

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

“INACTIVACION DE PATOGENOS
ALIMENTARIOS EN CARNE DE CUY (*CAVIA
PORCELLUS*) MEDIANTE RADIACION UV-C”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Marvin Gustavo Rodriguez Ramos

Asesor:

Mg. Wilberto Effio Quezada

<https://orcid.org/0000-0003-0364-5392>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

<i>Jurado 1</i>	Cesia Elizabeth Boñón Silva	40222757
<i>Presidente(a)</i>	<i>Nombre y Apellidos</i>	<i>Nº DNI</i>

Jurado 2	Juan Miguel Deza Castillo	40057428
	<i>Nombre y Apellidos</i>	<i>Nº DNI</i>

Jurado 3	Jackeline Marilyn León Vargas	18216170
	<i>Nombre y Apellidos</i>	<i>Nº DNI</i>

ÍNDICE

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	25
CAPÍTULO III: RESULTADOS	32
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS	47
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales, Instrumentos y Equipos	26
Tabla 2: Criterios de tratamiento tiempo y altura.....	32
Tabla 3: Resultados del conteo de <i>E. coli</i> en placa Petri al cruzar los criterios tiempo y altura después del tratamiento de radiación UV-C.....	33
Tabla 4: Valores obtenidos de <i>E. coli</i> después de irradiar la carne de cuy con Luz UV-C.....	35
Tabla 5: Resultados del conteo de <i>Salmonella typhimurium</i> en placa Petri al cruzar los criterios tiempo y altura después del tratamiento de radiación UV-C..	37
Tabla 6: Valores obtenidos de <i>Salmonella typhimurium</i> después de irradiar la carne de cuy con Luz UV-C.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Espectro electromagnetico y ubicación de la radiacion UV-C ((LedRise, 2021)	21
Figura 2 : Representación del diseño de equipo de irradiacion UV-C.....	27
Figura 3: Proceso de inactivacion de patogenos alimentarios en carne de cuy.....	29
Figura 4: Recuento en placa de E. coli para un tiempo de 1 minuto y tres alturas (H1, H2 y H3) respectivamente.....	35
Figura 5: Recuento en placa de E. coli para un tiempo de tres minuto y tres alturas (H1, H2 y H3) respectivamente.....	35
Figura 6: Recuento en placa de E. coli para un tiempo de 5 minuto y tres alturas (H1, H2 y H3) respectivamente.....	36
Figura 7: Promedio y porcentaje de inactivación de E. coli para tiempos y alturas diferentes.....	37
Figura 8: Recuento en placa Salmonella typhimurium para un tiempo de 1 minuto y tres alturas (H1, H2 y H3) respectivamente.....	38
Figura 9: Recuento en placa Salmonella typhimurium para un tiempo de 3 minuto y tres alturas (H1, H2 y H3) respectivamente.....	39
Figura 10: Recuento en placa Salmonella typhimurium para un tiempo de 3 minuto y tres alturas (H1, H2 y H3) respectivamente.....	40
Figura 11: Promedio y el porcentaje de inactivación de Salmonella typhimurium para tiempos y alturas diferentes respectivamente.....	41
Figura 12: Análisis de varianza ANOVA para E. coli.....	42
Figura 13: Análisis de varianza ANOVA para Salmonella.....	

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Determinación de dosis o fluencia.....	18
Ecuación 2: Relación de dosis y la acción germicida de microorganismos	19

