



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

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

Efecto de la frecuencia y tiempo de tratamiento con pulsos luminosos en las características fisicoquímicas y microbiológicas en mandarina (*Citrus nobilis*)

Var. Clementina

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL:
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTOR:

TISNADO NUREÑA WILMER ROSARIO

ASESOR:

MSc. ARTEAGA MIÑANO HUBERT LUZDEMIO

LINEA DE INVESTIGACION:

PROCESOS AGROINDUSTRIALES

TRUJILLO-PERÚ

2016

“Efecto de la frecuencia y tiempo de tratamiento con pulsos luminosos en las características fisicoquímicas y microbiológicas en mandarina (*Citrus nobilis*) Var. Clementina”

Tisnado Nureña, Wilmer Rosario

Autor

Presentada a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior de la Universidad César Vallejo para su aprobación.

MSc. Pagador Flores Sandra Elizabeth

Presidente

MSc. Linares Lujan Guillermo Alberto

Secretario

MSc. Arteaga Miñano Hubert Luzdemio

Vocal

TRUJILLO – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios, por sus bendiciones e iluminar mi camino, darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria, para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, por haberme permitido llegar hasta esta instancia, por haberme dado salud y aliento para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A todos los amigos y personas por confiar en mí, por su apoyo y paciencia, comprensión y consejos que guiaron mis pasos en el transcurso de mi vida, a mis queridos profesores de la Universidad César Vallejo y amistades con los que compartimos, conocimientos y experiencias inolvidables.

AGRADECIMIENTO

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

Agradezco a mi asesor de tesis, M.Sc. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano, por sus conocimientos invaluable que me brindó para llevar a cabo esta investigación, y sobre todo su gran paciencia para esperar a que este trabajo pudiera llegar a su fin.

Agradezco a toda la plana Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial quienes me brindaron sus enseñanzas innovadoras para mi formación profesional sus consejos y una formación tanto humanista como espiritual preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Wilmer RosarioTisnado Nureña

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Wilmer Tisnado Nureña con DNI N° 70483702 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, de la Escuela de ingeniería Agroindustrial, 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 esta 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 la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Diciembre del 2016

ÍNDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
Página de Jurados	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaración de autenticidad	iv
Índice General	v
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	viii
Índice de Anexos	x
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos	3
1.3. Teorías relacionadas al tema	6
1.3.1. Mandarina	6
1.3.2. Pulsos luminosos	13
1.3.3. Sistemas de luz pulsada	15
1.3.4. Efecto sobre los microorganismos	16
1.3.5. Mecanismos de inactivación con pulsos de luz	17
1.3.6. Efecto en las características de los alimentos	18
1.3.7. Factores críticos del tratamiento por pulsos luminosos sobre la inactivación microbiana	19
1.3.8. Mecanismo de acción de los pulsos luminosos	22
1.3.9. Equipo de tratamiento	26
1.3.10. Aplicación de pulsos luminosos sobre los microorganismos en frutas	26
1.4. Formulación del problema	27

1.5. Justificación del estudio	27
1.6. Objetivos	28
1.7. Hipótesis	28
II. MÉTODO	29
2.1. Tipo de estudio	29
2.2. Diseño de investigación	29
2.2.1. Esquema experimental	29
2.2.2. Método experimental	30
2.3. Identificación de variables	32
2.3.1. Operacionalización de variables	32
2.4. Población y muestra	34
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
2.5.1. Técnicas de recolección de datos	34
2.5.2. Instrumentos de recolección de datos	36
2.6. Métodos de análisis de datos	37
III. RESULTADOS	38
3.1. pH	38
3.2. Acidez	40
3.3. °Brix	41
3.4. Recuento de <i>Penicillium spp.</i>	43
IV. DISCUSIÓN	45
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
VIII. ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

