



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

EFFECTO DEL TRATAMIENTO POR PULSOS LUMINOSOS SOBRE LA
CONCENTRACIÓN DE VITAMINA “C” Y RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS
EN ZUMO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*)

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO
EXTERIOR

AUTOR

GUEVARA HUAMAN, JHOAN DAVID

ASESOR

MSc. Ing. SÁNCHEZ GONZÁLEZ JESÚS ALEXANDER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

PROCESOS AGROINDUSTRIALES

TRUJILLO – PERÚ

2017



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 08
Fecha : 12-09-2017
Página : 1 de 1

Yo, Ing. Sandra Elizabeth Pineda Flores
..... docente de la Facultad Ingeniería y Escuela
Profesional Agricultura y C.C. de la Universidad César Vallejo
Trujillo (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Efecto del Tratamiento por pulsos luminosos sobre la
concentración de vitamina C" y resorte de melas y
levaduras en gomo de Agave magueño (Physalis peruviana L.)

.....
del (de la) estudiante Garcera Huaman, Juan David
..... constato que la investigación tiene un índice de
similitud de 14.3% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Trujillo, 20 de octubre 2017

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 40334394



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 07
Fecha : 12-09-2017
Página : 1 de 1

Yo Jhuan David Guzmán Herrera....., identificado con DNI N° 70154800
egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial y C.A...... de la
Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y
comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado
"Efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la concentración de vitamina C
y actividad de azúcares..."; en el Repositorio Institucional de la UCV
(<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822,
Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 70154800

FECHA: 20 de octubre del 2017.

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) Jhuan David Guevara Huaman
cuyo título es: Efecto del Tratamiento por pulsos luminosos
sobre la concentración de vitamina "C" y recuento de micras
y levaduras en gomo de Agua yonito (Physalis peruviana L).

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 18 (número)
dieciocho (letras).

Trujillo (o Filial) 20 de octubre del 2017



Sandra Paez
PRESIDENTE



Cruz Escobedo
SECRETARIO



Jesús Alexander Sánchez
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy, ser mi guía y darme la fuerza para seguir día a día perseverando.

A mis padres Rosa Huaman y Wilmer Guevara, por todo el sacrificio que hacen para darme la educación necesaria para ser una gran profesional.

A Manuel Rodríguez Alvarado, por ser como un padre y por haber apostado y confiado en que este día llegaría

A mi abuelo José Huaman Calgua quien me motivo y espero verme realizado como profesional

A mis tías que me motivaron para poder culminar con éxito este trabajo de investigación

Guevara Huaman Jhoan David

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo por la formación profesional y personal durante todos estos años. Y en ella agradezco a mi asesor de tesis, MSc. Ing. Sánchez González Jesús Alexander, a la directora de escuela de ingeniería agroindustrial, MSc. Ing. Sandra Pagador Flores y a la Dra. Rosa Patricia Gálvez carrillo, por su apoyo, confianza y por su tiempo brindado para compartir conocimientos y experiencias.

A la empresa Ransa Comercial S.A. y en ella agradezco a la administradora del área de archivo, la Lic. Doris Reyes y al encargado de procesos José cruz Centeno por permitirme darme la disponibilidad de continuar con esta investigación y a la vez brindado su apoyo.

Al laboratorio de microbiología de la Universidad Cesar Vallejo que mostro la disponibilidad de los materiales y el ambiente de trabajo para poder realizar los análisis necesarios para este proyecto de investigación.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Guevara Huaman Jhoan David con DNI N° 70154800, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, julio del 2017



Guevara Huaman Jhoan David

PRESENTACION

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento con las disposiciones vigentes del reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo de Trujillo, someto a su consideración y elevado criterio la tesis titulada:

“Efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la concentración de vitamina “C” y recuento de mohos y levaduras en zumo de aguaymanto (*physalis peruviana l*)”

Es propicia esta oportunidad para manifestar nuestro sincero reconocimiento a nuestra alma Mater y toda su plana docente, que con su capacidad y buena voluntad contribuyeron a nuestra formación profesional.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Guevara Huaman Jhoan David

Trujillo, Julio del 2017

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
DECLARACION DE AUTENTICIDAD	7
PRESENTACION	8
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCION	15
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Trabajos previos	18
1.3. Teorías relacionadas al tema	19
1.4. Formulación del problema	30
1.5. Justificación del estudio.....	31
1.6. Hipótesis	32
1.7. Objetivos	32
II. MARCO METODOLOGICO	33
2.1. Diseño de experimental.....	34
2.2. Variables, operacionalización.....	36
2.3. Población, muestra y muestreo	39
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	39
2.5. Métodos de análisis de datos	40
2.6. Aspectos éticos	41
III. RESULTADOS	41
IV. DISCUSIONES	51
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56
ANEXOS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de aguaymanto	20
Figura 2. Equipo de pulsos luminosos	27
Figura 3. Esquema experimental para la evaluación de zumo de aguaymanto	33
Figura 4. Diagrama de flujo de la obtención del zumo de aguaymanto tratado con pulsos luminosos	34
Figura 5. Valores promedios porcentuales (%) de pérdida vitamina C después del tratamiento por pulsos luminosos en zumo de aguaymanto luego de ser tratadas y ser comparadas con su control inicial	43
Figura 6. Valores promedios de Ufc/g de mohos y levaduras vs los tratamientos en zumo de aguaymanto luego de ser tratadas y ser comparadas con su control inicial	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre colores, características fisicoquímicas y grados de madurez en el aguaymanto, según la norma INCOTEC NTC 4580	21
Tabla 2. Clasificación taxonómica del aguaymanto	22
Tabla 3. Composición Nutricional del Aguaymanto.....	23
Tabla 4. Contenido de compuestos bioactivos del aguaymanto	24
Tabla 5. Productos agroindustriales a base de aguaymanto	25
Tabla 6. Parámetros Microbiológicos para el jugo (zumo) y pulpa, concentrados clarificados o no: sin tratamiento térmico	26
Tabla 7. Consumo diario de vitamina C en (mg)	26
Tabla 8. Intervalos de pH para el crecimiento de algunos microorganismos ...	30
Tabla 9. Operacionalización de variables	37
Tabla 10. Formato de registro de datos para caracterizar al zumo de aguaymanto (<i>Physalis peruviana L.</i>), antes de su aplicación con pulsos luminosos	39
Tabla 11. Formato de registro de datos para la determinación de la vitamina C en zumo de aguaymanto (<i>Physalis peruviana L.</i>), por efecto de los pulsos luminosos.	
Tabla 12. Formato para el registro de datos para la determinación de la población de Hongos y Levaduras en zumo de aguaymanto (<i>Physalis peruviana L.</i>), por efecto de los pulsos luminosos.....	39
Tabla 13. Formato para el registro de datos para la determinación de pH en zumo de aguaymanto (<i>Physalis peruviana L.</i>), por efecto de los pulsos luminosos ..	39
Tabla 14. Caracterización inicial del zumo de aguaymanto	41
Tabla 15. Formato de registro de datos para la determinación de la vitamina C en zumo de aguaymanto (<i>Physalis peruviana L.</i>), por efecto de los pulsos luminosos.....	42

Tabla 16. Análisis de varianza aplicada a los resultados de la muestra testigo y de los diferentes tratamientos utilizados para vitamina C	43
Tabla 17. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey ^a para vitamina C	44
Tabla 18. Formato para el registro de datos para la determinación de la población de Hongos y Levaduras en zumo de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.), por efecto de los pulsos luminosos.....	45
Tabla 19. Análisis de varianza aplicada a los resultados de la muestra testigo y de los diferentes tratamientos utilizados para recuento de mohos y levaduras	47
Tabla 20. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey ^a para recuento de mohos y levaduras	47
Tabla 21. Formato para el registro de datos para la determinación de pH en zumo de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.), por efecto de los pulsos luminosos ..	48
Tabla 22. Análisis de varianza aplicada a los resultados de la muestra testigo y de los diferentes tratamientos utilizados para Ph	49
Tabla 23. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey ^a para pH	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por finalidad evaluar el efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la concentración de vitamina C y recuento de mohos y levaduras en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Para ello los frutos de aguaymanto fueron cosechados en la provincia de Virú – La Libertad, e inmediatamente se trasladaron hasta el laboratorio, donde se seleccionaron, lavaron y licuaron para ser procesados en zumo. Inicialmente se realizó la caracterización inicial de vitamina C, recuento de mohos y levaduras y pH, posteriormente se trataron a diferentes dosis de pulsos luminosos (0.0028, 0.0046, 0.0090 y 0.0104 J/cm²). Las muestras de zumo de aguaymanto presentaron inicialmente: 0.276 ± 0.00 de vitamina C, 1093.33 ± 32.33 ufc/g de mohos y levaduras y 3.56 ± 0.04 de pH.

Después de la aplicación con pulsos luminosos se observaron diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados (p<0.05); obteniendo que al aplicar la dosis mayor (0.0104 J/cm²) se tuvo menor recuento de mohos y levaduras, pérdida de vitamina C y pH.

Palabras clave: pulsos luminosos, aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), vitamina C, recuento de mohos y levaduras.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of light pulse treatment on vitamin C concentration and yeast and mold count on aguaymanto juice (*Physalis peruviana* L.). For this, aguaymanto fruits were harvested in the province of Virú - La Libertad, and immediately transferred to the laboratory, where they were selected, washed and liquefied to be processed in juice. Initially, the initial characterization of vitamin C, mold and yeast and pH counts were carried out and subsequently treated at different doses of light pulses (0.0028, 0.0046, 0.0090 and 0.0104 J / cm²). Samples of aguaymanto juice initially presented: 0.276 ± 0.00 of vitamin C, 1093.33 ± 32.33 cfu / g of molds and yeasts and 3.56 ± 0.04 of pH.

After application with light pulses, significant differences were observed in the physicochemical and microbiological parameters analyzed (p <0.05); Obtaining that the higher dose (0.0104 J / cm²) had lower counts of molds and yeasts, loss of vitamin C and pH.

Key words: luminous pulses, aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), vitamin C, yeast and mold counts.

I. INTRODUCCION

Los microorganismos son agentes que causan alteraciones en los alimentos, ya sean en fresco o procesado, cuyas consecuencias han generado pérdidas económicas; frente a estos hechos las empresas de alimentos han empleado métodos de conservación ya sea la pasteurización o la esterilización térmica, los cuales tienen más efectividad sobre estos agentes patógenos, permitiendo extender la vida útil de los alimentos, pero provocando a la vez modificaciones en sus propiedades nutricionales; por otro lado, la creciente demanda de alimentos funcionales e inocuos ha creado una oportunidad en el sector agroindustrial para aplicar tecnologías no térmicas, o suaves y/o emergentes.

Los pulsos de luz, siendo una tecnología suave, permiten reemplazar los tratamientos térmicos convencionales, logrando productos inocuos, inactivando un amplio rango de microorganismos y conservando mejor las características organolépticas y/o nutricionales. Hoy en día, se están aplicando estas tecnologías suaves y/o emergentes en alimentos, cuyos resultados han sido favorables.

El presente informe de investigación denominado “Efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la concentración de vitamina “C” y recuento de mohos y levaduras en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L)”, se ha realizado con la finalidad de dar solución a los problemas actuales de la industria alimentaria.

1.1. Realidad Problemática

Los zumos constituyen una fuente importante de nutrientes, provenientes de la fruta fresca, los zumos son productos inocuos para el consumo humano y apto para la comercialización. Actualmente, dado que los zumos de fruta son un producto con un alto interés económico logran un impacto positivo para el fabricante; sin embargo, el consumidor espera que ofrezcan alternativas con otras variedades de fruta, no obstante, también espera que haya un aprovechamiento de los elementos funcionales (Navarro, 2015), aquellos que satisfacen y nutren al consumidor mejorando la salud (Luciano, 2015).

El fruto de aguaymanto es nativo del Perú de importancia económica, por ser un fruto de exportación, de gran interés agroindustrial, por sus magníficas propiedades nutricionales, organolépticas y funcionales, ya que este fruto está asociado con la disminución del riesgo de padecer enfermedades (Juntamay, 2010).

Recientes investigaciones demuestran que el aguaymanto posee un efectivo poder antioxidante y funcional, por su alta concentración de vitamina C, el cual previene el envejecimiento, y tiene un buen resultado en pacientes diabéticos (Durán, 2007).