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, usar radiación UV-C para inactivar patógenos alimentarios *E. coli* y *Salmonella typhimurium* en carne de cuy contaminado. Para ello se utilizó un sistema de irradiación, el cual consiste en una cámara de 50*30*50 cm, cubierta internamente con papel de aluminio a fin de aprovechar al máximo la radiación. En la parte superior de la cámara fue montada una lámpara UV-C de intensidad de radiación 0.654 ± 0.04 J/cm². Posteriormente la carne fue cortada en trozos pequeños de un peso aproximado de 25 g. Para determinar la cantidad inicial de patógenos alimentarios se toma 1 ml de la muestra del criovial y se procede a realizar diluciones sucesivas, a continuación, se aplica el método de extensión o siembra en superficie para ello se tomó 1 ml de la serie 10^{-5} se vierte en la placa con medio sólido específico para cada microorganismo. Los resultados muestran que la luz UV-C, inactiva patógenos alimentarios además se determinó que el tiempo óptimo de inactivación es de 3 minutos a una altura de 10 cm de la fuente de luz al alimento. la carga inicial de *E. coli* y *Salmonella typhimurium* fue de 2.3×10^7 y 2.4×10^7 UFC/g. respectivamente luego del tratamiento con luz UV-C la carga microbiana se redujo a 0.7×10^4 y 0.6×10^4 logrando la reducción de 97 % aprox. de patógenos alimentarios. Por todo lo expuesto se concluye que utilizar Luz UV-C en la inactivación de patógenos alimentarios es efectiva para *E. coli* y *Salmonella typhimurium*.

PALABRAS CLAVES: Luz UV-C, Patógenos alimentarios, Nuevas Tecnologías, Conservación de alimentos.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Acuña Idrogo, I. H. (2018). Tecnologías de la carne y productos cárnicos. *Concytec*.
- Adhikari, A., Syamaladevi, R. M., Killinger, K., & Sablani, S. S. (2015). Ultraviolet-C light inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on organic fruit surfaces. *International Journal of Food Microbiology*, 210, 136-142.
- Agroperu. (21 de mayo de 2022). Conoce las bondades nutricionales de la carne de cuy. Lima, Perú.
- Andina. (26 de junio de 2018). Conoce el potencial del mercado mundial para la carne de cuy peruano. Perú.
- Bintis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E., & Robinson, R. K. (2000). Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(6), 637-645.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Diseños experimentales y cuasi-experimentales*. Buenos Aires: Amorrortu.
- CDC. (12 de diciembre de 2019). *Centers for disease control and prevention*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/salmonella/general/salmonella-symptoms.html>
- CODEX. (2005). *Código de prácticas de higiene para la carne (CAC/RCP 58/2005)*. Obtenido de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B58-2005%252FCXP_058s.pdf
- Davidson, M., & Harrison, M. (2002). resistance and Adaptation to Food Antimicrobials, Sanitizers, and Other Process Controls. *Food Technology*, 56(11).
- Dirección Regional de Salud Junin. (09 de octubre de 2020). *El consumo de cuy favorece la rehabilitación de pacientes COVID-19*. Obtenido de http://www.diresajunin.gob.pe/noticia/id/2020100919_el_consumo_de_cuy_favorece_rehabilitacin_de_pacientes_covid19/#:~:text=Prote%C3%ADnas%2C%20minerales%2C%20calcio%20y%20hierro,a%20la%20presencia%20de%20amino%C3%A1cidos

- Domínguez, L., & Parzanese, M. (2011). *Luz ultravioleta en la conservación de alimentos*. 52(2), 70-76: Alimentos argentinos.
- El peruano. (27 de agosto de 2008). Normas legales. págs. 1-26.
- ELIKA. (01 de abril de 2022). *Seguridad Alimentaria*. Obtenido de <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/escherichia-coli/#limites>
- FAO. (2004). *Buenas prácticas para la industria de la carne*. Obtenido de <https://www.fao.org/publications/card/es/c/49cc9db8-e033-5c02-bc20-a72e4485baad/>
- FDA. (septiembre de 2011). *La inocuidad alimentaria*. Obtenido de <https://www.fda.gov/files/food/published/La-Inocuidad-Alimentaria-Para-Los-Receptores-%28PDF%29.pdf>
- Flores, M., González, E., & Escalona, V. (2020). *Radiación UV-C: una tecnología sanitizante alternativa*. Chile: CEPOC.
- Fundación Española del Corazón. (s.f.). *Alimentos*. Obtenido de <https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/792-carne.html#:~:text=Seg%C3%BAAn%20el%20C%C3%B3digo%20Alimentario%20Espa%C3%B1ol,ovino%2C%20porcino%20y%20aves%E2%80%9D>.
- Garnica, H. D. (2017). Efectos de la exposición de luz ultravioleta (UVC) y ácido acético en la carga microbiana y cambios fisicoquímicos en carne de res.
- Guan, W., Fan, X., & Yan, R. (2012). Effects of UV-C treatment on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, microbial loads, and quality of button mushrooms. *Postharvest Biology and Technology*, 64(1), 119-125.
- Gutiérrez, D. R., Char, C., Escalona, V. H., Chavez, A. R., & Rodriguez, S. C. (2015). Application of UV-C Radiation in the Conservation of Minimally Processed Rocket (*Eruca sativa* Mill.). *Journal of food processing and preservation*, 39(6), 3117-3127.
- Hernandez Mendoza, S., & Duana Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 51-53.