	<u>Pág.</u>
Tabla 1. Operacionalización de variables	32
Tabla 2. Resultados experimentales de las pruebas fisicoquímicas en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	38
Tabla 3. Análisis de varianza para valores de pH en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	39
Tabla 4. Prueba de Tukey para pH en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	39
Tabla 5. Análisis de varianza para valores de acidez en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	41
Tabla 6. Análisis de varianza para valores de °Brix en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	42
Tabla 7. Prueba de Tukey para °Brix en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	42
Tabla 8. Análisis de varianza para <i>Penicillium spp.</i> en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	44
Tabla 9. Prueba de Tukey para <i>Penicillium spp.</i> en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Esquema experimental para evaluar el efecto de la frecuencia y tiempo de tratamiento con pulsos luminosos en mandarina Var. Clementina	30
Figura 2. Diagrama de flujo para la aplicación de pulsos luminosos en mandarina Var. Clementina	30
Figura 3. pH en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	39
Figura 4. Acidez en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	40
Figura 5. °Brix en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	42
Figura 6. <i>Penicillium spp.</i> en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	43
Figura 7. Radiómetro usado para medir la dosis de irradiación con pulsos luminosos	59
Figura 8. Desinfección de la mandarina variedad <i>Clementina</i> a 100 ppm (10 litros de agua con 25 ml hipoclorito de sodio).	60
Figura 9. Análisis fisicoquímico antes del tratamiento de pulsos luminosos	61
Figura 10. Preparación del medio para la inoculación de <i>Penicillium ssp</i> con 1×10^4	62
Figura 11. Inoculación de mandarina variedad Clementina	62
Figura 12. Limpieza y desinfección del equipo de Pulsos Luminosos con hipoclorito de sodio y alcohol de 96°	63
Figura 13. Aplicación de los Pulsos Luminosos a la mandarina con frecuencias de 9, 12 y 15 Hz y tiempo de 900, 1200, 1500s.	63

Figura 14. Preparación del zumo para tomar lectura de pH, acidez y grados °Brix	64
Figura 15. Medición de acidez titulable	65
Figura 16. Recuento de <i>Penicillium ssp</i>	65
Figura 17. 9 Hz x 900 s	66
Figura 18. 12 Hz x 1200 s	66
Figura 19. 15 Hz x 1500 s	66

ÍNDICE DE ANEXOS

	<u>Pág.</u>
Anexo 1. Datos experimentales en frutos de mandarina con pulsos luminosos	58
Anexo 2. Dosis de irradiación según frecuencia y tiempo de exposición a pulsos luminosos	59
Anexo 3. Vistas fotográficas realizadas durante el desarrollo de la investigación de irradiación de mandarina a pulsos luminosos	59
Anexo 4. Características del equipo de pulsos luminosos	67
Anexo 5. Resultados de recuento de <i>Penicillium spp.</i> en mandarina Var. Clementina con aplicación de pulsos luminosos	70

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por finalidad evaluar el efecto de la frecuencia (9, 12 y 15 Hz) y tiempo (900, 1200 y 1500 s) de tratamiento con pulsos luminosos (que dieron dosis de irradiación en el rango de 0.0046 a 0.0104 J/cm²); sobre el pH, acidez, sólidos solubles y recuento de *Penicillium spp.* en mandarina Var. Clementina. El diseño estadístico correspondió a un diseño factorial 3^k con 9 tratamientos más un control, haciendo un total de 30 ensayos. Para los valores de pH existió efecto significativo de la frecuencia y para °Brix del tiempo, para el caso de acidez no existió efecto significativo de las variables independientes. Existió efecto significativo de la frecuencia y tiempo de tratamiento con pulsos luminosos sobre recuento de *Penicillium spp.* La frecuencia de 15 Hz y tiempo de 1500 s permitió obtener el menor valor de recuento de 1.31 ciclos logarítmicos, a comparación del tratamiento control con 1.57, al aplicar esta tecnología lográndose una reducción de 0.26 ciclos logarítmicos.

ABSTRACT

This research was aimed at evaluating the effect of frequency (9, 12 and 15 Hz) and time (900, 1200 and 1500 s) of treatment with light pulses (which gave irradiation dose in the range of 0.0046 to 0.0104 J/cm²); on pH, acidity, soluble solids and count *Penicillium spp.* in mandarin Var. Tangerine. The statistical design was a factorial design with 9 treatments 3^k more control, making a total of 30 trials. For pH values existed significant effect on the frequency and time for °Brix, acidity in case there was no significant effect of independent variables. There was significant effect on the frequency and time of treatment with light pulses on count *Penicillium spp.* The frequency of 15 Hz and 1500 s time yielded the lowest count value of 1.31 log units, compared with 1.57 in the control treatment, to apply this technology in a reduction of 0.26 log units was achieved.