En el Perú las exportaciones de aguaymanto ascienden los 1.6 millones de dólares, representando el 50%, cuyo mercado es Estado Unidos y Alemania, los principales exportadores son Chile, Ecuador y Perú, cuyas presentaciones son en fresco y deshidratado, brindando la oportunidad al sector agroindustrial de aprovechar los recursos por parte de la agricultura (Danper, 2015).

El deterioro natural de las frutas en la etapa de postcosecha es un factor que se debe controlar, cuyo problema para la industria es la constante degradación que hay en los alimentos, las causas más frecuentes de contaminación son durante la cosecha, transporte y el inadecuado almacenamiento; lo cual implica riesgos para la salud. Los microorganismos patógenos más comunes, entre ellos, *Hongos* y *Levaduras*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* (Rodríguez y Rodríguez, 2007).

Estos microorganismos en un alimento traen consecuencias negativas que conllevan a que los consumidores busquen otra alternativa de mercado, sobre todo los países desarrollados, son ellos los que tienden a consumir alimentos nutritivos y sanos. Para lograr la calidad sanitaria es fundamental la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Control de Puntos Críticos (HACCP), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), y Saneamiento (Pérez y Willis, 2015).

Las exigencias del consumidor por productos de mayor calidad han elevado el nivel de demanda, permitiendo cumplir estándares, presentando un alimento con características nutricionales y organolépticas apropiadas y conservadas, es decir alimentos que mantengan sus vitaminas y minerales, sin conservantes, ni aditivos artificiales, que sea saludable y seguro en condiciones higiénicas que garanticen su seguridad alimentaria (Martínez de Marañón et al, 2006; citado por Chordi, 2013).

La aplicación de métodos de conservación en alimentos permiten reducir la carga de los microbios y evitar su desarrollo, logran impedir alteraciones microbiológicas; para lograr los alimentos son tratados a temperaturas elevadas, técnica que modifica las características, nutricionales y sensoriales del alimento, debido a estos efectos adversos se encuentran en desarrollo procesos no térmicos de conservación, también denominados tecnologías suaves y/o emergentes, las cuales han favorecido la inocuidad en los alimentos con una mínima alteración en sus características (Rodríguez y Rodríguez, 2007).

Con estas tecnologías de conservación se pretende que los alimentos sean saludables, seguros y calidad, con objeto de satisfacer al consumidor y potenciar la competitividad de la agroindustria sobre el efecto de sus propiedades y estado microbiológico (Fernández et al., 2001).

Este trabajo tiene por objetivo determinar el efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la concentración de vitamina C y recuento de mohos y levaduras en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) con la finalidad de promover la aplicación de las tecnologías emergentes y conservar eficientemente el valor funcional de los alimentos.

1.2. Trabajos Previos

Silva *et al.*, (2010) evaluaron el efecto de pulsos de luz y UV, en néctar de naranja (*Citrus cinensis L.*), logrando una disminución positiva de la actividad microbiana, con una fuerte dependencia de la energía transmitida y el tiempo de exposición; el néctar fue sometido a pasteurización (90°C/10 minutos), para luego ser inoculado con levadura liofilizada (*Saccharomyces cerevisiae*), a las concentraciones de 1%; 0.1% y 0.01% (p/p), en dosis de: 0.57; 1.14 y 1.71 J/cm².

Palgan *et al.* (2011) evaluaron el efecto de pulsos luminosos en zumos de naranja y manzana, logrando una disminución de 2.65 y 4.5 ciclos logarítmicos para *Escherichia coli* y *Listeria innocua*, así mismo reportaron diferencias significativas (p<0.05) en las características microbiológicas y fisicoquímicas en donde las muestras fueron expuestas a 2.4 J/cm².

Pataro *et al.*, (2011) evaluaron el efecto de pulsos luminosos en zumo de manzana (pH / 3.49) y naranja (pH / 3.78), logrando una disminución de 4.00 y 2.90 Log-ciclos para *E. coli*, 2.98 y 0.93 Log-ciclos de *L. innocua*, se consideró el pH de las muestras de zumos como punto de evaluación, así mismo fueron sometidas a un proceso de pasteurización, inoculando las muestras, posteriormente se aplicó dosis de 1.8 a 5.5 J/cm². En donde el resultado evidencio que ambas cepas bacterianas sufren daños en la membrana celular que posteriormente causa su inactivación.

Ferrario *et al.*, (2013) evaluaron modelos matemáticos para caracterizar la cinética de inactivación de *Escherichia coli* ATCC 35218, ATCC 33090 cepas *Listeria*, *Salmonella enteritidis* MA44 y *Saccharomyces cerevisiae* KE162 en los zumos comerciales y recién exprimidos, con previa pasteurización, sometidos a pulsos luminosos con dosis de 2.4 a 7.16 J/cm² con tiempos hasta 60 s, logrando una disminución de 0.3 a 6.9 ciclos logarítmicos de reducción; estos modelos permitieron cuantificar la respuesta microbiana de luz pulsada, finalmente confirmaron que el tratamiento con luz pulsada fue capaz de inactivar algunos microorganismos sobre los diferentes tipos de zumos de fruta.

Nicoleta *et al.*, (2014) estudiaron la influencia del tratamiento con pulsos luminosos en la inactivación de *Penicillium expansum* inoculado en el jugo de manzana. Sometidos a una dosis de 0.2 y 0.4 J/cm², el nivel de la inoculación (2.3 x 10⁴ ufc/ml y 3 x 10⁵ ufc/ml) fueron estudiados en cuanto a su efecto sobre la inactivación microbiana del *P. expansum*, Los resultados obtenidos sugieren que esta tecnología puede ser aplicada para reducir de manera eficiente los recuentos de *P. expansum* en jugo de manzana mientras se mantiene la calidad del producto.

Ferrario *et al.*, (2015) evaluaron el efecto de dos tratamientos, pulsos de luz con intensidad de 2.4 J/cm² a 7.16 J/cm² y ultrasonido (600 W, 20 kHz y la onda 95.2µm amplitud), en la inactivación de *Alicyclobacillus acidoterrestris* ATCC 49025 esporas y *Saccharomyces cerevisiae* KE162 inoculados en zumos de manzana comerciales (pH/3.5) y zumos exprimido naturales (pH/3.4). La combinación de estas tecnologías llevó hasta 3.0 ciclos logarítmico de reducción de esporas en el jugo de manzana comercial y 2.0 ciclos logarítmicos en zumo natural; mientras que para *S. cerevisiae*, se lograron 6.4 y 5.8 de registro de ciclos logarítmico de reducción en zumo de manzana comercial y natural. En el jugo de manzana natural, la combinación de estas dos tecnologías fue eficaz para ambas cepas.

1.3. Teorías Relacionadas al tema

1.3.1. Aguaymanto

Fruto originario del Perú, también proviene de Colombia y que luego se aclimato en Chile. El fruto es redondo amarillo, baya jugosa de 1.25 a 2.50 centímetros de diámetro, con un peso de 4 a 10 gramos, de 100 semillas aproximadamente, conteniendo una cáscara protectora natural, alto contenido de vitaminas A, B y C con minerales Fe y P, posee alta acidez, con valor desde 1.3-1.7 % y tiene importancia medicinal (Agronet, 2003).

El 70% de pulpa; 6.4% de su cobertura y la semilla/cáscara, 23.6 % representan al aguaymanto en sí y tienen un comportamiento climatérico (Torres, 2011).

El aguaymanto contiene vitamina C, actúa como un potente antioxidante, purificando la sangre y eliminando los radicales libres, es eficaz para aliviar la

garganta y combatir el asma, la pueden comer los diabéticos, destruye parásitos intestinales y mejora la próstata (Calvo, 2009).



Figura 1. Fruto de aguaymanto

Los frutos de aguaymanto se caracterizan porque tienen un cáliz o cápsula como protección, como un farol colgante. Estos se mantienen verdes hasta alcanzar la madurez, volviéndose pardos traslucidos, y los frutos se ponen amarillo, lo cual indica que sus propiedades nutricionales varían de acuerdo a su estado de madurez fisiológica. A si también deben cumplir los requisitos generales y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto, en algunos en pos cosecha suelen presentar manchas superficiales ocasionadas por hongos y problemas como el rajado (Durán, 2007).

Un mes es el tiempo de vida del aguaymanto con cáliz, 4 a 5 días sin cáliz. Un mes y medio puede llegar a durar este fruto en refrigeración en condiciones óptimas (Cedeño et al, 2004; citado por Hernández, 2013).

Tabla 1. Relación entre colores, características fisicoquímicas y grados de madurez en el aguaymanto, según la norma INCOTEC NTC 4580.

Color	Parte externa	Sólidos solubles mínimo (°Brix)	Ácido cítrico máximo (%)	Índice de madurez (°Brix/% acidez)
0	Fisiológicamente desarrollado, color verde oscura	9.4	2.69	3.5
1	Color verde un poco más clara	11.4	2.70	4.2
2	Color verde se mantiene en la zona cercana a la cobertura y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas	13.2	2.56	5.2
3	Color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz	14.1	2.34	6.0
4	color anaranjado claro	14.5	2.03	7.1
5	Color anaranjado	14.8	1.83	8.1

Fuente: Norma INCOTEC NTC 4580

1.3.1.1. Taxonomía y Morfología

El aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) es un fruto que pertenece a la familia de las solanáceas, su clasificación taxonómica completa se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del aguaymanto

Jerarquía	Descripción
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Angiospermae
Clase	Asteridae
Subclase	Asteridae
Orden	Solanale
Familia	Solanaceae
Género	Physalis
Especie	Physalis peruviana L.
Nombres comunes	Uchuva, uvilla, tomatillo, aguaymanto, calipui.

Fuente : Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), 2013

El arbusto de aguaymanto mide de 1 a 1.5 m, el crecimiento es indeterminado, perenne y ramificada. Las hojas se caracterizan por ser alternas, simples, pecioladas, acorazonadas y pubescentes, las flores tienen forma de campana (FAO, 2006).

El aguaymanto es una planta silvestre, cuyos frutos son redondos, amarillos, dulces y pequeños con una medida de 1.25 y 2 cm de diámetro. La cáscara tiene la forma de capullo, su textura como el papel, pero no es comestible, su sabor es agrídulce y amargo, con un exquisito aroma (Danper, 2015).

1.3.1.2. Valor nutricional y compuestos bioactivos

1.3.1.2.1. Valor nutricional

El valor energético del aguaymanto está en su alto contenido de provitamina A y vitamina C, por ser antioxidantes, siendo ideal para niños, deportistas y estudiantes. Este fruto previene el cáncer, la cicatrización de heridas y el asma (Hernández, 2013).

Tabla 3. Composición Nutricional del Aguaymanto

Componentes	Contenido de 100 g
Calorías	54 kcal
Humedad en base húmeda	78.90 %
Carbohidratos	13.1 g
Cenizas	1.01 g
Fibra	4.80 g
Grasa Total	0.40 g
Proteína	1.10 g
Acido ascórbico	26.0 mg
Calcio	7 mg
Caroteno	1.1 mg
Fósforo	38.0 mg
Hierro	1.20 mg
Niacina	1.30 mg
Rivoflavina	0.03 mg

Fuente: Torres (2011); citado por Hernández (2013)

1.3.1.2.2. Compuestos bioactivos

Los compuestos bioactivos del aguaymanto son el ácido ascórbico, β -caroteno (provitamina A) compuestos fenólicos, entre otras vitaminas que proporcionan un efecto fisiológico beneficioso en la salud (Encina, 2006).

Tabla 4. Contenido de compuestos bioactivos del aguaymanto

Componente	Contenido
Ácido ascórbico (mg / 100 g)	28.55 ± 0.10
Carotenos totales (mg de β-caroteno/100 g)	1.77 ± 0.02
Compuestos fenólicos (mg ácido clorogénico/100 g)	79.23 ± 0.41
Capacidad Antioxidante DPPH (µg eq trolox/g)	249.23 ± 8.01
Capacidad Antioxidante ABTS (µg eq trolox/g)	288.95 ± 3.62

Fuente: Encina, 2006

1.3.1.3. Uso Agroindustrial del Aguaymanto

Cajamarca, Ancash, Junín, Ayacucho, Huánuco y Cusco son las regiones que producen la mayor producción de cultivo de aguaymanto, así mismo empresas, se encargan de la transformación y la exportación de este fruto. Las exportaciones de aguaymanto entre año 2013 y 2015 tuvo un crecimiento de 161%, gracias a los pequeños productores, con la ayuda de Sierra Exportadora, donde el Perú exportó aguaymanto orgánico deshidratado, conserva, cubierto de chocolate, en almíbar, mermelada, néctar, pulpa, entre otros a 34 mercados por un valor de 1.8 millones de dólares, monto 15% superior al del 2014 (1.5 millones) y al del 2013 cuando fue de 687.341 dólares (sierra exportadora, 2015).

