



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

INOCUIDAD EN HIERBA LUISA (*Cymbopogon citratus*) MEDIANTE ENERGÍA
IONIZANTE Y SU ACEPTABILIDAD POR LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS - ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Línea de investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Tecnología de Alimentos

Autora:

Apolinario Peña, María Luisa

Asesor:

Camposano Anticona, Abiu David
(ORCID: 0000-0003-1072-0901)

Jurado:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter
Mayhuasca Guerra, Jorge Victor
Bazan Briceño, Jose Luis

Lima - Perú

2022

Referencia:

Apolinario, M. (2022). *Inocuidad en hierba luisa (Cymbopogon citratus) mediante energía ionizante y su aceptabilidad por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas - Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal].
Repositorio Institucional UNFV.
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6421>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

INOCUIDAD EN HIERBA LUISA (*Cymbopogon citratus*) MEDIANTE ENERGÍA
IONIZANTE Y SU ACEPTABILIDAD POR LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

Línea de investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el Grado Académico de Maestra en Tecnología de Alimentos

Autora

Apolinario Peña, Maria Luisa

Asesor

Camposano Anticona, Abiu David
(ORCID: 0000-0003-1072-0901)

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Mayhuasca Guerra, Jorge Victor

Bazan Briceño, Jose Luis

Lima - Perú
2022

INDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
I. INTRODUCCION.....	6
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	8
1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	9
1.4. ANTECEDENTES.....	10
1.5. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	12
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.7. OBJETIVOS	14
1.8. HIPÓTESIS.....	15
II. MARCO TEORICO	17
2.1 MARCO CONCEPTUAL	17
2.1.1 Energía ionizante.....	17
2.1.2 Tipos de radiación ionizante y fuentes	17
2.1.3 Irradiación de alimentos.....	18
2.1.4 Dosis de radiación.....	19
2.1.5 Aplicación de la irradiación en alimentos	19
2.1.6 Ventajas y desventajas de irradiación de alimentos.....	20
2.1.7 Efecto de la radiación sobre la materia viva y química	22
2.1.8 Efectos de la radiación sobre microorganismos	23
2.1.9 Efectos de la radiación gamma sobre la composición química de los alimentos	25
2.1.10 Cambios en la entidad organoléptica.....	26
2.2 ASPECTOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y MEDIO AMBIENTE	28
III. MÉTODO.....	30
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
3.4 INSTRUMENTOS	32
3.5 PROCEDIMIENTO.....	32
3.6 ANÁLISIS DE DATOS.....	33
IV. RESULTADOS	47

4.1. CONTRASTACIÓN DE PRUEBA DE HIPÓTESIS	47
4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.....	58
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
VI . CONCLUSIONES.....	62
VII . RECOMENDACIONES	64
VIII. REFERENCIAS.....	65
IX . ANEXOS	
ANEXO A	71
ANEXO B.....	72
ANEXO C	73
ANEXO D	74
ANEXO E.....	75
ANEXO F	76

RESUMEN

La investigación se realizó empleando hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) irradiada con energía ionizante, para conocer la aceptabilidad sensorial de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*). Se conformó tres grupos de filtrantes sometidos a irradiación con energía ionizante de 6 kGy, 8 kGy y 10 kGy. Antes de la degustación se realizaron los análisis microbiológicos y luego se aplicó a la muestra. Los resultados del ANOVA fue el estadístico $F = 3.176$ con $p = 0.009 < 0.05$, indica que existen diferencias significativas entre las medias de aceptabilidad sensorial del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) al 5% de significancia. El olor del filtrante con dosis de 8 kGy, tuvo la mayor media, “me agrada muchísimo” según el 34,4% con $s = 1.448$; el sabor y color, del filtrante con dosis de 10 kGy tuvo la aceptabilidad “me agrada muchísimo” y “me agrada mucho” respectivamente, el olor tiene una relación alta, directa, positiva y significativa con la aceptabilidad $r = 0.726$, el sabor tiene relación alta, directa, positiva y significativa con la aceptabilidad, con $r = 0.718$, el sabor y el olor con dosis alta, tiene mayor aceptabilidad, en cuanto al color, la relación también es directa, positiva y significativa con la aceptabilidad con $r = 0.647$, se concluye que estas diferencias en la aceptabilidad del filtrante de hierba luisa, es por las diferentes dosis de irradiación, y el filtrante de hierba luisa inocuo con dosis alta de 10 kGy, tiene mayor aceptación y su correlación es alta, positiva y directa con la aceptabilidad de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Federico Villarreal el año 2018.

Palabras claves: inocuidad, radiación, aceptabilidad, relación

ABSTRACT

The research was carried out using lemon verbena (*Cymbopogon citratus*) irradiated with ionizing energy, to know the sensory acceptability of the students of the Professional School of Agroindustrial Engineering (EPIA) of the Faculty of Industrial and Systems Engineering of the National University Federico Villarreal del filter lemongrass (*Cymbopogon citratus*). Three groups of filters subjected to irradiation with ionizing energy of 6 kGy, 8 kGy and 10 kGy were formed. Before tasting, microbiological analyzes were carried out and then applied to the sample. The results of the ANOVA were the statistic $F = 3.176$ with $p = 0.009 < 0.05$, indicating that there are significant differences between the sensory acceptability means of the lemon verbena filter (*Cymbopogon citratus*) at 5% sinificance. The smell of the filter with a dose of 8 kGy, had the highest average, "I like it very much" according to 34.4% with $s = 1,448$; the flavor and color of the filter with a dose of 10 kGy had the acceptability "I like it very much" and "I like it very much" respectively, the smell has a high, direct, positive and significant relationship with the acceptability $r = 0.726$, the flavor has high, direct, positive and significant relationship with acceptability, with $r = 0.718$, taste and odor with high dose, has greater acceptability, regarding color, the relationship is also direct, positive and significant with acceptability with $r = 0.647$, it is concluded that these differences in the acceptability of the lemon verbena filter are due to the different irradiation doses, and the harmless lemon verbena filter with a high dose of 10 kGy, has greater acceptance and its correlation is high, positive and direct with the acceptability of the students of the School of Agroindustrial Engineering of the Faculty of Industrial and Systems Engineering of the Federico Villarreal University in 2018.

Keywords: safety, radiation, acceptability, relationship

I. INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad se ha plasmado como parte de nuestras costumbres o cultura el consumo de bebidas procesadas con colorantes, saborizantes y conservantes, con la finalidad de calmarla sed o de hacer vida social, las diferentes marcas de bebidas han gastado ingentes cantidades en publicidad para entrar al mercado y atraer al público con las bondades de sus marcas, lo cual ha influenciado en las costumbres y ha quedado grabado en el subconsciente las propagandas, siendo los consumidores, personas de diferente grupo étnico, condición social, nivel educativo y profesión, reconociéndose que hay bebidas para todos los gustos y bolsillos, según los datos estadísticos del INEI (2018), acerca del consumo de bebidas en especial bebidas gaseosas el consumo per cápita fue 33.3 (Lt/persona) al año lo que contribuye a la obesidad, daña los dientes y desempeña un papel en otras afecciones de la salud.

Las bebidas gaseosas son efervescentes sin contenido de alcohol, según estudios internacionales son hoy en día de mayor consumo en todo el mundo, lo cual se puede ver mayormente en la población joven, esta bebida tiene diferentes nombres dependiendo del país, como gaseosa, refresco, refresco con gas, etc. Pero su consumo según estudios de la OMS representa un riesgo para nuestra salud, porque su ingesta se asocia al consumo muy bajo de vitaminas minerales y fibra, porque además contribuye con el sobre peso, la obesidad y aumenta el riesgo de problemas renales, cardíacos entre otras enfermedades por su contenido de azúcar, edulcorantes artificiales, ácidos (fosfórico, cítrico, málico, tartárico), cafeína, dióxido de carbono, conservantes etc.

