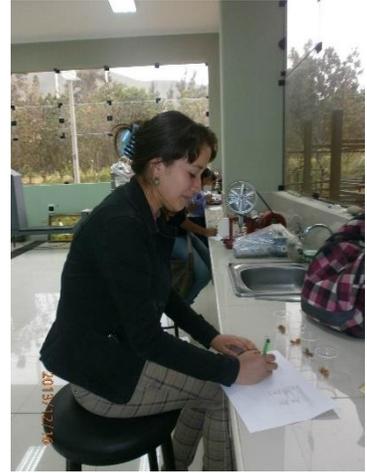
Figura 6. Medición de humedad de las muestras.



Figura 7. Evaluación de Betacarotenos y Vitamina C.



Figura 8. Análisis sensorial.





UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO 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 OCTUBRE del año 2014, siendo las 12:00 horas de acuerdo al Reglamento de Grados Académicos Y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 065-2014-UNHEVAL/CA-D de fecha 02/Oct./2014, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

EVALUACION DE LA INFLUENCIA DEL PRE-TRATAMIENTO ULTRASONICO EN EL CONTENIDO DE BETA-CAROTENO Y VITAMINA C DURANTE EL SECADO DE AGUAYMANTO (Physalis Peruviana).-

presentada por el (la) bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

GABRIELA ESTHER VICARRA RAMIREZ

Bajo el asesoramiento del ING. MICHAEL NEILL PUELO GABRIEL

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE	:	<u>MG. ANGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES</u>
SECRETARIO	:	<u>Dr. SERGIO GRIMALDO MUÑOZ GARAY</u>
VOCAL	:	<u>Dr. RUBÉN MAX ROJAS PORTAL</u>
ACCESITARIO	:	<u>MgSc. MIRIAM EUZABETH RAMOS RAMIREZ</u>

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 18 y cualitativo de MUY BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 14.2 horas.

Huánuco, 14 de OCTUBRE del 2014



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

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

OBSERVACIONES:

NINGUNO

Huánuco, 14 de OCTUBRE del 2014


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, ____ de ____ del 20__

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

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

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

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

Apellidos y Nombres: Vizcarra Ramirez, Gabriella Esther

DNI: 45602656 Correo electrónico: gabriellaesther@gmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 916 718 036 Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de:	<u>Ciencias Agrarias</u>
E. P. :	<u>Ingeniería Agroindustrial</u>

Título Profesional obtenido:

Título de la tesis:

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL PRE-TRATAMIENTO ULTRASÓNICO EN EL CONTENIDO DE BETA-CAROTENO Y VITAMINA C DURANTE EL SECADO DE AGUAYMANTO (Physalis peruviana)

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

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

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

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

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

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

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

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

Fecha de firma: 17 de junio de 2021

Firma del autor y/o autores: 