El aguaymanto se exporta deshidratado, mediante secado por aire caliente, en fresco principalmente, seguido de jugos, salsas, pasteles y helados. Asimismo, en fruto procesado, elaborándose néctares, mermeladas, conservas en almíbar y sobre todo con aplicaciones en medicina, como un líquido diurético y antiasmático utilizando las hojas del fruto (Pérez y Willis, 2015).

Tabla 5. Productos agroindustriales a base de aguaymanto

Productos Agroindustriales	
Aguaymanto Orgánico Fresco	Fruto libre de agroquímicos, envasado para ser exportado y consumido directamente, es aprovechado por su alto valor nutricional
Néctar de Aguaymanto	Elaborado de la pulpa de aguay manto y algunos preservantes, su sabor es agrídulce y cierta viscosidad propia de un néctar, su presentación es en frasco de vidrio
Mermelada de Aguaymanto	Elaborado del fruto de aguay manto y algunos preservantes, rico en vitaminas A y C, con textura viscosa, cuya presentación es en frascos de vidrio.
Aguaymanto deshidratado	Fruto deshidratado por medio de procesos industriales, donde se elimina el agua, para evitar crecimientos de bacterias y facilite su comercialización, posee fibra, vitamina A y C, fortaleciendo el nervio óptico y sistema inmunológico.

Fuente: Guerrero *et al.* 2012

1.3.1.4. Zumo

Líquido obtenido por algún mecanismo de presión a partir de frutas frescas, sanas y limpias, manteniendo su color, aroma y sabor de manera natural (Torres, 2011).

Los zumos son una sustancia líquida, refrescante y nutritiva, resultado de exprimir un fruto en el proceso de elaboración la implementación de buenas prácticas de manufacturas vital para su calidad e inocuidad (Guevara, 2015).

1.3.1.5. Parametros Microbiologicos en zumos

Tabla 6. Parametros Microbiologicos para el jugo (zumo) y pulpa, concentrados clarificados o no: sin tratamiento termico

Agente microbiano	N	c	Limite por ufc/g	
			M	M
<i>E. coli</i>	5	0	< 10	-
<i>Recuento de mohos y levaduras</i>	5	1	1000	-
<i>Salmonella</i> 25 g.	5	0	Ausencia	-

Fuente: MINSA/DIGESA, 2008.

1.3.2. Vitamina C

La vitamina C o ácido L-ascórbico es una molécula orgánica muy inestable ante fuentes de calor e incluso se descompone por la exposición a la luz, no se sintetiza de forma natural en el organismo, la falta de esta vitamina causa escorbuto. Las funciones del ácido L-ascórbico son las síntesis del colágeno, interviene en la síntesis de tejidos en dientes y huesos (Méndez, 2010).

Los cítricos, kiwi, papaya, fresas, entre otros, son fuente natural de vitamina C, y su contenido depende del estado de maduración, su especie, área geográfica, las condiciones de almacenamiento (Méndez, 2010).

Tabla 7. Consumo diario de vitamina C en (mg).

Lactantes	40 – 50
Niños (1 – 14 años)	55 – 75
Adolescentes (15 – 18 años)	75
Adultos	75
Mujeres gestantes	100
Mujeres en periodo de lactancia	125
Personas mayores de 65 años	75

Fuente: Günter 2000

1.3.3. Pulsos luminosos

Tecnología Emergente con destellos de luz de corta duración y alta frecuencia entre 100 – 1100 nm, la energía es magnificada almacenando la electricidad en un capacitor sobre tiempos relativamente largos y liberándolas en tiempos cortos cuyo objetivo es la descontaminación superficial de alimentos frente a los microorganismos. En algunas ediciones esta tecnología se encuentran con diferentes nombres como pulsos luminosos, pulsos de luz blanca y pulsos de luz de amplio espectro de alta intensidad (Gómez, 2010).

Estos pulsos luminosos utilizan rayos de luz blanca de corta duración (millonésimas de segundo) para inactivar un amplio número de microorganismos incluyendo esporas y hongos (ver figura 2). El proceso en un alimento líquido estos pulsos se dan de manera continua de corta duración y de alta intensidad para inactivar los microorganismos que se encuentran dentro del alimento, lo cual se afirma que el sabor original, textura y funcionalidad se mantiene (Fernández *et al.*, 2001).



Figura 2. Equipo de Pulsos luminosos

1.3.3.1. Sistemas de luz pulsada

Tratamiento mediante la aplicación de sucesivos pulsos de luz que tiene una duración de millonésimas de segundo, cuyo objetivo es inactivar los microorganismos alterantes y patógenos presentes en alimentos, lo cual permite mejorar la calidad, seguridad y propiedades propias del alimento. Durante el

funcionamiento de pulsos luminosos, la energía eléctrica es almacenada en un condensador para posteriormente ser liberada muy rápidamente a una lámpara de xenón, emitiendo un flash de luz intensa que es transmitido a la superficie del producto que se encuentra en la cámara de tratamiento (Wekhof, 2000).

El equipo de pulsos luminosos emplea una radiación interna, la cual es medida en J/cm^2 , y el instrumento para medir es el radiómetro, además la velocidad de intensidad de energía radiante varía de acuerdo a la dosis suministrada (Takeshita et al., 2003).

1.3.3.2. Aplicaciones de Pulsos de luminosos

La aplicación de esta técnica disminuye la contaminación biológica (virus, bacterias, esporas, hongos). En la industria de alimentos se utiliza para desinfectar cintas transportadoras, láminas y tapas de cierre, envases; como también superficies de algunos alimentos sólidos entre los que se pueden mencionar frutas, verduras, pescados y líquidos como jugos y agua (Domínguez y Parzanese, 2011).

1.3.3.3. Efecto sobre los microorganismos

La inactivación microbiana es mayor cuando la luz es aplicada de forma pulsada en continuo, cuyo poder de penetración es relativamente bajo por lo que se trataría de un tratamiento de superficie, sin embargo, con esta tecnología, inactivan un amplio rango de microorganismos, esto se debe a modificaciones en su ADN y enzimas implicados en el deterioro de los alimentos. Diversas investigaciones han reportado que las bacterias *Gram positivas* son más resistentes que las *Gram negativas* a los tratamientos por pulsos luz (Villarroel et al., 2013).

1.3.3.4. Mecanismos de inactivación con pulsos de luz

La fluencia (J/cm^2) es el factor que determina el efecto que incide sobre la muestra. Así también la longitud de onda proporciona eficiencia al proceso al igual que la duración y el número de pulsos (Villarroel et al., 2013).

La energía debe estar en un 0.01 a 50 J/cm². Por lo tanto, para tratar los alimentos se aplican de 1 a 20 rayos por segundo, cuya aplicación suministra un alto nivel de inactivación microbiana, lo cual también es un proceso rápido y sencillo para obtener un rendimiento eficaz en el alimento (Fernández et al., 2001).

1.3.3.5. Efecto en las características de los alimentos

La FDA (Food and Drug Administration) estadounidense establece que el rango total de energía sobre el alimento no sobrepase los 12 J/cm². La utilización de lámparas de gas xenón como fuente de luz en pulsos luminosos en un alimento cuyo objetivo es ofrecer un producto con una mínima alteración en cuanto al color, sabor, olor y firmeza, con una vida útil que permita una comercialización y libre de cualquier microorganismo (Villarreal et al., 2013).

1.3.4. Mohos y Levaduras

Estos hongos están ampliamente distribuidos en la naturaleza formando parte de la flora normal de un alimento o como agentes contaminantes, provocando el deterioro físico – químico. Así mismo estos microorganismos pertenecen al grupo taxonómico – fungí, produciendo toxinas, provocando la descomposición en los alimentos (Carballo, 2000).

Entre las características más comunes de estos hongos, es que son más grandes que las bacterias, poseen núcleo eucariota, son aeróbicos, crecen lento y en medio ácido y básico, son filamentosos, sin embargo, conviene tener presente el pH en los alimentos, ya que esta característica fisicoquímica en alimentos, afecta no sólo al crecimiento microbiano, sino también a su tasa de supervivencia durante el almacenamiento y los diversos tratamientos de conservación (Ávila y Fonseca, 2008).

La disminución del pH ayuda básicamente en dos formas a la preservación de alimentos, inhibiendo directamente el crecimiento microbiano, y reduciendo la resistencia térmica microbiana en alimentos que serán posteriormente procesados por calor. Así mismo los *mohos* y las *levaduras* son más sensibles al calor, sin

embargo, las ascosporas son ligeramente más resistentes al calor que las células vegetativas (ICMSF, 1980; citado por Gómez, 2007).

Tabla 8. Intervalos de pH para el crecimiento de algunos microorganismos

Microorganismo	pH Mínimo	pH Óptimo	pH Máximo
<i>Mohos</i>	1,5 a 3,5	4,5 a 6,8	8 a 11
<i>Levaduras</i>	1,5 a 3,5	4 a 6,5	8 a 8,5

Fuente: Ávila y Fonseca, 2008

1.3.4.1. Hongos y levaduras en zumos

Estudios microbiológicos demuestran el deterioro de zumos de frutas, suelen ser *levaduras*, principalmente por la presencia de azúcares y por ende puede causar riesgo a la salud. Así mismo se enfoca que estas levaduras forman parte de la familia de los *Saccharomyces*. Si bien los zumos constituyen una fuente importante de nutrientes, de no haber una conservación previa adecuada, podrían generar una alta proporción de estado higiénico-sanitario en contra de la salud, estudios demuestran que la levaduras son las más comunes en jugos con un crecimiento bien definido cuando se cultiva en medios líquidos con glucosa, utilizándolo como fuente de carbono para su fase de crecimiento, produciendo cambios en el medio, dando como resultado fermentación (Navarro, 2015).

1.4. Formulación del problema

¿Cuál será el efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la concentración de vitamina C y recuento de mohos y levaduras en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)?

1.5. Justificación de estudio

El aguaymanto es aprovechado por su alto contenido en vitamina C y capacidad antioxidante, considerado un alimento funcional, utilizado por la industria de los alimentos para la elaboración de productos como: mermelada, dulces, salsas y cremas. La demanda de aguaymanto ha permitido elevar las exportaciones, así también la exigencia del consumidor, deseando alimentos frescos, saludables, seguros y listos para comer. El consumidor es consciente de la importancia de una buena alimentación, la demanda de alimentos funcionales, permiten alargar la vida por sus mismas propiedades, cubriendo las expectativas requeridas por el mercado consumidor

Los pulsos luminosos, tecnología emergente, es una alternativa de conservación en los alimentos frescos y procesados, permitiendo el desarrollo para las empresas agroindustriales, ofreciendo mayores alternativas de venta, mayores ingresos y versatilidad de presentaciones. Promoviendo a la vez beneficiarse productores y agricultores dedicados al sector agrícola ofreciéndoles una oportunidad de desarrollo económico e incremento en la demanda de sus productos.

La presentación de zumo de aguaymanto al mercado permitirá seguir aprovechando su poder funcional y adquirirlo en las temporadas que no halla estacionalidad, en los meses como julio a diciembre, con propiedades nutricionales, como si se consumiese la fruta en fresco, estar al alcance, mejorando la economía y la salud del consumidor. Como se sabe la aplicación de pulsos luminosos como tratamiento contribuye a conservar mejor sus características fisicoquímicas, nutricionales, su efecto microbicida es usada para inactivar bacterias y hongos, el control de patógenos y la mejora del tiempo de vida útil en zumos de fruta, además, implica un proceso a bajo costo, aplicable fácilmente a nivel industrial, despertando el interés de investigadores con una información relevante, hecho que podrá ser motivo de seguir investigando. Con la finalidad de desarrollar nuevas estrategias de conservación es que se plantea el presente proyecto con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento por pulsos

luminosos sobre la concentración de vitamina C, *mohos* y *levaduras* en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*).

1.6. Hipótesis

A mayor tratamiento con pulsos luminosos, menor recuento de mohos y levaduras y menor pérdida de vitamina C.