Estas razones permiten dar una mirada a las plantas aromáticas que desde la niñez los abuelos enseñan a consumir, por su sabor, por la facilidad en conseguirlas y por las propiedades

medicinales, por eso el saneamiento en la industria alimentaria es de suma importancia ya que hace referencia a todas las practicas higiénicas para la limpieza y desinfección durante el proceso de elaboración de un producto que el consumidor va a ingerir, es por ello que la inocuidad mediante el empleo de energía ionizante en la materia prima Hierba Luisa no influye en la aceptabilidad sensorial de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas Universidad Nacional Federico Villarreal.

1.1. Planteamiento del problema

La preocupación de los consumidores se centra en la calidad e inocuidad de los alimentos que se ofrecen en el mercado por lo tanto, que no signifiquen un riesgo para la salud, tal es así que en busca de ofrecer productos inocuos se han desarrollado tecnologías de conservación que logren mantener al máximo las propiedades de los alimentos, conservarlos por más tiempo en mejores condiciones, siendo una alternativa el uso de energía ionizante la cual cobra relevancia en la actualidad por que evitan que se deterioren además de eliminar los posibles agentes microbianos presentes.

En la EPIA de la UNFV, se ha podido observar que los alumnos concurren después del intercambio de hora entre una clase y otra o durante el refrigerio a los kioscos y/o puestos de venta de gaseosas cercana a la universidad a consumir cualquier marca de bebida para satisfacer su sed o tomarlo como acompañante de una empanada, emparedados, etc., lo cual ocurre en las diferentes facultades de la universidad, pero también en otras instituciones, una realidad que se da en la mayoría de estudiantes.

1.2. Descripción del problema

Según las cifras de la OMS la obesidad causada por el consumo de bebidas carbonatadas altamente azucaradas afecta a 140 millones de personas en América Latina representando un 23% de la población total de la región (Ramírez, 2017). Según Olivares(2018), los gobiernos se han visto forzados a tomar acciones para poner freno al consumo de bebidas carbonatadas altamente azucaradas y es así como surgen los impuestos para las bebidas, la ley sobre el etiquetado de los alimentos, por lo que se busca la aceptabilidad de bebidas aromáticas ionizadas por parte de los estudiantes, y para el estudio fue delimitado a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

A nivel global el consumo de plantas aromáticas como infusión y para usos medicinales de larga data en el mundo, según la Organización Mundial de la Salud, existe una variedad de 20,000 especies que se utilizan para fines medicinales y aromáticos, también se sabe que el consumo de plantas aromáticas por el ser humano se da por las costumbres que se han transmitido a través de los tiempos, estas plantas crecen en forma silvestre aunque en la actualidad se están cultivando con fines comerciales y de industrialización, por lo tanto requieren un adecuado manejo agrícola y de post cosecha para asegurar la disminución y eliminación de la carga microbiana alterante o patógena, para ello se están usando diferentes técnicas como el uso de la energía ionizante a diferente dosis y como resultado se consigue ralentizar la descomposición del producto y por ende es un método de conservación.

En Colombia se tiene conocimiento que existen aproximadamente un promedio de 50,000, especies de flora de las cuales según estudios 6,000 tiene algún tipo de propiedad medicinal, entre las que también están las especies aromáticas que se usan para la preparación de infusión, que son

de consumo conocido a nivel de Sudamérica.

El problema se centra en buscar alternativas de consumo de bebidas que no sean carbonatadas altamente azucaradas, y teniendo en cuenta que los estudiantes buscan consumir bebidas en función del sabor, olor y el color de su presentación, se aplicó esta investigación a los estudiantes de los últimos ciclos académicos dada su preparación académica que permite determinar un nivel de aceptabilidad sensorial acertado.

Por las razones arriba indicadas se ha visto por conveniente presentar como alternativa de consumo a la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) sometida a radiación ionizante para lo cual se ha empleado tres tipos de dosis y la aceptabilidad de la infusión por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

1.3. Formulación del problema

Problema General

¿Cuál es la aceptabilidad sensorial de la infusión de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) sometido a radiación ionizante por estudiantes en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal en el año 2018?

Problemas Específicos

PE1 ¿En qué medida la energía ionizante de dosis baja, media y alta consigue la inocuidad (inhibe el crecimiento microbiano) de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018?

PE2 ¿En qué medida los efectos de la energía ionizante a dosis baja, media y alta alteran las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y tiene aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018?

P.E.3. ¿En qué medida la irradiación con aplicación de dosis alta en el filtrate de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) se relaciona con la aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018?

1.4. Antecedentes

Según la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, 2009), bajo los términos del contrato en su publicación las Plantas Medicinales y Aromáticas: Una Alternativa de Producción Comercial. La historia del hombre está estrechamente ligada con las plantas medicinales y aromáticas. Antes de conocer el fuego y domesticar a los animales, su subsistencia dependía en gran parte de las hierbas, los frutos, la miel y los jugos que extraía de las plantas. En el periodo neolítico, el hombre se vuelve sedentario y aparece la agricultura, se cultivan granos y plantas como el hinojey el cilantro, las que se utilizaban como condimentos. También se inicia la fermentación de ciertos cereales con la ayuda de semillas aromáticas como el comino y el anís, se intenta realzar el sabor con hierbas aromáticas y se descubren sabores como el de la angélica y los frutos de la uva. Los griegos usaban plantas aromáticas en su medicina y las incorporaron a su mitología tejiendo leyendas, como la de Dafne convertida en laurely la de la hechicera Medea y sus encantamientos a base de plantas aromáticas.

Homero menciona en su Odisea jardines compuestos de plantas aromáticas y especias. El siglo XVII marcó el apogeo de las plantas medicinales y aromáticas, que hasta entonces se emplearon de manera limitada como medicina; su número había aumentado, pues aparecieron otras como la manigueta de Guinea y el anís estrellado de China. A finales del siglo XVIII, su valor principal era el curativo. En la actualidad se estima que alrededor del 80% de la población mundial recurre a la medicina tradicional herbolaria para la atención primaria de la salud.

Según Jumbo et al. (2016), en su publicación Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de un filtrante de cinco hierbas aromáticas y esteviosido trata del análisis microbiológico, en el cual menciona que el análisis microbiológico tanto para enterobacterias y recuento de mohos y levaduras el resultado fue de <10 NMP/mL (número más probable por ml); por lo que están dentro del límite permisible como resultado de la irradiación.

Sadecka et al. (2004), indican que el procesamiento con irradiaciones afecta a los compuestos fotoquímicos y antioxidantes en frutas y vegetales, así como en hierbas y especias. Al respecto Pérez *et al* (2010) estudió el efecto de la irradiación sobre la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en menta orgánica aplicando una dosis de 30 kGy determinaron que el tratamiento no afectó significativamente el contenido de fenoles y capacidad antioxidante. Al respecto Suhaj *etal* (2006) irradió pimienta negra (*Piper nigrum* L.) con una dosis de 5 a 30 kGy encontraron que el proceso afecta en un 23% en la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos, las muestras sin tratamiento presentaron una elevada carga microbiana superior a lo permitido y la irradiación redujo a niveles aceptados por la normativa (MINSA DIGESA, 2003). Al respecto Zhang *et al* (2010) indica que los coliformes son muy susceptibles a la radiación por ello al aplicar la dosis de 8 kGy no se detecta la presencia de microorganismos, por lo general los hongos y las levaduras son más resistentes que las bacterias.