- Isohanni, P. I., & Lyhs, U. (2009). Use of ultraviolet irradiation to reduce *Campylobacter jejuni* on broiler meat. *Ciencia avícola*, 88 (3), 661-668.
- IUVA. (12 de julio de 2022). *Preguntas frecuentes sobre los rayos ultravioleta*. Obtenido de <https://iuva.org/UV-FAQs/>
- Kim, H. J., Lee, Y. J., & Eun, J. B. (2014). Changes in the Microbiological Characteristics of Korean Native Cattle (Hanwoo) Beef Exposed to Ultraviolet (UV) Irradiation Prior to Refrigeration. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(6), 815.
- Lara Oviedo, G. A., Navarro, M. C., & Atencio Altamiranda, J. (2018). Study of photoreactivation in microbiological crops obtained from microbial loading of the surface of strawberries subject to different doses of short-wave UV-C ultraviolet light. *REVISTA COLOMBIANA DE INVESTIGACIONES AGROINDUSTRIALES*, 5(1), 32-40.
- LedRise. (16 de junio de 2021). *Desinfección con luz ultravioleta, >99 % de tasa de eliminación de virus (incluido COVID-19) o bacterias*. Obtenido de <https://www.ledrise.eu/blog/disinfection-with-uv-light/>
- Manzocco, L., Da Pieve, S., Bertolini, A., Bartolomeoli, I., Maifreni, M., Vianello, A., & Nicoli, M. C. (2011). Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effects on structure, colour and sensory properties. *Postharvest Biology and Technology*, 61(2-3), 165-171.
- Millan Villarroel, D., Romero Gonzáles, L., Brito, M., & Ramos Villarroel, A. (2015). Luz ultravioleta: inactivación microbiana en frutas. *SABER*, 454-469.
- Nascimento, M. S., Carminati, J. A., Silvia I., C. N., Silvia, D. L., Bernardi, A. O., & Copetti, M. V. (2018). Salmonella, Escherichia coli and Enterobacteriaceae in the peanut supply chain: From farm to table. *Food Research International*, 105, 930-935.
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ochoa Velasco, C. E., Díaz Lima, M. C., Avila Sosa, R., Ruiz López, I. I., Corona Jiménez, E., Hernández Carranza, P., & Gerrero Beltran, J. A. (2018). Effect of UV-C light on