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la concentración de vitamina C y recuento de mohos y levaduras en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

1.7.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto del tratamiento con pulsos luminosos sobre la concentración de Vitamina C presente en el zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

Determinar el efecto del tratamiento con pulsos luminosos sobre la concentración de *mohos* y *levaduras* presente en el zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

II. MARCO METODOLOGICO

2.1. Diseño experimental

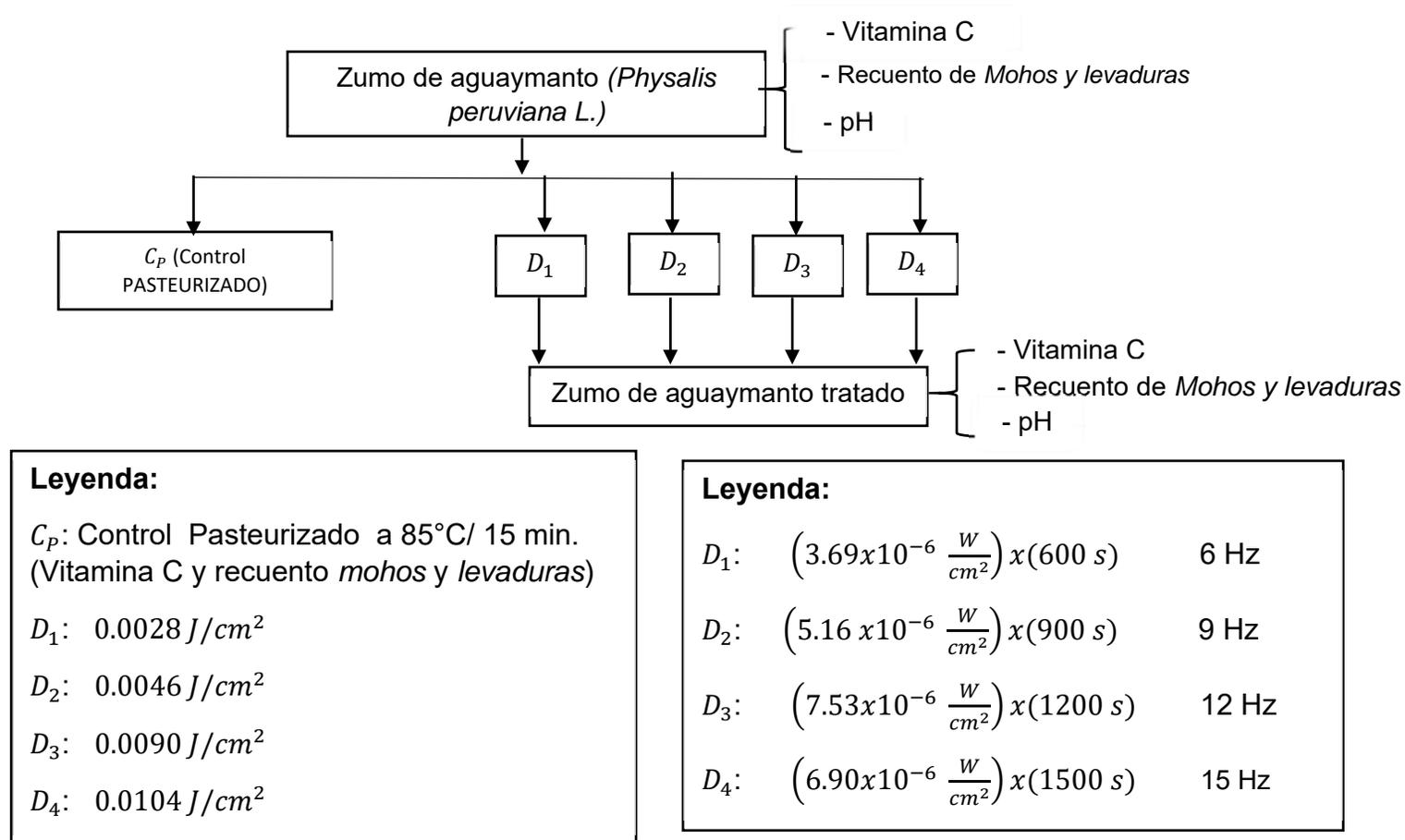


Figura 3. Esquema experimental para la evaluación de zumo de aguaymanto

En la figura 3 se aprecia el diseño experimental del trabajo de investigación en donde se tiene una muestra control de zumo de aguaymanto sin pasteurizar y una con pasteurización (85°C/15 min), posteriormente a sus cuatro tratamientos con pulsos luminosos a 0.0028 J/cm², 0.0046 J/cm², 0.0090 J/cm² y 0.0104 J/cm², en donde se evaluaron la vitamina c, recuento de mohos y levaduras y pH antes y después de los tratamientos.

2.1.1. Procedimiento experimental para el proceso de tratamiento con pulsos luminosos zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

En la figura 4, se representa el diagrama de flujo para el proceso de tratamiento con pulsos luminosos zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

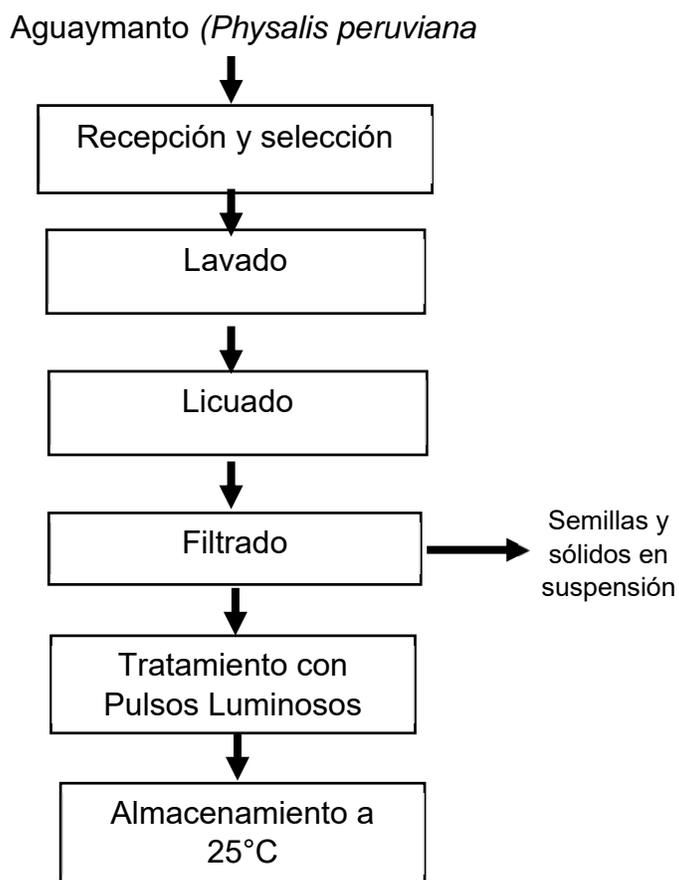


Figura 4. Diagrama de flujo de la obtención del zumo de aguaymanto tratados con pulsos luminosos.

2.1.2. Descripción de las operaciones para el tratamiento con pulsos luminosos en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

2.1.2.1. Recepción y selección

La materia prima aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) fue adquirida de Santa Elena provincia de Virú de la región de La Libertad. Las cuáles fueron recolectadas en estado de madurez 5, color amarillo naranja, poseer un aspecto fresco, sin daño por picadura de insectos. Se clasificaron teniendo en cuenta sus atributos de calidad, con peso promedio de 6 a 8 g, sin presencia de plagas y daño físico.

2.1.2.2. Lavado

Fueron lavados con agua potable y luego se dejó escurrir. A si mismo se hizo un análisis microbiológico para determinar la carga inicial de mohos y levaduras (Rojas, 2013).

2.1.2.3. Licuado

En esta operación se utilizó una licuadora marca Oster modelo 4655 con 3 velocidades de 600 W de potencia, con capacidad de 1.2 L para extraer el jugo de aguaymanto.

2.1.2.4. Filtrado

El jugo de aguaymanto se filtró haciendo uso de una gasa de algodón recortadas a 7 x 9 cm, con número de malla 8 con abertura de 2.38 mm para separar las semillas y otros sólidos en suspensión. Luego se tomaron 20 ml de zumo y se colocaron en cada placa petri para el tratamiento correspondiente en la cámara de pulsos de luz.

2.1.2.5. Tratamiento con pulsos luminosos

Para la aplicación con pulsos luminosos, se utilizó un equipo emisor de luz blanca, conformado por dos lámparas de xenón, así mismo se colocaron 2 placas petri conteniendo los 20 ml de zumo para su tratamiento. Así mismo se trabajó con las

siguientes dosis: 0.0028 J/cm², 0.0046 J/cm², 0.0090 J/cm² y 0.0104 J/cm², donde las intensidades son determinadas mediante un radiómetro.

2.1.2.6. Almacenamiento

Después del tratamiento con pulsos luminosos se realizó los análisis correspondientes, tanto de la vitamina C por el método indofenol y recuento de *mohos* y *levaduras* por siembra por superficie en placas Petri en medio agar sabouroud tomando 0.1 ml de muestra, posteriormente se almacenó las placas a temperatura de ambiente (25°C) por 48 horas para los análisis microbiológicos (recuento de mohos y levaduras) y asimismo dio lectura, finalmente se midió el pH.

2.2. Variables

2.2.1. Variable Independiente

Tratamiento con pulsos luminosos (J/cm²)

2.2.2. Variables Dependientes

Vitamina C

Recuento de Mohos y levaduras

2.3. Operacionalización de variables

Tabla 9. Operacionalización de variables

	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Tratamiento con pulsos luminosos	Es la emisión y propagación de energía a través de un espacio determinado por el tiempo de exposición a una tasa de fluencia constante. utilizada para reducir el crecimiento de microorganismos	$D = I \times t$ (I) intensidad de fluencia de radiación expresada en J/cm ² medida con un radiómetro y (t) es el tiempo de tratamiento expresado en segundos medido con cronómetro digital.	Dosis de: 0 J/cm ² 0.0028 J/cm ² 0.0046 J/cm ² 0.0090 J/cm ² 0.0104 J/cm ²	Razón

Tabla 9. (Continuación) Operacionalización de variables

	Variable	Definición conceptual		Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Dependiente	Vitamina C	Molécula orgánica muy inestable ante fuentes de calor e incluso se descompone por la exposición a la luz, no se sintetiza de forma natural en el organismo.		Se determinó por el método de 2.6 diclorofenolindofenol	mg/ml	Razón
	Recuento Mohos y levaduras	Mohos	Son hongos multicelulares, filamentosos, en alimentos se conoce fácilmente por su aspecto algodonoso	Se determinó según la técnica siembra en superficie en placas en agar sabouroud	Número de Unidades formadoras de colonias por mililitro de muestra (UFC/g)	Razón
Levaduras	Son hongos unicelulares que causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos.					

Fuente: Propia

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Se tomó como población a los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), provenientes de Santa Elena de la provincia de Virú, La Libertad - Perú. Se hizo un muestreo aleatorio para realizar el acondicionamiento de las muestras.

2.3.2. Muestra

Se trabajó con 10 kg de Aguaymanto, las cuales fueron recolectadas, teniendo en cuenta el estado de madurez 5, ausencia de golpes y sin daño por picadura de insectos o enfermedades, entre una coloración amarilla - naranja, peso promedio de 6 – 8 g y diámetro: 1.35 – 2.0 cm.

2.3.3. Muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia del investigador.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Procedimiento para la Determinación de las características fisicoquímicas y Microbiológicas.

2.4.1.1. Procedimiento para la determinación de la vitamina C

Método volumétrico del 2.6- dicloroindofenol de la AOAC 967.21. Seguido por Encina (2006). **Anexo 1**

2.4.1.2. Recuento de mohos y levaduras

Se determinó según la directiva general para el recuento de levaduras y mohos. Técnica NF V 08 – 059, enumeración de las colonias a 25°C, mediante recuento en placas, por siembra en superficie. **Anexo 2**

2.4.1.3. Determinación de pH

Método potencio métrico A.O.A.C. (1996). **Anexo 3.**

Las actividades que han sido planteadas para la recolección de información fueron ejecutadas por el investigador, y estas involucraron las siguientes técnicas.

- Observación de campo.
- Experimentación en laboratorio.

Las observaciones para la investigación planteada se realizaron a nivel de laboratorio, donde se obtuvieron los datos para la solución del problema.