1.5. Justificación de la investigación

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018) menciona que la inocuidad es una condición necesaria para que haya seguridad alimentaria, pues es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine (Codex Alimentarius, 2003).

Según el ingeniero Montenegro (2018), la ley peruana N°30021 de Promoción de Alimentos Saludables tiene por finalidad informar al consumidor el derecho de elegir qué comer o no. Asimismo, lograr detener el avance de enfermedades crónicas presentes y muy comunes en la población peruana actualmente, como el sobrepeso, la obesidad, la diabetes y la hipertensión.

Se justifica socialmente, porque el mercado de bebidas carbonatadas azucaradas ha sido por mucho tiempo dinámico en ofrecer distintos sabores procesados con alto contenido de azúcar, causando enfermedades crónicas no transmisibles que representan la principal causa de muerte en el mundo entero. Esta epidemia se asocia, principalmente, al tabaquismo, al consumo excesivo de alcohol, el sedentismo y cambios en el patrón alimentario, caracterizado por el consumo de dietas con un elevado contenido de azúcar y grasas saturadas, propias de los alimentos procesados y bebidas azucaradas. La aceptabilidad sensorial de la hierba luisa sometida a radiación ionizada como bebida resaltando sus cualidades organolépticas (color, sabor, olor) debido a la presencia del citral, aceite esencial que se encuentra en esta planta aromática y con ausencia de azúcar, será un sustituto saludable, cambiando hábitos de consumo; siendo bebida saludable enfocada a contribuir con la salud pública.

La hierba luisa es una planta aromática que se encuentra ampliamente distribuida en nuestro país. De ella se conoce las bondades en cuanto a perfume, sabor y salud, sin dejar de lado la

importancia económica que esto significa. Sin embargo, hay escasa información estadística sobre la producción agrícola ni datos precisos y actualizados sobre su distribución geográfica en el Perú. Hoy en día, los aceites esenciales de hierbas aromáticas han sido estudiadas ampliamente, encontrándose diversas propiedades biológicas recalando las anticonvulsionantes, antiinflamatorios, antimicrobianos, antivirales, anticancerígenos, antidepresivos y ansiolíticos. La hierba luisa es empleada frecuentemente para aliviar cólicos y otras dolencias estomacales; así como para aliviar el estrés, los resfriados, fiebre, calmar el dolor y hasta para la artritis. Por su alto contenido en vitamina C también utilizada ampliamente como antioxidante, antibacteriano y antiinflamatorio. Es por ello que en el presente estudio se evaluó la aceptabilidad de la hierba luisa irradiada con energía ionizante, la misma que no afecta las características organolépticas y asegurando su inocuidad por ende manteniendo sus propiedades inalterables por la ausencia de microorganismos.

Su justificación económica de esta investigación académica radica en que, permite incentivar el cultivo industrial sustentable, ya que presentaría ventajas cualitativas con respecto al material (hierba luisa) que crece en vida silvestre, pues no sólo permite la obtención de un material uniforme sino de plantas dotadas de propiedades normalizadas, y su industrialización generaría un movimiento económico con inversiones, generación de puestos trabajo y comercialización.

Su justificación ecológica, se basa en la conservación de la hierba luisa en su estado natural, ya que este crece en bordes de las acequias y algunas veces es regada con aguas servidas, dando lugar a la gran carga microbiana por lo que es de gran importancia realizar pruebas con la aplicación de métodos o técnicas de reducción o descontaminación microbiana para el consumo inocuo de este recurso y para su conservación.

Es necesario someter el producto a procedimientos que permitan la conservación de sus

esencias, esto se consigue con la aplicación de la energía ionizante sobre la hierba luisa para inhibir los patógenos microbianos logrando un producto confiable y de calidad para su consumo.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones para el presente trabajo se dieron en relación al tiempo de la ejecución y procesamiento de la muestra, porque el IPEN, tiene un cronograma de actividades, por lo tanto, dentro su programación se tiene que solicitar un espacio para realizar las pruebas, lo cual hace que se esté supeditado al permiso de la institución, y estando la planta de irradiación lejos de la ciudad de Lima, esto hace que la limitación espacial también sea otro factor limitante para la investigación.

Otra limitación es que en el medio solo existe una institución para realizar las pruebas con energía ionizante, por esta razón no se puede recurrir a otra Institución para realizar las pruebas por lo tanto corresponde a una limitación temporal.

1.7. Objetivos

Objetivo general

Determinar la aceptabilidad sensorial del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) tratada con energía ionizante por los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal en el año 2018.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar si la energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) consiguen la inocuidad (inhiben el crecimiento microbiano) de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y

es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

- ✓ Determinar si la energía ionizante a dosis baja, media y alta no afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y la aceptabilidad sensorial de los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.
- ✓ Determinar si la irradiación con dosis alta en el filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) se relaciona con la aceptabilidad sensorial por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

1.8.Hipótesis

Hipótesis general

La hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) con inocuidad mediante energía ionizante es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

Hipótesis específica

- ✓ La energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) consigue la inocuidad (inhibe el crecimiento microbiano) del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.
- ✓ La energía ionizante a dosis baja, media y alta no afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA

de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.

- ✓ La irradiación con dosis alta en el filtrate de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) se relaciona con la aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 *Energía ionizante*

Según el portal web de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), a principios de los años cuarenta, los progresos realizados en dos sectores concretos hicieron posible la producción económica de fuentes de radiación ionizante en las cantidades requeridas para el tratamiento industrial de los alimentos. Por un lado, construyeron y perfeccionaron aparatos, principalmente aceleradores de electrones, que podían generar radiación ionizante en cantidades sin precedentes y a un costo aceptable. La otra fuente de descubrimientos fue el estudio de la fisión atómica, que producía no sólo energía nuclear sino también productos de la fisión, como el cesio-137, que en sí mismos eran fuentes de radiaciones ionizantes. El descubrimiento de que era posible hacer radiactivos ciertos elementos, llevó a producir otras fuentes de rayos gamma, como el cobalto-60. Estos avances estimularon el interés por la irradiación de alimentos. Las investigaciones en las que se usaron estas nuevas fuentes de energía demostraron con claridad creciente que las radiaciones ionizantes tenían, cuando menos, el potencial de convertirse en un arma eficaz en la batalla contra la pérdida evitable de alimentos y las enfermedades transmitidas por ellos.

2.1.2 *Tipos de radiación ionizante y fuentes*

La radiación ionizante directa consta de partículas cargadas, que son los electrones energéticos (llamados a veces negatrones), los positrones, los protones, las partículas alfa, los mesones cargados, los muones y los iones pesados (átomos ionizados). Este tipo de radiación ionizante interactúa con la materia sobre todo mediante la fuerza de Coulomb, que les hace repeler o atraer electrones de átomos y moléculas en función de sus cargas. La radiación ionizante indirecta es producida por partículas sin carga. Los tipos más comunes de radiación ionizante

indirecta son los generados por fotones con energía superior a 10 keV (rayos X y rayos gamma) y todos los neutrones (Robert y Cherry, s.f).