- Lactobacillus rhamnosus, Salmonella Typhimurium, and Saccharomyces cerevisiae kinetics in inoculated coconut water: Survival and residual effect. *Journal of Food Engineering*, 223, 255-261.
- Ochoa-Velasco, C. E., Díaz-Lima, M. C., Ávila-Sosa, R., Ruiz-López, I. I., Corona-Jiménez, E., Hernández-Carranza, P., . . . Guerrero-Beltrán, J. A. (2018). Effect of UV-C light on Lactobacillus rhamnosus, Salmonella Typhimurium, and Saccharomyces cerevisiae kinetics in inoculated coconut water: Survival and residual effect. *Journal of Food Engineering*, 223, 255-261.
- OMS. (7 de febrero de 2018). *E. coli*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- OMS. (04 de febrero de 2019). *Inocuidad de los alimentos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Ouyang, B., Demirci, A., & Patterson, P. (2020). Inactivation of Escherichia coli and Salmonella in liquid egg white by pulsed UV light and its effects on quality. *Journal of Food Process Engineering*, 43 (5), e13243.
- Ozer, N. P., & Demirci, A. (2006). Inactivation of Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes inoculated on raw salmon fillets by pulsed UV-light treatment. *International journal of food science & technology*, 41(4), 354-360.
- Palomino Camargo, C., & Gonzales Muños, Y. (2014). Técnicas moleculares para la detección e identificación de patógenos en alimentos: ventajas y limitaciones. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31, 535-546.
- Possas, A., Valero, A., García Gimeno, R. M., Pérez Rodríguez, F., & Mendes de Souza, P. (2021). Combining UV-C technology and caffeine application to inactivate Escherichia coli on chicken breast fillets. *Food Control*, 129, 108206.
- Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana. (s.f.). *La carne de cuy ayuda a reforzar el sistema inmunológico*. Obtenido de <http://pgrlm.gob.pe/agraria/la-carne-de-cuy-ayuda-a-reforzar-el-sistema-inmunologico/>
- Ramos Galarza, C. (enero de 2021). *Diseño de investigación experimental*. Obtenido de <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356>

- Rivera Pastrana, D. M., Gardea Bejar, A. A., Martinez Tellez, M. A., Rivera Dominguez, M., & Gonzales Aguilar, G. A. (2007). Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4), 361-372.
- Rodriguez, M. C., & Cabrera, I. P. (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enfermería Universitaria*, 4(1), 35-38.
- Schenk, M., Guerrero, S., & Alzamora, S. M. (2008). Response of Some Microorganisms to Ultraviolet Treatment on Fresh-cut Pear. *Food and Bioprocess Technology*, 1(4), 384-392.
- Silveira, A. C., Baeza, A., & Escalona, V. H. (2015). Efecto de la Radiación Ultravioleta-C Combinada con Envasado en Atmósfera No Convencional sobre la Calidad de la Rúcula Recién Cortada (Eruca Sativa Mill.). *Journal of Food Safety*, 35(4), 523-532.
- Suárez, R. (2001). Conservación de alimentos por irradiación. *Invenio*, 4(6), 85-124.
- Sumner, S., Wallner Pendleton, E. A., Froning, G. W., & Stetson, L. V. (1996). Inhibition of Salmonella typhimurium on Agar Medium and Poultry Skin by Ultraviolet Energy. *Journal of food protection*, 59(3), 319-321.
- Tarek, A. R., Rasco, B. A., & Sablani, S. S. (2015). Ultraviolet-C light inactivation kinetics of E. coli on bologna beef packaged in plastic films. *Food and Bioprocess Technology*, 8(6), 1267-1280.
- Tomas Callejas , A., Otón, M., Artés, F., & Artes Hernández, F. (2012). Combined effect of UV-C pretreatment and high oxygen packaging for keeping the quality of fresh-cut Tatsoi baby leaves. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 14, 115-121.
- Tomas, M., & Jafari, S. M. (2018). Influence of food processing operations on vitamins. *Encyclopedia of food chemistry*.
- Yaun , B. R., Summer, S. S., Eifert, J. D., & Marcy, J. E. (2004). Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. *International journal of food microbiology*, 90(1), 1-8.
- Yeh, Y., De Moura, F. H., Van Den Broek, K., & De Mello, A. S. (2018). Yeh, Y., De Moura, F. H., Van Den Broek, K., & De Mello, A. S. (2018). Effect of ultraviolet

light, organic acids, and bacteriophage on *Salmonella* populations in ground beef.
Meat science, 139, 44-48.

Zhou , G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat—A review. *Meat science*, 86(1), 119-128.