En las tablas 10, 11, 12 y 13 (Anexo 4) se presentan los formatos para la toma de datos correspondientes a la caracterización inicial del zumo de aguaymanto, caracterización microbiológica y caracterización fisicoquímicas.

2.4.1.4. Formato de registro de datos para caracterizar al zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), antes de su aplicación con pulsos luminosos. **Anexo 4**

2.4.1.5. Formato de registro de datos para la determinación de la vitamina C en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), luego de aplicado el tratamiento. **Anexo 4**

2.4.1.6. Formato para el registro de datos para la determinación de la población de *Hongos y Levaduras* en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), luego de aplicado el tratamiento. **Anexo 4**

2.4.1.7. Formato para el registro de datos para la determinación de pH en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), luego de aplicado el tratamiento. **Anexo 4**

2.5. Métodos de análisis de datos

Los resultados obtenidos sobre vitamina C, recuento de *mohos y levaduras* y *pH.*, para ello estadísticamente se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) empleando el software IBM SPSS Statistics 24, todo a un nivel de confianza del 95% para evaluar el efecto de las variables independientes sobre la dependiente.

Por otro lado, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey generada por el software IBM SPSS Statistics 24, la cual permitió comparar los tratamientos y determinar las diferencias entre tratamientos (Montgomery, 2010).

2.6. Aspectos éticos

Se tendrá en cuenta:

La veracidad de los resultados

El respeto por la propiedad intelectual

La responsabilidad social y la honestidad.

II. RESULTADOS

3.1. Caracterización inicial del zumo de aguaymanto

En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos en la caracterización inicial tanto la vitamina C (mg/ml), pH y recuento de mohos y levaduras (UFC/g).

Tabla 14. Caracterización inicial del zumo de aguaymanto

Caracterización del zumo de aguaymanto	Repetición	Cantidad	Promedio
Vitamina C (mg/ml)	R_1	0.273	0.276 ± 0.00
	R_2	0.275	
	R_3	0.280	
Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	R_1	1088	1093.33 ± 32.33
	R_2	1128	
	R_3	1064	
pH	R_1	3.59	3.56 ± 0.04
	R_2	3.52	
	R_3	3.56	

Tabla 15. Formato de registro de datos para la determinación de la vitamina C en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), por efecto de los pulsos luminosos.

Tratamiento (J/cm ²)	Repetición	Vitamina C (mg/ml)		Promedio mg/ml	Pérdida de vitamina C
		mg/ 100 ml	mg/ml		
D_{C1} 0 (control sin pulsos)	R ₁	27.331	0.273	0.276 ± 0.004 ^a	
	R ₂	27.542	0.275		
	R ₃	28.008	0.280		
D_{C2} (control con pasteurización 85°C/15 min)	R ₁	9.407	0.094	0.098 ± 0.005	64.5%
	R ₂	9.788	0.098		
	R ₃	10.297	0.103		
D₁ 0.0028	R ₁	27.076	0.271	0.274 ± 0.004 ^a	0.71%
	R ₂	27.331	0.273		
	R ₃	27.754	0.278		
D₂ 0.0046	R ₁	26.907	0.269	0.269 ± 0.003 ^{ab}	2.54%
	R ₂	27.246	0.272		
	R ₃	26.737	0.267		
D₃ 0.0090	R ₁	26.907	0.269	0.269 ± 0.003 ^{ab}	2.54%
	R ₂	27.161	0.272		
	R ₃	26.695	0.267		
D₄ 0.0104	R ₁	26.229	0.262	0.265 ± 0.004 ^b	3.98%
	R ₂	26.864	0.269		
	R ₃	26.441	0.264		

Valores con letras iguales, se consideran estadísticamente iguales

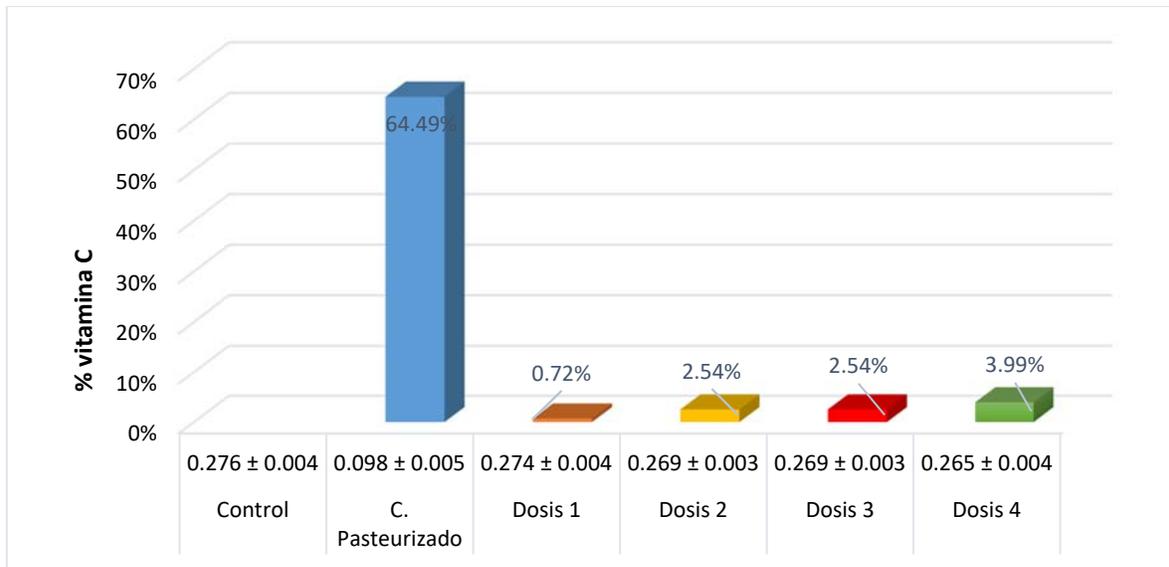


Figura 5. Valores promedios porcentuales (%) de pérdida vitamina C después del tratamiento por pulsos luminosos en zumo de aguaymanto luego de ser tratadas y ser comparadas con su control inicial.

Tabla 16. Análisis de varianza aplicada a los resultados de la muestra testigo y de los diferentes tratamientos utilizados para vitamina C.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,000	4	0,000	5,458	0,014
Dentro de grupos	0,000	10	0,000		
Total	0,000	14			

Tal como se observa en la tabla 16, el valor de la significancia es $p=0.014$, presentando efecto significativo ($p<0.05$) esto indica que por lo menos el promedio de una de las muestras difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

Tabla 17. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey^a para vitamina C

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Tratamiento 4	3	0,26500	
Tratamiento 2	3	0,26933	0,26933
Tratamiento 3	3	0,26933	0,26933
Tratamiento 1	3		0,27400
Control	3		0,27600
Sig.		0,501	0,157

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla 17 se visualiza una clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente de sus medias. Donde la prueba de Tukey para la vitamina C la muestra control y el tratamiento 1 son diferentes a los demás tratamientos, sin embargo, el tratamiento 2, 3 y 4 son iguales estadísticamente ($p > 0,05$).

Tabla 18. Formato para el registro de datos para la determinación de la población de *Hongos y Levaduras* en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), por efecto de los pulsos luminosos.

	Tratamiento con Pulsos luminosos (J/cm ²)	Repetición	Unidades Formadoras de Colonias de Hongos y Levaduras (UFC/g)	Promedio UFC/g
D_{C1}	0 (control sin pulsos)	R ₁	1088	1093.33 ± 32.33 ^a
		R ₂	1128	
		R ₃	1064	
D_{C2}	(control con pasteurización 85°C/15 min)	R ₁	0	0
		R ₂		
		R ₃		
D₁	0.0028	R ₁	576	573.33 ± 52.05 ^b
		R ₂	520	
		R ₃	624	
D₂	0.0046	R ₁	448	472.00 ± 24.00 ^c
		R ₂	472	
		R ₃	496	
D₃	0.0090	R ₁	402	388.00 ± 13.53 ^{cd}
		R ₂	387	
		R ₃	375	
D₄	0.0104	R ₁	385	358.67 ± 24.34 ^d
		R ₂	354	
		R ₃	337	

Valores con letras iguales, se consideran estadísticamente iguales

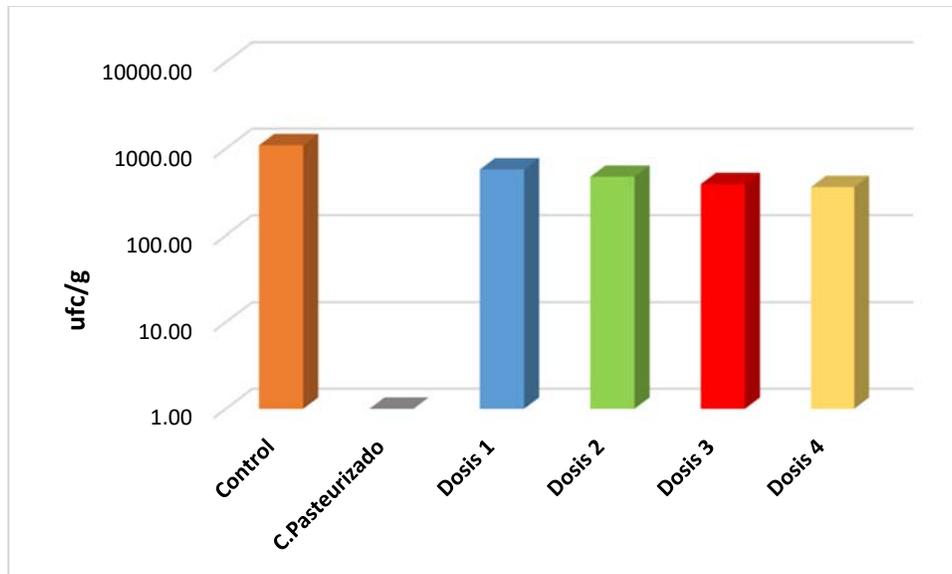


Figura 6. Valores promedio de Ufc/g de mohos y levaduras vs los tratamientos en zumo de aguaymanto luego de ser tratadas y ser comparadas con su control inicial

En la figura 6 se observa una disminución significativa, es decir a mayor tratamiento con pulsos luminosos hay menor recuento de mohos y levaduras, en donde la dosis 4 provoco mejor efecto sobre estos microorganismos, cuyo resultado afirma que la aplicación de pulsos de luz es efectiva provocando daños en los componentes celulares.

Tabla 19. Análisis de varianza aplicada a los resultados de la muestra testigo y de los diferentes tratamientos utilizados para recuento de mohos y levaduras.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1083086,933	4	270771,733	265,151	0,000
Dentro de grupos	10212,000	10	1021,200		
Total	1093298,933	14			

Tal como se observa en la tabla 19, el valor de la significancia es $p=0.000$, presentando efecto significativo ($p<0.05$) esto indica que por lo menos el promedio de una de las muestras difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

Tabla 20. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey^a para recuento de mohos y levaduras

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Tratamiento 4	3	358,6667			
Tratamiento 3	3	388,0000	388,0000		
Tratamiento 2	3		472,0000		
Tratamiento 1	3			573,3333	
Control	3				1093,3333
Sig.		0,791	0,056	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,00

En la tabla 20 se visualiza una clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente de sus medias. Donde la prueba de Tukey para el recuento de mohos y levaduras el tratamiento 2, 3 y 4, son iguales estadísticamente ($p > 0,05$), mientras que el tratamiento 1 y el control son diferentes.

Tabla 21. Formato para el registro de datos para la determinación de pH en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), luego de aplicado el tratamiento.

Tratamiento con Pulsos luminosos (J/cm^2)		Repetición	pH	Promedio
D_{C1}	Control 0	R_1	3.59	3.56 \pm 0.04
		R_2	3.52	
		R_3	3.56	
D_{C2}	Control pasteurizado (85°C/15min)	R_1	3.92	3.61 \pm 0.03
		R_2	3.51	
		R_3	3.42	
D_1	0.0028	R_1	3.36	3.38 \pm 0.02 ^a
		R_2	3.38	
		R_3	3.40	
D_2	0.0046	R_1	3.35	3.36 \pm 0.01 ^a
		R_2	3.37	
		R_3	3.36	
D_3	0.0090	R_1	3.32	3.33 \pm 0.02 ^a
		R_2	3.31	
		R_3	3.35	
D_4	0.0104	R_1	3.38	3.34 \pm 0.04 ^a
		R_2	3.30	
		R_3	3.35	

Valores con letras iguales, se consideran estadísticamente iguales

Tabla 22. Análisis de varianza aplicada a los resultados de la muestra testigo y de los diferentes tratamientos utilizados para pH.