- ❖ Rayos gamma provenientes de cobalto radioactivo ^{60}Co (a partir de la desintegración radiactiva de isótopos de cobalto).
- ❖ Rayos gamma provenientes de Cesio radioactivo ^{137}Cs .
- ❖ Rayos X, de energía no mayor de 5 mega electrón -Volt (Se generan mediante un aparato eléctrico que funciona con una energía igual o inferior a 5 MeV).
- ❖ Electrones acelerados, de energía no mayor de 10 MeV (Se generan mediante un aparato eléctrico que funciona con una energía igual o inferior a 10 MeV) (Rossi et al., 2009).

Existen tres tipos de fuentes permitidas para irradiar alimentos, cuyas características hacen que no puedan inducir radiactividad en ellos. Estas fuentes son: rayos gamma producidos por los radioisótopos cobalto-60 y cesio-137; electrones acelerados, de energía menor o igual a 10 Megaelectronvolts (MeV); y rayos X, de energía menor o igual a 5 MeV (Constanza, 2014).

2.1.3 Irradiación de alimentos

La irradiación de alimentos es un método físico de conservación que emplea una forma particular de energía electromagnética, la radiación ionizante, denominada de esta forma ya que tiene la capacidad de provocar en el material irradiado la aparición de partículas cargadas eléctricamente (iones) (Farkas, 2006).

Según el Organismo Internacional de Energía Atómica (2017), tras muchos años de investigación y de elaboración de normas nacionales e internacionales, más de 60 países de todo el

mundo cuentan con una reglamentación que permite el uso de la irradiación en uno o más productos alimentarios. La irradiación destruye las bacterias patógenas y reduce el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos. Si bien no es necesario esterilizar los alimentos — aunque sigue siendo preciso manipularlos y cocinarlos adecuadamente—, la irradiación los mantiene “limpios” e inhibe su deterioro, lo que permite conservarlos más tiempo y garantiza un mayor grado de inocuidad y calidad. La irradiación también es un método apto para el control de plagas, pues mantiene la seguridad fitosanitaria de los productos frescos que se comercializan al impedir que los insectos y otras plagas se desarrollen y reproduzcan. De hecho, es esa capacidad para combatir plagas, incluidas las de importancia cuarentenaria, lo que ha llevado a muchos países a introducir técnicas de irradiación.

2.1.4 Dosis de radiación

La dosis de radiación es la cantidad de energía absorbida por el alimento por unidad de masa, su unidad es el gray (Gy) y equivale a la absorción de un joule de energía por kilogramo de masa irradiada ($\text{Gy} = \text{J} / \text{kg}$). Las dosis de radiación utilizadas dependen del tipo de alimento y del efecto buscado (Constanza, 2014).

Según la Organización Mundial de la Salud (1989), si la cantidad de radiación empleado es inferior a la dosis apropiada, puede que no se consiga el efecto buscado. Recíprocamente, si la dosis es excesiva, el producto puede quedar tan deteriorado que deje de ser aceptable.

2.1.5 Aplicación de la irradiación en alimentos

La aplicación de radiaciones ionizantes a los alimentos es un proceso físico no térmico que se puede utilizar para destruir ciertos microorganismos presentes en los mismos. En los alimentos se utilizan habitualmente dosis inferiores a 10 kGy. Se conoce muy bien cuál es la

radiorresistencia de los microorganismos pudiendo ordenarse, de más amenos resistentes, como virus > esporas bacterianas > bacterias gram positivas > bacterias gram negativas > mohos y levaduras > parásitos.

Según la Organización Mundial de la Salud (1989), muchas de las aplicaciones prácticas de la irradiación de alimentos tienen que ver con la conservación. La irradiación inactiva los organismos que descomponen los alimentos, en particular las bacterias, los mohos y las levaduras. Es muy eficaz para prolongar el tiempo de conservación de las frutas frescas y las hortalizas porque controla los cambios biológicos normales asociados a la maduración, la germinación y, por último, el envejecimiento. Así, la irradiación retrasa la maduración de los plátanos verdes, inhibe la germinación de las patatas y las cebollas e impide que verdeen las endibias y las patatas blancas. La radiación también destruye los organismos causantes de enfermedades, inclusive los gusanos parásitos y los insectos que deterioran los alimentos almacenados. Al igual que otras formas de tratamiento de alimentos, la irradiación produce en éstos algunos cambios químicos útiles. Por ejemplo, ablanda las legumbres (habas y judías), y con ello acorta el tiempo de cocción. También aumenta el contenido de jugo de las uvas y acelera la desecación de las ciruelas.

2.1.6 *Ventajas y desventajas de irradiación de alimentos*

Según Ablan (2019) el tratamiento por irradiación, ya sea solo o combinado con otros tratamientos, ofrece algunas ventajas en comparación con los métodos clásicos. Estas ventajas, que pueden considerarse excepcionales, son:

- a) La posibilidad de tratar los alimentos después de envasados, con lo que se evita que los microbios presentes en los alimentos no tratados contaminen los que ya se han procesado.
- b) La conservación de los alimentos en estado fresco durante largos periodos sin detrimento de la calidad.
- c) Los ahorros que pueden hacerse empleando una técnica de procesamiento de baja energía y bajo costo en vez de otros métodos de procesamiento de alimentos, como el tratamiento térmico o la refrigeración.

En cuanto a las desventajas se tiene:

- a) Algunos cambios organolépticos se producen como consecuencia de la irradiación. Por ejemplo, se rompen moléculas largas como la celulosa, que es el componente estructural de las paredes de los vegetales. Por tanto, al ser irradiadas las frutas y hortalizas se ablandan y pierden su textura característica.
- b) Los radicales libres formados contribuyen con la oxidación de los alimentos que contengan lípidos; esto provoca la rancidez oxidativa.
- c) La radiación puede romper las proteínas y destruir parte de las vitaminas, en particular A, B, C y E. Sin embargo, a bajas dosis de irradiación estos cambios no son mucho más acentuados que los inducidos por la cocción.
- d) Es necesaria la protección del personal y del área de trabajo en la zona radioactiva. Estos aspectos relacionados con la seguridad del proceso y el equipamiento inciden en un aumento de los costes.
- e) El nicho de mercado para productos irradiados es pequeño, aun cuando la legislación

en muchos países permita la comercialización de este tipo de productos.

2.1.7 Efecto de la radiación sobre la materia viva y química

Según la Organización Mundial de la Salud (1989). Ninguno de los estudios realizados bajo los auspicios del proyecto indicó en modo alguno que los alimentos irradiados contenían productos carcinógenos ni otras sustancias tóxicas producidas por la radiación. El proyecto finalizó en 1982, habiendo establecido claramente la comestibilidad de los alimentos irradiados a dosis iguales o inferiores a 10 kGy. Algunos de ellos tienen una importancia especial porque diferían del procedimiento usual de alimentar a animales de laboratorio con productos irradiados a fin de evaluar la carcinogenicidad y otros efectos tóxicos. En un estudio francés, por ejemplo, se alimentó a ratas con nueve compuestos químicos que se habían encontrado en almidón irradiado, en cantidades que se calculó eran 800 veces superiores a las cantidades que podría esperarse que los animales consumieran en una ingesta diaria normal de almidón irradiado. No se observó efecto tóxico alguno ni siquiera a un nivel de ingestión tan exagerado. En la mayoría de los estudios de alimentación animal llevados a cabo, los alimentos irradiados constituían alrededor del 30 % de la ingesta diaria del animal. No obstante, en algunos estudios se crió a numerosas generaciones de animales con una dieta formada exclusivamente por alimentos irradiados, y no se observaron efectos carcinogénicos ni tóxicos de otro tipo. Radiación sobre química: En los últimos años, la química de las radiaciones se ha reconocido como un instrumento más de evaluación toxicológica, y los métodos empleados se han refinado sustancialmente. Como resultado, las respuestas a las preguntas sobre la inocuidad de los alimentos irradiados pueden extrapolarse con bastante fiabilidad basándose en los datos sobre la composición química de los alimentos y en los efectos radiolíticos (cambios químicos provocados por la radiación) producidos en diversas condiciones.

El Comité Mixto FAO/OIEA/OMS de Expertos en la Comestibilidad de los Alimentos Irradiados aceptó estos argumentos en 1976 y estimó que la interpretación de las reacciones radiolíticas reduciría considerablemente la necesidad de realizar ensayos toxicológicos convencionales, además de simplificar en grado sumo los procedimientos de ensayo. La producción relativamente baja de productos radiolíticos y el hecho de que ninguno de ellos aparece exclusivamente en los productos alimenticios tratados con radiaciones significa que de momento no existe ningún método fiable para identificar los productos que se han irradiado a las dosis normalmente empleadas en el tratamiento.

2.1.8 *Efectos de la radiación sobre microorganismos*

Según la OMS (2018), una dosis de radiación dada destruye una proporción determinada de la población microbiana expuesta a ella, con independencia del número de microorganismos presentes. Esta propiedad, o resultado, del tratamiento con radiación significa que cuanto mayor sea la población de gérmenes de la descomposición antes del tratamiento, por ejemplo, mayor será la población que queda tras irradiar el alimento. Y, por supuesto, si la descomposición ya se ha iniciado, la radiación no puede hacer nada para invertir el proceso. Por tanto, al igual que cualquier método de conservación de los alimentos, la irradiación no debe sustituir a una práctica higiénica correcta en la producción y el tratamiento de alimentos. Los resultados de las investigaciones emprendidas para examinar estos posibles riesgos han sido tranquilizadores. Al parecer, los microorganismos que sobreviven a una dosis de radiación quedan dañados y acusan más los efectos destructivos del almacenamiento en ciertas condiciones desfavorables para la proliferación microbiana, como el frío; además, son más fáciles de destruir al cocinar el alimento. No obstante, los microorganismos patógenos que sobreviven al tratamiento con radiaciones, como los que no se destruyen por tratamiento térmico u otras medidas, pueden plantear un problema de salud

pública, no porque la radiación leshaya alterado en alguna forma sino porque aún están vivos. A menos que se haya suministrado una dosis esterilizante de radiación, los alimentos irradiados deben almacenarse y manipularse con las mismas consideraciones higiénicas que se adoptan con los alimentos no irradiados o no esterilizados por otro método.

La radiación, tanto ionizante (es decir, un fotón de energía) destruye los microorganismos mediante el daño que ocasiona en un elemento crítico que, la mayoría de las veces, es material genético. Este daño impide la multiplicación y también pone fin a muchas funciones celulares. El daño en el material genético tiene lugar como resultado de una colisión directa de la energía radiante en dicho material o como resultado de la ionización de una molécula adyacente, habitualmente agua (Grecz et al., 1983), que interacciona con el material genético.

La eficacia bactericida de una determinada dosis de radiación depende de los siguientes factores:

- 1) Tipo y especie de microorganismo: Por lo general las bacterias gram positivas son más resistentes que las bacterias gram negativas y las bacterias esporógenas son más resistentes que las asporógenas.
- 2) Número de microorganismos o esporas iniciales: A mayor número de microorganismos existentes inicialmente, tanto menor será la eficacia bactericida de una determinada dosis de radiación.
- 3) Composición del alimento: Por regla general, los microorganismos son más sensibles en soluciones tampón que cuando se encuentran en medios que contienen proteínas.
- 4) Existencia o ausencia de Oxígeno: La resistencia de los microorganismos a la radiación es mayor en ausencia de oxígeno que en su presencia.
- 5) Estado físico del alimento durante la irradiación: Tanto la temperatura como la humedad

del alimento ejercen distintas influencias para los diferentes tipos de microorganismos.

- 6) Factores propios de los microorganismos: La edad, la temperatura de crecimiento y la de esporulación, y el estado (células vegetativas o esporas) influyen en el grado de sensibilidad.

2.1.9. Efectos de la radiación gamma sobre la composición química de los alimentos

Según Narvaiz (2004) la energía radiante emitida produce ionizaciones -rupturas y pérdida de la "estabilidad" de los átomos y/o moléculas- del alimento con el que interaccionan. Suele denominarse a este proceso, "efecto primario". Como consecuencia del efecto primario -desestabilización- aparecen iones y radicales libres que se combinan entre sí o con otras moléculas para formar sustancias ajenas a la composición inicial del producto. Esto se denomina "efecto secundario", que se prolonga en el alimento, con formación y desaparición de compuestos hasta lograr la formación de compuestos químicamente estables. Estos fenómenos -efectos primario y secundario- se denominan, radiólisis, y los nuevos compuestos originados son denominados productos radiolíticos, los cuáles se producen en cantidades muy pequeñas. Los compuestos radiolíticos no presentan riesgos para la salud, y se ha comprobado que los mismos compuestos se forman al realizarse la cocción de los alimentos u otros procesos de conservación. Cabe mencionar que el efecto sobre las moléculas es tanto mayor cuanto mayor es su tamaño. Los ácidos nucleicos (material genético) son las moléculas más complejas de las células, por tanto, la posibilidad de que sufran daños directos es muy elevada. Por otra parte, las moléculas de agua cuando son irradiadas dan lugar a radicales libres, con un marcado carácter oxidante ó reductor y elevada capacidad de reacción. La repercusión de estos radicales es tan importante que se considera que el efecto secundario es tanto más intenso cuanto mayor es el contenido acuoso.

2.1.10. Cambios en la entidad organoléptica

Según Narvaiz (2004), utilizando la dosis adecuada de radiación, pueden mantenerse estas propiedades en gran medida; sin embargo, al aplicar dosis elevadas de radiación, se producen en el alimento, modificaciones del sabor, color y textura que pueden hacer al alimento inaceptable para el consumo. En general las alteraciones organolépticas producidas por irradiación se presentan a dosis menores que las necesarias para producir alteraciones nutricionales. Estas alteraciones, pueden minimizarse irradiando el alimento envasado al vacío o en atmósferas modificadas, en estado congelado o en presencia de antioxidantes. Una de las alteraciones organolépticas más características es la aparición de un olor y/o sabor típico a radiación. Esto es debido principalmente al efecto de los radicales libres sobre los lípidos y las proteínas. Este aroma es más pronunciado inmediatamente después de la irradiación y decrece e incluso desaparece durante el almacenamiento o después de cocinar el producto. El color del producto también puede verse afectado (oscurecimiento en las carnes). En frutas y hortalizas se produce un considerable ablandamiento. Esta modificación no se presenta de inmediato, sino al cabo de varias horas e incluso días después de recibir la irradiación. Los cambios químicos que produce la radiación en los alimentos pueden repercutir en el sabor. El alcance de esos efectos depende principalmente del tipo de alimento irradiado, de la dosis de radiación y de varios factores, por ejemplo, la temperatura durante el proceso de irradiación. El color es otra propiedad de la carne que puede alterarse por la irradiación. Las dosis superiores a 1,5 kGy pueden ocasionar un oscurecimiento de la carne expuesta al aire.

Se ha comprobado que el empleo de dosis de radiación suficientemente elevadas para conseguir la esterilización de los alimentos, produce en muchos de ellos “reacciones secundarias”, o modificaciones secundarias que originan colores, olores, sabores, palatabilidades e incluso

propiedades físicas indeseables (Suárez, 2001).