	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,105	4	0,026	34,452	0,000
Dentro de grupos	0,008	10	0,001		
Total	0,112	14			

Tal como se observa en la tabla 22, el valor de la significancia es $p=0.000$, presentando efecto significativo ($p<0.05$) esto indica que por lo menos el promedio de una de las muestras difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

Tabla 23. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey^a para pH.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Tratamiento 3	3	3,3267	
Tratamiento 4	3	3,3433	
Tratamiento 2	3	3,3600	
Tratamiento 1	3	3,3800	
control	3		3,5567
Sig.		0,201	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla 23 se visualiza una clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente de sus medias. Donde la prueba de Tukey para el pH la muestra control es diferente a los demás tratamientos, sin embargo, los tratamientos 1,2, 3 y 4 son iguales estadísticamente ($p>0,05$).

IV. DISCUSIONES

En la tabla 14 se observa los valores iniciales de la caracterización inicial de vitamina C, recuento de mohos y levaduras y pH de las muestras de zumo de aguaymanto antes de ser tratadas con pulsos de luz, tal como se observa, las muestras de zumo de aguaymanto presentan un promedio de 0.276 ± 0.00 mg/ml de vitamina C; (Encina, 2006) reporto 0.285 ± 0.10 mg/ml de vitamina C en aguaymanto y (Méndez, 2010) afirma que el contenido completo de Vitamina C depende de su estado de madurez en la que se encuentra o se procesa.

Con respecto al recuento de mohos y levaduras el promedio fue de 1093.33 ± 32.33 ufc/g (tabla 14), a pesar de haber realizado actividades de procesamiento bajo condiciones de higiene y limpieza, sin embargo, existe la posibilidad de que los hongos permanezcan en la superficie de los frutos debido a algunas esporas propias de estos microorganismos (Carballo, 2000).

El zumo de aguaymanto presentó pH ácido de 3.56 ± 0.04 (tabla 14), (Chang, 2013) señala que los zumos y néctares de frutas poseen un pH menor de 4; (Ávila y Fonseca, 2008) afirman que los hongos crecen tanto en medios ácidos como en medios básicos, sin embargo conviene tener presente que el pH en los alimentos afecta a los diversos tratamientos de conservación, (Gómez, 2007) afirma que la disminución del pH ayuda básicamente en dos formas a la preservación de alimentos, inhibiendo directamente el crecimiento microbiano, y reduciendo la resistencia térmica microbiana en alimentos; (Encina, 2006) determinó pH de 3.78 para el fruto fresco de aguaymanto; (Guerrero et al, 2012) señalaron que este fruto posee características cítricas por tener un pH de 3.43 ± 0.01 ; (Duque *et al.*, 2011), determinaron pH de 3,78 para el fruto fresco y 3,80 para la pulpa. (Hernández, 2013) señala que el pH del zumo aumenta a medida que el fruto madura, así también la acidez baja y aumentan la concentración de azúcares en la maduración del fruto.

Para la vitamina C (tabla 15) los resultados promedios luego de ser aplicados con cada tratamiento: tratamiento 1 (0.274 ± 0.004) mg/ml, tratamiento 2 ($0.269 \pm$

0.003) mg/ml, tratamiento 3 (0.269 ± 0.003) mg/ml y tratamiento 4 (0.265 ± 0.004) mg/ml, al comparar con la muestra control (0.276 ± 0.004) mg/ml, se observa una variación menor, a comparación a la muestra control sometida a pasteurización ($85^{\circ}\text{C}/15\text{min}$) cuyo contenido fue de (0.098 ± 0.005) mg/ml donde hubo un 64.5% de pérdida de vitamina C (ver figura 5). (Badui, 2006; citado por Hernández et al. 2013), quienes destacan que de todas las vitaminas, la C es la más lábil e inestable y que la degradación térmica y la oxidación son sus principales mecanismos de destrucción; (Chang, 2013) afirma que la pérdida de éste nutriente probablemente se debe a la destrucción térmica; (Sandoval, 2010) señala que la vitamina C en jugos, zumos y néctares la oxidación de la vitamina se da por exposición prolongada con el aire y por no conservarlos en recipientes oscuros; (Villareal et al., 2013) afirman que los zumos sufren alteraciones debido a enzimas, que alteran no solo la capacidad antioxidante, puesto que también el color provocando cambios indeseables en el aroma; (Méndez, 2010) señala que la vitamina hidrosoluble en jugo decrece debido a una mayor actividad de enzimas oxidadas; (Funes *et al.*, 2012) afirman que las pérdidas varían entre un 0,2% y un 15%, dependiendo de las condiciones de tratamiento (tipo y número de pulsos, temperatura de tratamiento y cantidad de oxígeno disuelto en el zumo). Puesto que durante las primeras siete horas de preparado el jugo, la cantidad de ácido ascórbico permanece inalterable (Sandoval, 2010).

Por otro lado los tratamientos con pulsos luminosos no produjeron diferencias elevadas en el contenido de vitamina C, en comparación del control con pasteurización (0.098 ± 0.005) mg/ml, donde se reportó un 64.5% de pérdida, (Burbano, 2015) señala que las pérdidas de vitamina C fueron de 87,5 % y 71.93 % en néctar de piña, naranjilla y borojón, luego de aplicar la pasteurización a $75^{\circ}\text{C}/12\text{ min}$ y $65^{\circ}\text{C}/7\text{ min}$, así mismo (Encina, 2006) señaló un 50.54% de pérdida de ácido ascórbico en conserva de aguaymanto a $75^{\circ}\text{C}/4\text{ min}$. El análisis estadístico ANOVA (tabla 16) indica que hay efecto significativo ($p < 0,05$) en las distintas muestras, puesto que se aplicó el test de comparaciones múltiples DHS de Tukey, en ella se observan que la muestra control y el tratamiento 1 son diferentes a las demás tratamientos, sin embargo el tratamiento 2, 3 y 4 (tabla 17) son iguales

estadísticamente ($p > 0,05$), con respecto a lo evaluado por Palgan *et al.* (2011) frente a los zumos, indicaron que hay diferencias significativas en la capacidad antioxidante (vitamina C), donde causó una disminución significativa ($p < 0,05$).

Con respecto a los mohos y levaduras los valores presentados en la tabla 18, por efecto del tratamiento con pulsos luminosos fue: tratamiento 1, (573.33 ± 52.05) ufc/g; tratamiento 2, (472.00 ± 24.00) ufc/g, tratamiento 3, (388.00 ± 13.53) ufc/g y tratamiento 4, (358.67 ± 24.34) ufc/g. Valores que están dentro de los parámetros microbiológicos señalados por el MINSA, el cual exige 1000 ufc/g para mohos y levaduras en zumos sin tratamiento térmico (tabla 6).

En la figura 8 se observa mejor la disminución de mohos y levaduras, afirmando la hipótesis planteada, que, a mayor dosis de tratamiento, el número de ufc/g tiende a disminuir, al realizar el análisis de varianza (ANOVA) se observó que existe un efecto significativo (tabla 19) de la dosis de tratamiento con pulsos luminosos sobre el recuento de mohos y levaduras ($p < 0,05$). Así también aplicando un test de comparaciones múltiples DHS de Tukey (tabla 20) donde se observa que los recuentos en el tratamiento 2, 3 y 4, son iguales estadísticamente ($p > 0,05$), mientras que el tratamiento 1 y el control son diferentes.

A partir de tratamiento 2 (0.0046 J/cm^2) se aprecia la disminución de mohos y levaduras en las muestras de zumo al igual que los tratamientos 3 (0.0090 J/cm^2) y 4 (0.0104 J/cm^2), en las cuales el recuento fue disminuyendo aún más; sin embargo, al aplicar la dosis 4 (0.0104 J/cm^2) presentaron un recuento menor lo cual indica mayor efectividad sobre los mohos y levaduras. La efectividad de la pasteurización ($85^\circ\text{C}/15 \text{ min}$) frente al recuento de mohos y levaduras fue efectivo, donde no se reportó evidencia de estos agentes microbiológicos (tabla 18), (Cevallos y Velásquez, 2007) afirman que el zumo no pasteurizado puede contener miles o decenas de miles de bacterias por mililitro, que pueden producir un deterioro significativo del zumo si éste se reserva sin pasteurización durante varias horas; (Hernández, 2013) señala que los mohos y levaduras son inhibidas por un tratamiento térmico a 66°C por 1 min; (Encina, 2006), aplico la pasteurización ($75^\circ\text{C}/4 \text{ min}$) en conservas de aguaymanto considerando al hongo *Byssochlamys fulva* como microorganismo indicador, resultado que llevo a un nivel

de reducción de 3 a 5 ciclos logarítmicos con un pH menor a 4.5; (Torres, 2011) los tratamiento térmicos en zumos frescos afectan significativamente los parámetros fisicoquímicos; (Ferrario *et al.*, 2015) señalaron reducciones hasta 3.0 y 2.0 ciclos log de *Alicyclobacillus acidoterrestris* ATCC 49025, así mismo 6.4 y 5.8 ciclos log de *Saccharomyces cerevisiae* KE162 en el jugo de manzana comercial y natural; afirmando que la disminución de carga microbiana depende de la dosis suministrada. Puesto que (Silva *et al.*, 2010) señalaron un 58% de inactivación de estos hongos (*Saccharomyces cerevisiae*) al aplicar dosis de 0.57; 1.14 y 1.71 J/cm² en néctar de naranja. (Pataro *et al.*, 2011) evidenciaron reducciones de 4.00 y 2.90 ciclos log para *E. coli*, y 2.98 y 0.93 ciclos log para *L. innocua* al aplicar dosis entre 1.8 a 5.5 J/cm² en zumo de manzana (pH 3.49) y naranja (pH 3.78); (Chang, 2013) reporto un nivel de reducción de 3 a 5 ciclos logarítmicos con pH menor de 4.5 y (Gómez, 2010) concluyó que los hongos y las bacterias sufren daños en la membrana causando su inactivación por pulsos de luz provocando cambios principalmente en los componentes celulares.

Con respecto al pH, los valores promedios (tabla 21) luego de su aplicación con pulsos luminosos, cuyos tratamientos fueron: control inicial (3.56 ± 0.04); tratamiento 1 (3.38 ± 0.02), tratamiento 2 (3.36 ± 0.01), tratamiento 3 (3.33 ± 0.02) y tratamiento 4 (3.34 ± 0.04), se observa que no existe mucha variación, a comparación de la muestra control, pero si hay efecto significativo ($p < 0.05$) como se observa en la tabla 22. (Pataro *et al.*, 2011) argumentaron que al aplicar luz pulsada en zumo de manzana (pH 3.49) y zumos de naranja (pH 3.78), lo cual señalaron que hay una disminución significativa ($p < 0.05$) sobre el pH, cabe indicar que el pH está relacionado con el porcentaje de acidez es decir que, a mayor porcentaje de ácidos presentes en el producto, el pH es menor. Por lo que (agronet, 2003) clasifica al aguaymanto como una fruta de alta acidez, con valor desde 1.3-1.7 % de acidez expresado como ácido cítrico; (Villaroel *et al.*, 2013) Indicaron que no hubo cambios considerables en el pH, ya que esta tecnología con pulsos luminosos tiene como principal objetivo ofrecer un producto con una mínima alteración en sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Por ultimo (Funes *et al.*, 2012) mencionan que los pulsos luminosos no alteran las

características fisicoquímicas en jugos de frutas. Donde al aplicar el test de comparaciones múltiples DHS de Tukey (tabla 23), en ella se observa que la muestra control es diferente a los demás tratamientos, sin embargo, los tratamientos 1, 2, 3 y 4 son iguales estadísticamente ($p > 0,05$).

V. CONCLUSIONES

La aplicación de pulsos luminosos en zumo de aguaymanto presentó efecto significativo en el recuento de mohos y levaduras, en donde no se evidenciaron cambios considerables en cuanto a la vitamina C y pH, mientras que el recuento de mohos y levaduras se vio afectado considerablemente a medida que aumentaba la dosis.