2.1.11. Consumo de bebidas aromáticas

Según, Restrepo et al. (2012). En su publicación conocimiento y consumo de bebidas aromáticas en jóvenes en la ciudad de Medellín menciona que:

La OMS ha informado que 80 % de las personas en los países en desarrollo utilizan la medicina tradicional herbolaria para resolver sus problemas de salud, puede calcularse que 64% hace uso en forma no industrializada de las plantas medicinales que se emplean dentro de las terapéuticas tradicionales. En Suramérica países como Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia son los de mayor tradición en el empleo de estas plantas, encontrando en algunas culturas curanderos que las formulan en su gran mayoría basados en el conocimiento ancestral que poseen, el cual ha sido transmitido de generación en generación. Afortunadamente mucho del conocimiento que se tiene en la actualidad sobre las plantas aromáticas se originó gracias a tribus nativas. En ciertos ritos se utilizan las plantas aromáticas con el fin de limpiar el alma o espíritu de las personas. Según la investigación del Instituto Humboldt, Informe técnico, caracterización del mercado colombiano de plantas medicinales y aromáticas, de 100 a 243 especies medicinales y aromáticas son vendidas en las plazas de mercado de la ciudad de Bogotá; de ellas, entre un 50 y 60% corresponde a especies nativas (no se tiene conocimiento si son de origen silvestre o cultivadas), mientras que entre el 20 y el 40% son naturalizadas.

2.2. Aspectos de responsabilidad social y medio ambiente

Las consideraciones de responsabilidad social para el presente trabajo de investigación se basa en el documento consentimiento informado, que cada panelista estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Federico Villarreal ha firmado, luego de haber recibido información necesaria respecto a la inocuidad en hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) mediante energía ionizante, siendo ellos los que conforman la base social que representan a miles de estudiantes universitarios que se pueden beneficiar con el consumo de este tipo de producto inocuo y agradable.

Uno de los aspectos de la responsabilidad social es que cada vez un mayor número de alumnos se sientan motivados por estos tipos de estudios que les puede motivar para incorporar en su filosofía la gestión, promoviendo el emprendimiento, estudiando la percepción de los consumidores con grado de instrucción universitaria, por eso el trabajo de investigación incorpora un producto sostenible de hierba luisa, que beneficie al consumidor por su calidad, ser agradable e inocuo, lo cual permitirá el consumo socialmente responsable al valorar que los filtrantes de hierba luisa para su consumo son productos biodegradables que ayudan a conservar el medio ambiente, siendo este aspecto una responsabilidad de todos, y con mayor entereza de quienes están usando materia prima de la naturaleza para generar emprendimientos de productos de consumo alimenticio, según Sáenz (2012) en un estudio realizado indica como resultado que los consumidores estarían dispuestos a pagar hasta un 79% del precio promedio del producto analizado por sus atributos éticos de responsabilidad social. También halló que las mujeres serían más proclives que los hombres a consumir productos con dichos atributos. Otro estudio reciente de Centrum y Arellano (2010) estimaba un índice de reputación corporativa (IRCA), para lo cual consideró que una empresa socialmente responsable es aquella que contribuye activamente, y de

manera voluntaria, al mejoramiento social, económico y ambiental de la sociedad. Dicho estudio permitió identificar que las acciones con mayor grado de influencia sobre el IRCA son aquellas vinculadas con la generación de sentimientos positivos en las personas y las de menor nivel de impacto son aquellas orientadas a practicar la responsabilidad voluntaria. Estos resultados muestran un elemento interesante de la forma de pensar de la sociedad peruana respecto al tema de responsabilidad social: se percibe que las empresas tienen un compromiso con sus clientes, por lo que deben construir con él una relación honesta y de respeto. Sin embargo, aún no se les atribuye la responsabilidad de actuar haciendo actividades en beneficio de la sociedad y el medio ambiente, papel que probablemente está asignado al Estado. En un extremo, se encuentra que las empresas de los sectores industriales de consumo, industria de alimentos y comercio muestran las calificaciones más altas. En el otro, encontramos a las empresas mineras, los administradores de fondos públicos y las de servicios varios (servicios públicos).

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

El presente estudio corresponde a una investigación aplicada, porque usa las teorías para generar conocimientos, prospectivo de datos primarios y sus resultados son de aplicación inmediata, según Sánchez et al. (2018) afirman que el estudio es aplicado cuando tiene la prioridad para adquirir el conocimiento necesario con el aporte teórico para comprender y brindar alternativas de solución de manera inmediata frente a los problemas (p.79). Según Tamayo (2000) también dice que depende de los conocimientos y aportes de la investigación básica y se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías por lo tanto confronta la teoría con la realidad.

3.1.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue cuasi experimental transversal, porque la información de las unidades de análisis se recopiló en un determinado momento temporal concreto, sobre la aceptabilidad sensorial del filtrante hierba luisa sometido a radiación ionizante por la muestra de estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018, el estudio fue conformado por tres grupos de filtrante de hierba luisa sometido a diferentes dosis de energía ionizante (6, 8 y 10 kGy) para determinar la aceptabilidad. Hernández et al. (2014), del diseño cuasi experimental dice: “los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos.

3.2 Población y muestra

Población:

La población lo conformaron los estudiantes de octavo y decimo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal, siendo un total de 180, se consideró dicha población porque son estudiantes que han llevado los cursos de procesos agroindustriales, proyectos y han recibido capacitación sobre pruebas de análisis sensorial, y estudios de investigación de mercado.

Muestra:

La muestra es probabilística, para obtener el tamaño de muestra se aplicó la fórmula de muestreo aleatorio simple y la selección de la muestra se determinó mediante un marco muestral en forma aleatoria, y para diferenciarlos de los demás alumnos se les refirió como panelistas (Aguilar Barojas , 2005).

$$n = Z^2_{\alpha/2} p q N / E^2(N-1) + Z^2_{\alpha/2} p q$$

N= población 180

Z= 95% de nivel de confianza

E = 8%

p = 0.8

q =0.2

n = 63

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variables	Definición operacional	Indicador	Unidad de medida	Medida	
Variable independiente	Inocuidad de Filtrante hierba luisa sometido a radiación ionizante	Existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión	Dosis baja Dosis media Dosis alta	Kilogray (kGy)	6 kGy 8 kGy 10 kGy
Variable dependiente	Aceptabilidad sensorial	Conjunto de características o condiciones que hacen que la hierba luisa sea aceptable	Sabor Olor Color	Nivel de aceptabilidad	Escala ordinal

3.4. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la presente investigación fueron: la Guía de recolección de datos de la evaluación sensorial de aceptabilidad mediante degustación del filtrante y el análisis documental donde se utilizó un registro de contenido de documentos bibliográficos respecto al filtrante.

3.5. Procedimiento

Las fichas de la guía de evaluación para la aceptabilidad del filtrante de hierba luisa fueron validadas.

Los estudiantes fueron seleccionados aleatoriamente para participar en la investigación como degustadores, firmaron el documento de consentimiento informado para participar en el estudio.

Para la elaboración de los filtrantes se procedió a deshidratar las muestras de hierba luisa

posteriormente fueron molidas y se empaquetaron en bolsas (10 gr) (Fig. 1), luego se realizó la dosimetría que consistió en colocar el dosímetro Fricke en el producto que se va a irradiar a diferentes dosis de energía ionizante (6 kGy, 8 kGy, y 10 kGy); se separó una bolsa para el análisis microbiológico y enviadas al laboratorio de la empresa Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C, el resto fueron codificadas para no indicar la dosis de energía ionizante a las que fueron sometidas para conseguir la inocuidad de la hierba luisa.