A medida que aumentaba la intensidad del tratamiento con pulsos luminosos, la vitamina C no se vio afectada, donde las pérdidas de esta vitamina son mínimas; esto evidencia que la luz en forma pulsada no provoca alteración, ya que esta luz no es estática y constante, puesto que al aplicar el tratamiento con pasteurización (85°C/15min) la pérdida fue de 64.5% debido a su sensibilidad frente al calor.

Los tratamientos con pulsos luminosos reducen la carga microbiana, cuyo efecto destruye la membrana celular de hongos, debido a la intensidad de la luz, cuyo resultado permitió cumplir además con los parámetros microbiológicos para zumos sin pasteurizar, sin embargo, la pasteurización permitió reducir a cero la carga microbiana.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre el color en zumo de aguaymanto.

Evaluar el efecto del tratamiento por pulsos luminosos a diferente pH en zumos.

Evaluar el efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la inactivación de algunas enzimas resistentes (pectinesterasa, polifenolxidasa y la peroxidasa) presentes en los jugos y néctares.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGROINDUSTRIAL DANPER. El aguaymanto cautiva cada vez más al mundo – 2015 [En Línea]. Pp 01 – 06. [Fecha de Consulta: 20 de setiembre 2016].

Disponible en: <http://www.danper.com/blog/exportacion-de-aguaymanto/>

AGRONET. Cultivo y comercialización de la Uchuva – 2003 [En Línea]. [Fecha de Consulta: 15 de setiembre 2016]. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Cultivo%20de%20uchuva.pdf

ÁVILA Pineda, Giovanna Teresa y FONSECA Moreno, María Mercedes. Calidad microbiológica de jugos preparados en hogares de bienestar familiar en la zona norte de Cundinamarca. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Microbiología Industrial, 2008

BURBANO Moreano, Juan José. Influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (*Ananas comosus* L.), naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) y borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.). Ecuador: Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos, tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos, 2015

CALVO, I. El cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*). [Resumen en línea]. Manejo integrado de cultivos/frutales de altura. Costa Rica. [Consultado el 15 de noviembre de 2016]; 2009.

CARBALLO, F. Microbiología Industrial: Microorganismos de interés industrial. Editorial Acribia. España. 20-31p. 2000

CEVALLOS Cedeño Ramón Eduardo y VELÁSQUEZ Murillo Luis David. Comparación de la temperatura-tiempo de retención de pasteurización y su efecto en la concentración de vitamina “c” en el zumo de naranja. Tesis (Ingeniería Agroindustrial), Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 2007

CHANG Canales, Artemio. El Camu Camu-Aspectos Quimicos, Farmacologicos y tecnológicos. Revista: Alimentos saludables. Ficha N° 3. Perú, 2013.

CHORDI Barrufet, Silvia. Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad. Lleida: Universidad de Lleida. Facultad de Medicina Grado en Nutrición humana y dietética, 2013

Dirección General de Salud Ambiental. NTS N°071 Minsa/ Digesa V.01: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución Ministerial 591 Minsa. Lima. 2008 [en línea]. Pp 01-23 [fecha de consulta: 17 de setiembre 2016].

Disponible en: <http://RM615-2003MINSA.pdf>

DOMÍNGUEZ, L. y Parzanese, M. Tecnología para la industria alimentaria: luz ultravioleta en la conservación de alimentos. Revista: Alimentos Argentinos. Ficha N° 2. Argentina. 2011.

DURÁN, Felipe y Durán Jaime. Frutas que curan. Bogotá: Grupo Latino, 2007. 240 p.

ISBN: 9789588203430

DUQUE, Alba L., Giraldo, Germán A., Quintero, Victor D. Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis Peruviana L.*). Revista Temas Agrarios 16 (1): 75 – 83. junio 2011.

ENCINA, Christian. Influencia del descerado y composición del almíbar en la optimización del tratamiento térmico de la conserva de aguaymanto (*physalis peruviana*, linnaeus, 1753) para la mayor retención de ácido ascórbico. Tesis (magister scientiae). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2006.

FERNÁNDEZ, J.; Barbosa, G. y Swanson, B. Tecnologías emergentes para la conservación de alimentos sin calor. Revista Arbor CLXVIII, 661, pág. 155-170. España. 2001.

FERRARIO, Mariana; Alzamora, Stella y Guerrero, Sandra. Inactivation kinetics of some microorganisms in apple, melon, orange and strawberry juices by high intensity light pulses. Revisit: Journal of Food Engineering. Pág. 302 – 311. 2013

Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877413001714>

FERRARIO, M.; Alzamora, S.M y Guerrero, S. Study of the inactivation of spoilage microorganisms in apple juice by pulsed light and ultrasound. Food Microbiology, 46 (1): 635 – 642, April 2015

ISSN: 07400020

FUNES, G., Gomez. P., Resnik, S. y Alzamora, S. Application of pulsed light to patulin reduction in Mcllvaine buffer and apple products. Food Control 30: 405 – 410. 2012.

GÓMEZ, Sánchez, A. Microorganismos de importancia en el tratamiento térmico de alimentos ácidos y de alta acidez, Revista: Temas selectos de Ingeniería de Alimentos 1 Vol. 1. N° 3, 24-32. 2007.

GUEVARA Pérez, Américo Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Industrias Alimentarias, 2015

GUERRERO, Dante; SANDOVAL, Carlos; CORONADO, Natalie; RODRIGUEZ; Cesar y SAAVEDRA, Kevin. Diseño de la línea de producción para la obtención y envasado de néctar de aguaymanto. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial, 2012.

GÜNTER, Vollmer, GÜNTER, Josst. y DIETER Schenker. Elementos de la Bromatología descriptiva. Zaragoza: Acribia S.A, 2000. 300 p.

ISBN: 842000877-X

HERNÁNDEZ Toledo, Claudia Camila. Desarrollo de productos tratados por procesos térmicos y no térmicos a partir del fruto *Physalis Peruviana* Linnaeus.

Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 2013

JUNTAMAY Tenezaca, Elvia Rocio. Evaluación Nutricional de la Uvilla (*Physalis peruviana* L.) deshidratada, a tres temperaturas mediante un deshidratador de bandejas. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias de Bioquímica y Farmacia., 2010

MÉNDEZ Ramos, María Guadalupe. Estudio del efecto del campo eléctrico sobre las vitaminas C, E y A del Aguacate. Tlaxcala: Instituto Politecnico Nacional. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, 2010

Ministerio de Agricultura. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en condiciones de valles andinos. Lima. 2010.

NAVARRO Pascual, María. Desarrollo de metodologías analíticas para autenticación de zumos de fruta y bebidas. Valencia: Universidad de Valencia. Facultad de Química, 2015

MONTGOMERY, Douglas. Diseño y Análisis de Experimentos. En: Muestreo y distribuciones de muestreo. 2da. edición. Limusa Wiley, 2010. pp. 60-103.

NICOLETA, Arón; Ramos, Ana; Nicolaua, A; Bellosoc, Olga; Solivia, Robert. Influence of processing parameters on the pulsed-light inactivation of *Penicillium expansum* in apple juice. Revisit: Food Control 41. Pág. 27 – 31. 2014.

Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713513006646>

LUCIANO Lazaro, Lesli Daniela. Efecto de la dosis de irradiación UV-C en la población de *escherichia coli* y características fisicoquímicas en lúcumo (*Pouteria lucuma*) mínimamente procesada, almacenada a temperatura de refrigeración. Perú: Escuela de ingeniería agroindustrial y comercio exterior, 2015.

PALGAN, I.; Caminiti, I.; Muñoz, F.; Noci, F.; Whythe, D.; Morgan, D.; Lyng, J. Effectiveness of High Intensity Light Pulses (HILP) treatments for the control of

Escherichia coli and *Listeria innocua* in apple juice, orange juice and milk. Revisit: Food Microbiology 28. Pág. 14 – 20. 2011.

PATARO, G; Muñoz, A; Palgan, I; Noci, F; Ferrari, G y Lyng, J.G. Bacterial inactivación in fruit juices using a continuous flow Pulsed Light (PL) system. Food Research International, 44 (6): 1642-1648, February 2011
ISSN: 00933813

RODRÍGUEZ, J. y Rodríguez, C. Alimentos mínimamente procesados. Fundación Eroski Consumer. 2007.

ROJAS Silva, Meliza Lindsay. Efecto de la dosis de irradiación UV-C, y tiempo de almacenamiento a 6°C sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras en ananas comosus var. *cayena lisa* (piña), mínimamente procesada. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería Agroindustrial, 2013.

SIERRA EXPORTADORA. Exportación del aguaymanto en fresco – 2015 [En línea]. Pp 1 -4. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2017]

Disponible en: <http://gestion.pe/economia/exportacion-aguaymanto-fresco-subiria-us-500-mil-anuales-si-logra-ingresar-eeuu-2168317>

SILVA Ramirez, Meregildo; Castro Silipu, Wilson y Oblitas Cruz, Jimy. Influencia de la turbidez en el efecto antimicrobiano de la luz ultravioleta y de los pulsos luminosos de luz blanca en néctar de naranja (*citrus sinensis*). Scientia Agropecuaria. 139 – 145, junio 2010.

USDA, (2013). Natural Resources Conservation Service. Disponible en: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=PHPE4&display=y=31>

PÉREZ Eusebio, Liz Judith y Willis Zoeger, Verónica Lizeth. Proyecto de inversión para la instalación de una planta procesadora de aguaymanto deshidratado en la provincia de Celendín para la exportación al mercado de new york, EE.UU.

Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Escuela de Administración de Empresas, 2015

TAKESHITA, K.; Sibato, J.; Sameshima, T.; Fukunaga, S.; Isobe, S.; Arihara, K. y Itoh, M. Damage of yeast cells induced by pulsed light irradiation. *International Journal of Food Microbiology*, 85, 151-158. 2003.

SANDOVAL Hernandez, Sharon Denisse. Cuantificación de Ácido Ascórbico (Vitamina C) en Néctares de Melocotón y Manzana Comercializados en Supermercados de la Ciudad Capital. Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2010

TORRES, Jorge. Elaboración del néctar de uvilla *Physalis peruviana* L, utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización. Tesis (Ingeniería Agroindustrial). Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, 2011.

VILLAREAL D. Yesenia, Mejía E. Diego Fernando, Osorio M. Oswaldo y Cerón C. Andrés Felipe. Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina c en jugos de frutas. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* Vol 11 No. 2 (66-75) Julio - Diciembre 2013

VILLARROEL, A.; Melloso, M. y Fortuny, S. Pulsos de luz intensa: inactivación microbiana en frutas y hortalizas. *Revista: Journal of Food*. Vol. 11. N° 3, 234-242. 2013.

WEKHOF, A. Desinfection with flash lamps. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 54, 264-276. 2000.

Anexo 1. Determinación de la vitamina C

Determinación de Ácido Ascórbico por método de titulación (AOAC, 967.21)

Valoración del 2,6 – dicloroindofenol.

- Se preparó una solución estándar de ácido ascórbico (1 mg/ml).
- Se transfirió una alícuota de 20 ml a matraz Erlenmeyer, agregando 5 ml de solución ácido metafosforico – ácido acético (solución extractora).
- Luego se tituló rápidamente con 2,6 – dicloroindofenol en una bureta de 50 ml, hasta que se observe la aparición de un tono rosa ligero.
- Posteriormente se tituló un blanco (solución estándar) compuesto por la solución extractora más el volumen gastado en la titulación del estándar en agua, y titular con 2,6 – dicloroindofenol, hasta el tono rosa. Todo se hizo por triplicado
- El valor obtenido del estándar se restó del blanco, y la concentración de indofenol se expresa como mg de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de indofenol.

Análisis de las muestras de Zumos

Determinación del contenido de ácido ascórbico en la muestra.

- Se adiciono la muestra de aguaymanto su misma cantidad en solución extractora y se mezcló bien. Se pasó a filtrar en una gasa estéril.
- Se tomó una alícuota de 20 ml del filtrado más 5 ml de ácido metafosforico-acético en un matraz Erlenmeyer, y se tituló con el indofenol hasta que vire a rosa. Realizar por triplicado.
- El volumen registrado de titulación se le resto el gastado en el blanco. Se determina el ácido ascórbico:

Calculo:

$$\text{mg . ácido ascórbico} = \frac{\text{Volumen titulación muestra}}{\text{Volumen titulación estándar}}$$

Anexo 2. Recuento de mohos y levaduras

Técnica de enumeración de las colonias a 25° C. Este método se basa en la siembra en superficie en un medio de cultivo definido, repartido en placas de Petri, con una cantidad definida de muestra por ensayo si el producto a examinar es líquido, o con una cantidad determinada de suspensión madre en el caso de otros productos.