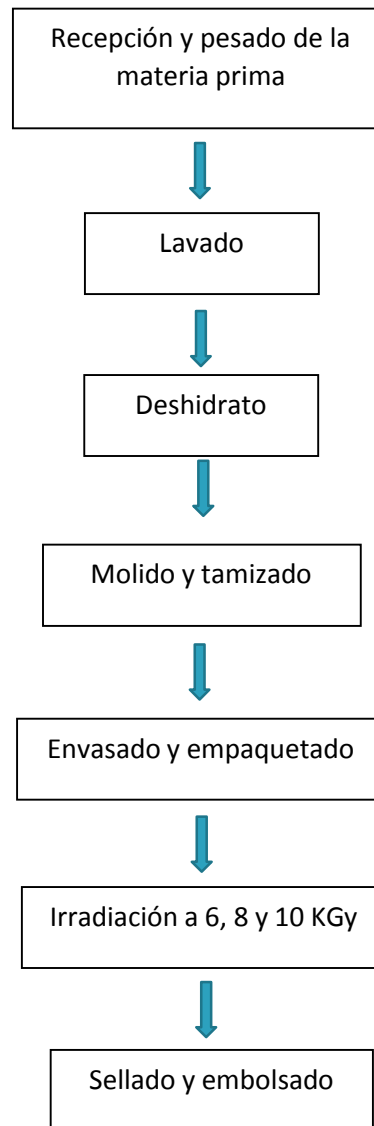
Para evaluar el nivel de aceptabilidad de las diferentes muestras, las pruebas se impartieron en un ambiente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, los panelistas semientrenados recibieron la ficha de evaluación quienes después de degustarla infusión de hierba luisa anotaron sus observaciones y calificaron el color, olor y sabor.

3.6. Análisis de datos

En el presente trabajo de tesis, los datos fueron recolectados mediante los instrumentos de investigación, se realizó la validación del instrumento se sometió la prueba estadística de confiabilidad de alfa Crombach, como se observa en la tabla 2 una confiabilidad alta de los datos de 0.863 con una buena consistencia interna. Los datos recolectados de la aceptabilidad fueron ordenados, clasificados y analizados estadísticamente.

Figura 1

Procedimiento para la preparación de la dosis optima de energía ionizante.

**Tabla 2**

Estadístico de Fiabilidad

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Crombach	N de elementos
,863	4

Nota: Elaboración propia 2019

En la tabla 3 estadísticos descriptivos de resumen sobre el parámetro olor del filtrante de hierba luisa, se observa la mayor media de calificación al filtrante sometido a dosis de 8 kGy, cuyo promedio es 2.93 es decir “agrada muchísimo” a los participantes.

Tabla 3

Estadísticos descriptivos

		Inocuidad Olor filtrante con 6 kGy	Inocuidad Olor filtrante con 8 kGy	Inocuidad Olor filtrante con 10 kGy
N	Válidos	63	61	63
	Perdidos	3	5	3
Media		1,54	2,93	2,08
Mediana		1,00	3,00	2,00
Moda		1	3	2
Desv. típ.		1,268	1,448	1,286

Nota: Elaboración propia 2019

En la tabla 4 se observa que el 31.7% de las respuestas de los panelistas en cuanto al olor del filtrante sometido a dosis de 6 kGy, fue “me agrada moderadamente” lo cual también se puede apreciar en la figura 2.

Tabla 4

Respuesta de los panelistas en cuanto al olor de dosis de inocuidad 6 kGy

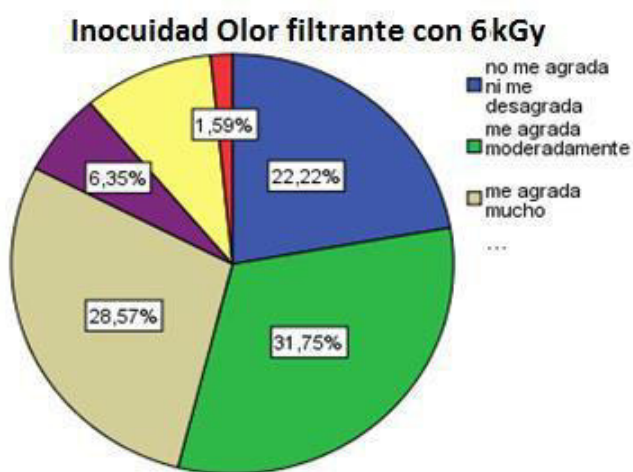
Inocuidad Olor filtrante con 6 kGy					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	no me agrada ni me desagrada	14	21,2	22,2	22,2
	me agrada moderadamente	20	30,3	31,7	54,0
	me agrada mucho	18	27,3	28,6	82,5
	me agrada muchísimo	4	6,1	6,3	88,9

	me desagrada	6	9,1	9,5	98,4
	me desagrada muchísimo	1	1,5	1,6	100,0
	Total	63	95,5	100,0	
Perdidos	Sistema	3	4,5		
	Total	66	100,0		

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 2

Respuesta de los panelistas en cuanto al olor de dosis de inocuidad 6 kGy



En la tabla 5 y figura 3 se puede observar que el 34.4% de las respuestas de los panelistas en cuanto al olor del filtrante sometido a dosis de 8 kGy, fue “me agrada muchísimo”.

Tabla 5

Respuesta de los panelistas en cuanto al olor de dosis de inocuidad 8kGy

Inocuidad Olor filtrante con 8 kGy				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
no me agrada ni me desagrada	4	6,1	6,6	6,6
me agrada moderadamente	8	12,1	13,1	19,7
me agrada mucho	7	10,6	11,5	31,1
Válidos me agrada muchísimo	21	31,8	34,4	65,6

	me desagrada	11	16,7	18,0	83,6
	me desagrada muchísimo	10	15,2	16,4	100,0
	Total	61	92,4	100,0	
Perdidos	Sistema	5	7,6		
Total		66	100,0		

Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 3

Respuesta de los panelistas en cuanto al olor de dosis de inocuidad 8 kGy



En la tabla 6 y figura 4 se puede observar que el 28.6% de los panelistas en cuanto al olor del filtrante sometido a dosis de 10 kGy “me agrada mucho”.

Tabla 6

Respuesta de los panelistas en cuanto al olor de dosis de inocuidad 10 kGy

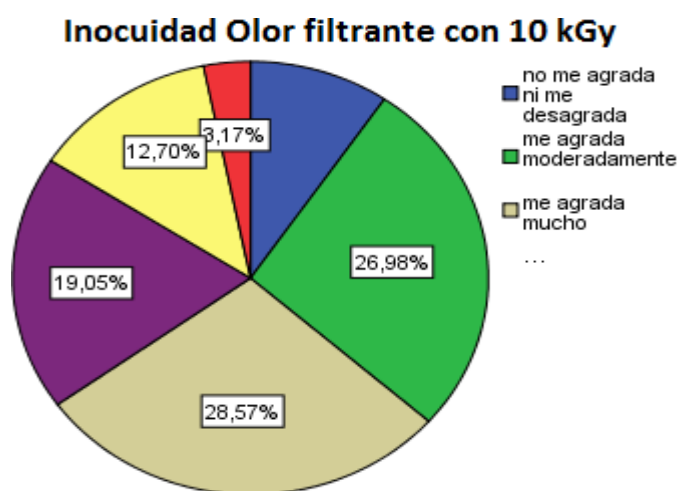
Inocuidad Olor filtrante con 10 kGy				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
no me agrada ni me desagrada	6	9,1	9,5	9,5
me agrada moderadamente	17	25,8	27,0	36,5
me agrada mucho	18	27,3	28,6	65,1

Válidos	me agrada muchísimo	12	18,2	19,0	84,1
	me desagrada	8	12,1	12,7	96,8
	me desagrada muchísimo	2	3,0	3,2	100,0
	Total	63	95,5	100,0	
Perdidos	Sistema	3	4,5		
Total		66	100,0		

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 4

Respuesta de los panelistas en cuanto al olor de dosis de inocuidad 10 kGy



En la tabla 7 se puede observar los estadísticos descriptivos de resumen, con las respuestas de los panelistas en cuanto a la calificación del sabor del filtrante de hierba luisa sometido a diferentes dosis de energía ionizante, el de mayor media 3.61 de calificación es el filtrante con dosis de 8 kGy, en cambio el sabor del filtrante de hierba luisa con dosis de 10 kGy, tiene una media de 2.86.