Siembra en superficie

Se caracteriza porque durante la incubación las colonias crecen en la superficie del agar.

- Se utilizó 25 placas previamente preparadas que contienen el medio de cultivo solidificado (20 ml/placa).
- Se esperó de 2 ó 3 minutos a que se seque el inóculo.
- Se depositó en la superficie del agar 0,1 ml de la muestra o de cada dilución.
- Se depositó la muestra tomando una pipeta, luego se procedió a extenderla sobre toda la superficie de las placas, usando el asa de Drigalski estéril.
- Se llevaron las placas a almacenar a temperatura de ambiente y se procedió luego de 48 horas a dar lectura.

Calculo:

$$\text{Número de UFC/g} = \text{Número de colonias} \times \text{factor de dilución}$$

Anexo 3. Determinación de pH

Determinación de pH - Método potencio métrico A.O.A.C. (1996)

Procedimiento:

Se colocó la muestra en un vaso de precipitación

Se cercioro que la temperatura esté a 20° C

Se sumergió la membrana de vidrio del pH-metro en la muestra

Finalmente se tomó lectura

Anexo 4. Formatos de registros de evaluación de la aplicación de pulsos luminosos en zumo de aguaymanto

Tabla 10. Formato de registro de datos para caracterizar al zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), antes de su aplicación con pulsos luminosos.

Caracterización del zumo de aguaymanto	Repetición	Cantidad	Promedio
Vitamina C	R_1		
	R_2		
	R_3		
Recuento de mohos y levaduras	R_1		
	R_2		
	R_3		
pH	R_1		
	R_2		
	R_3		

Tabla 11. Formato de registro de datos para la determinación de la vitamina C en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), luego de aplicado el tratamiento.

	Dosis de tratamiento con Pulsos luminosos (J/cm ²)	Repetición	Vitamina C (mg/ml)		Promedio mg/ml
			mg/100 ml	mg/ml	
<i>D_{C1}</i>	0 (control sin pulsos)	<i>R₁</i>			
		<i>R₂</i>			
		<i>R₃</i>			
<i>D_{C2}</i>	0 (control con pasteurización 85°C/15 min)	<i>R₁</i>			
		<i>R₂</i>			
		<i>R₃</i>			
<i>D₁</i>	0.0028	<i>R₁</i>			
		<i>R₂</i>			
		<i>R₃</i>			
<i>D₂</i>	0.0046	<i>R₁</i>			
		<i>R₂</i>			
		<i>R₃</i>			
<i>D₃</i>	0.0090	<i>R₁</i>			
		<i>R₂</i>			
		<i>R₃</i>			
<i>D₄</i>	0.010	<i>R₁</i>			
		<i>R₂</i>			
		<i>R₃</i>			

Tabla 12. Formato para el registro de datos para la determinación de la población de *Hongos y Levaduras* en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), luego de aplicado el tratamiento.

	Dosis de tratamiento con Pulsos luminosos (J/cm²)	Repetición	Unidades Formadoras de Colonias de Hongos y Levaduras (UFC/g)	Promedio UFC/ml
<i>D_{C1}</i>	0 (control sin pulsos)	<i>R₁</i> <i>R₂</i> <i>R₃</i>		
<i>D_{C2}</i>	0 (control con pasteurización 85°C/15 min)	<i>R₁</i> <i>R₂</i> <i>R₃</i>		
<i>D₁</i>	0.0028	<i>R₁</i> <i>R₂</i> <i>R₃</i>		
<i>D₂</i>	0.0046	<i>R₁</i> <i>R₂</i> <i>R₃</i>		
<i>D₃</i>	0.0090	<i>R₁</i> <i>R₂</i> <i>R₃</i>		
<i>D₄</i>	0.0104	<i>R₁</i> <i>R₂</i> <i>R₃</i>		

Tabla 13. Formato para el registro de datos para la determinación de pH en zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), luego de aplicado el tratamiento.

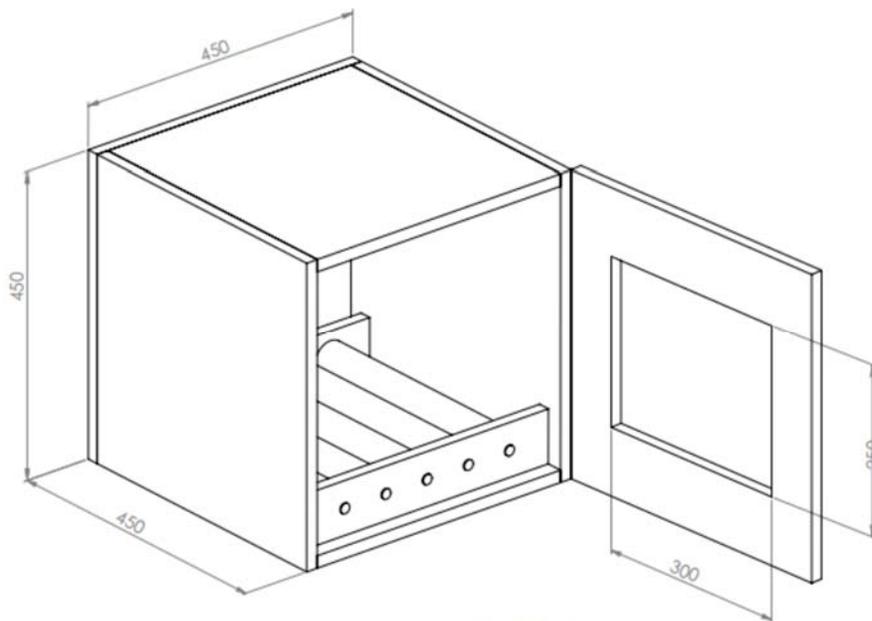
	Dosis de tratamiento con Pulsos luminosos (J/cm²)	Repetición	pH	Promedio
<i>D</i>_{C2}	0 (control con pasteurización 85°C/15 min)	<i>R</i> ₁		
		<i>R</i> ₂		
		<i>R</i> ₃		
<i>D</i>₁	0.0028	<i>R</i> ₁		
		<i>R</i> ₂		
		<i>R</i> ₃		
<i>D</i>₂	0.0046	<i>R</i> ₁		
		<i>R</i> ₂		
		<i>R</i> ₃		
<i>D</i>₃	0.0090	<i>R</i> ₁		
		<i>R</i> ₂		
		<i>R</i> ₃		
<i>D</i>₄	0.0104	<i>R</i> ₁		
		<i>R</i> ₂		
		<i>R</i> ₃		

Anexo 5. Características del equipo de pulsos luminosos



I) CÁMARA DE TRATAMIENTO

- Caja de madera: en este caso se está usando de madera de melanina 18mm, con las dimensiones de 45 x 45 en cada arista. Es un cubo.



ESCALA 1 : 5

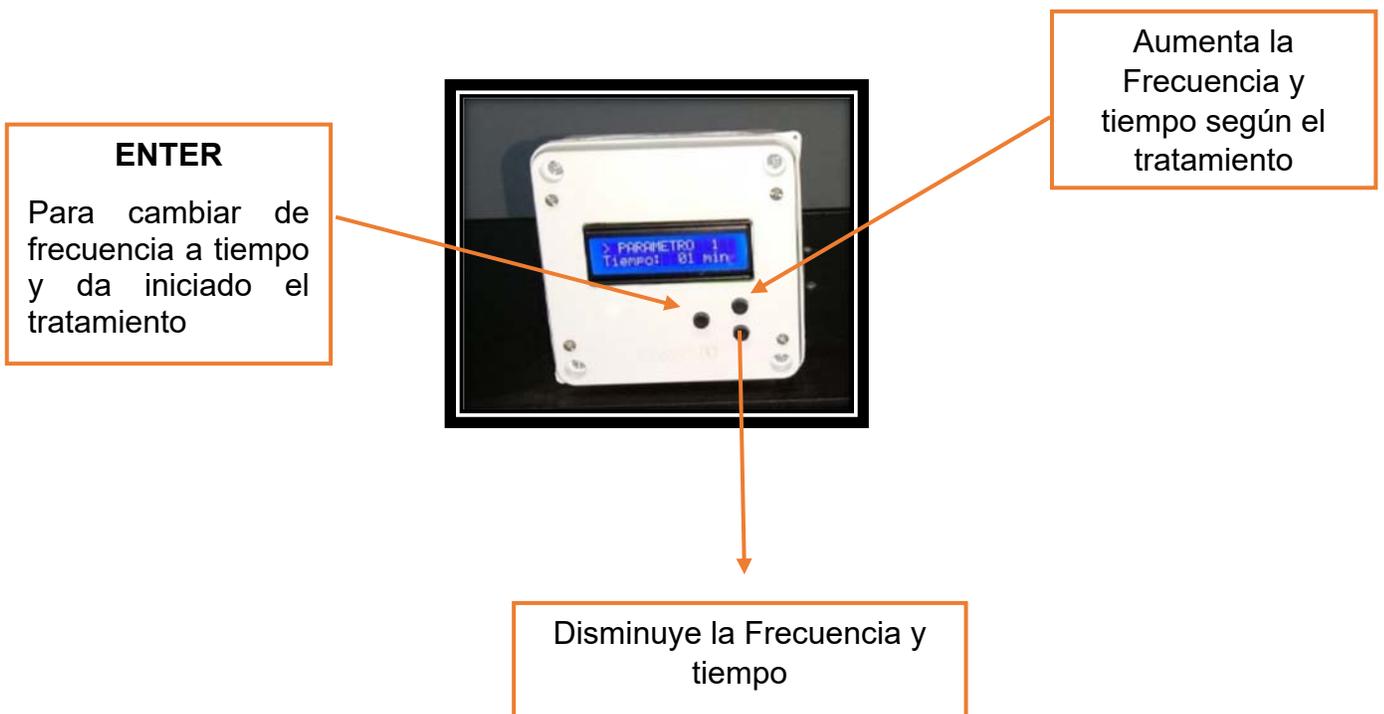
- 2. Vidrio para la puerta
- 3. Silicona para el vidrio de la puerta
- 4. Espejos

II. FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE PULSOS DE LUZ

Dispone de un generador, un condensador que almacena la energía durante un periodo relativamente corto, y un elemento de control que libera la energía de forma súbita en una cámara de tratamiento mediante una lámpara de xenón. La alta energía transmitida a la lámpara produce un destello intenso centrado sobre el área de tratamiento. Actualmente, existen equipos que permiten aplicar pulsos a frecuencias comprendidas entre 1 y 20 destellos por segundo con una fluencia (densidad energética) por pulso de entre 0.01 y 50 J/cm². La duración de los pulsos suele situarse entre 1 ms y 0.1 s (Villarroel et al., 2013).

III. OPERACIÓN DEL EQUIPO

- Conectar el cable a la fuente de energía eléctrica.
- Encender el equipo.
- Programar en el módulo de control la frecuencia (Hz) y tiempo (s) según los tratamientos.
- Una vez programado se da inicio a los tratamientos.



ANEXO 6.



Materia prima y material



Liculado



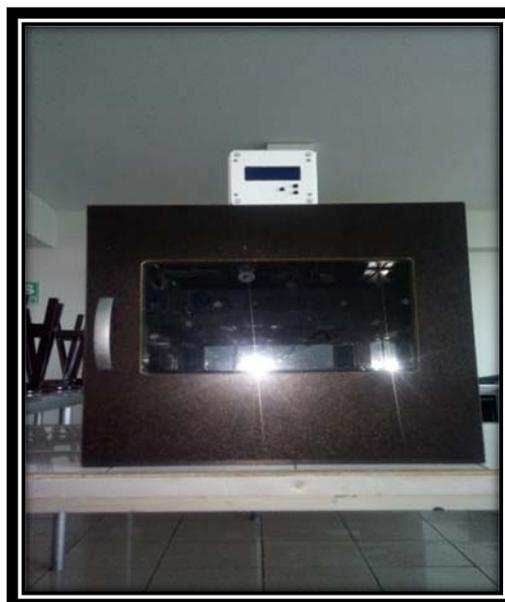
Filtrado



Muestras de zumos



Cámara de tratamiento





Análisis Microbiológico – Siembra en superficie



Determinación de la vitamina C



Medición del pH



Muestras en agar
saboroud



Dosis 1



Dosis 2



Dosis 3



Dosis 4