Tabla 7*Estadísticos del sabor filtrante*

		Inocuidad sabor filtrante con 6 kGy	Inocuidad sabor filtrante con 8 kGy	Inocuidad sabor filtrante con 10 kGy
N	Válidos	63	61	63
	Perdidos	3	5	3
Media		2,08	3,61	2,86
Mediana		2,00	4,00	3,00
Moda		1	4	3
Desv. típ.		1,348	1,269	1,354

Nota: Elaboración propia 2019

En la tabla 8 y figura 5 se puede observar que las frecuencias de las respuestas de los panelistas en cuanto al sabor sometidos a dosis 6 kGy, el de mayor porcentaje fue 27% es decir el sabor del filtrante de hierba luisa “me agrada moderadamente”.

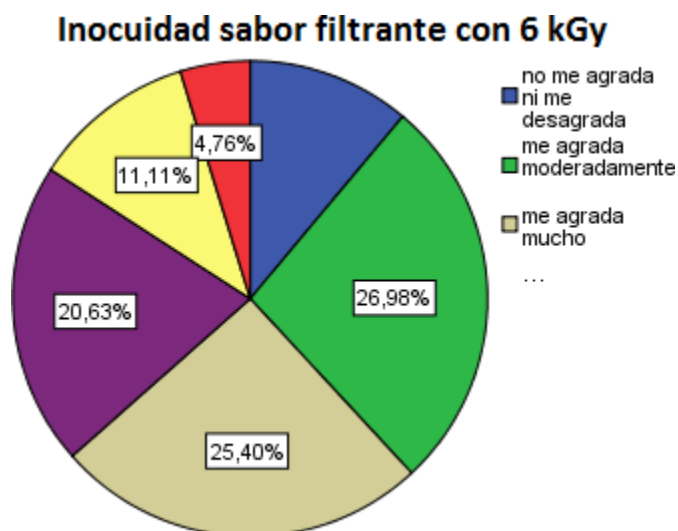
Tabla 8*Respuesta de los panelistas en cuanto al sabor de dosis de inocuidad 6kGy*

Inocuidad sabor filtrante con 6 kGy					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	no me agrada ni me desagrada	7	10,6	11,1	11,1
	me agrada moderadamente	17	25,8	27,0	38,1
	me agrada mucho	16	24,2	25,4	63,5
	me agrada muchísimo	13	19,7	20,6	84,1
	me desagrada	7	10,6	11,1	95,2
	me desagrada muchísimo	3	4,5	4,8	100,0
	Total	63	95,5	100,0	
Perdidos	Sistema	3	4,5		
Total		66	100,0		

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 5

Respuesta de los panelistas en cuanto al sabor de dosis de inocuidad 6kGy



En la tabla 9 y figura 6 se puede observar que las frecuencias de las respuestas de los panelistas en cuanto al sabor a dosis de 8 kGy, el mayor porcentaje fue 32.8% es decir “me agrada” y el 21.3% “me agrada muchísimo”.

Tabla 9

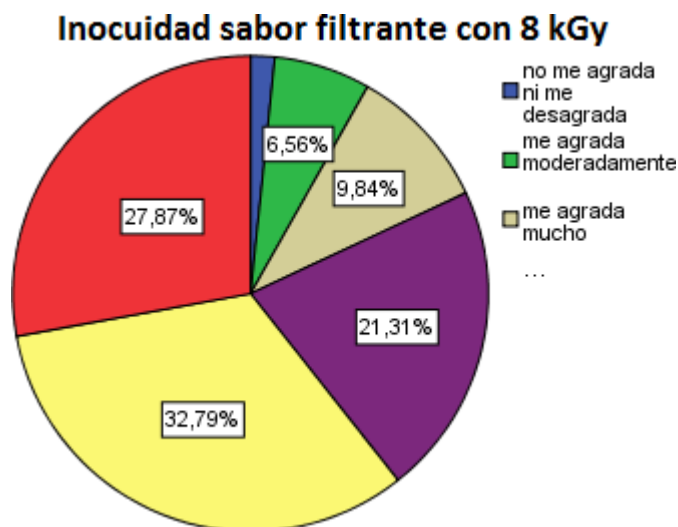
Respuesta de los panelistas en cuanto al sabor de dosis de inocuidad 8 kGy

Inocuidad sabor filtrante con 8 kGy				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	no me agrada ni me desagrada	1	1,5	1,6
	me agrada moderadamente	4	6,1	8,2
	me agrada mucho	6	9,1	9,8
	me agrada muchísimo	13	19,7	21,3
	me desagrada	20	30,3	32,8
	me desagrada muchísimo	17	25,8	27,9
	Total	66	92,4	100,0

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 6

Respuesta de los panelistas en cuanto al sabor de dosis de inocuidad 8 kGy



En la tabla 10 y figura 7 se puede observar que las frecuencias de las respuestas de los panelistas en cuanto al sabor a dosis de 10 kGy, el mayor porcentaje fue 28.6% es decir “me agrada muchísimo”.

Tabla 10

Respuesta de los panelistas en cuanto al sabor de dosis de inocuidad 10 kGy

Inocuidad sabor filtrante con 10 kGy				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
no me agrada ni me desagrada	2	3,0	3,2	3,2
me agrada moderadamente	12	18,2	19,0	22,2
me agrada mucho	8	12,1	12,7	34,9
Válidos me agrada muchísimo	18	27,3	28,6	63,5
me desagrada	17	25,8	27,0	90,5
me desagrada muchísimo	6	9,1	9,5	100,0
Total	63	95,5	100,0	
Perdidos Sistema	3	4,5		
Total	66	100,0		

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 7

Respuesta de los panelistas en cuanto al sabor de dosis de inocuidad 10 kGy



En la tabla 11 se puede observar los estadísticos descriptivos de resumen con las respuestas de los panelistas en cuanto a la calificación del color de las diferentes kGy, el de mayor mediade calificación es el filtrante de hierba luisa con dosis de 8 kGy, 3.10 con mediana y la moda que es de 4, que indica que el sabor de este filtrante inocuo de 8 kGy, desagrada a los participantes en cambio el color del filtrante de hierba luisa con dosis de 10 kGy, tiene una media de 2.11 con mediana y la moda que es de 2, que indica que el color de este filtrante inocuo de 10 kGy, agrada mucho a los participantes

Tabla 11*Estadísticos*

		Inocuidad color del filtrante con 6 kGy	Inocuidad color del filtrante con 8 kGy	Inocuidad color del filtrante con 10 kGy
N	Válidos	63	61	63
	Perdidos	3	5	3
Media		1,29	3,10	2,11
Mediana		1,00	3,00	2,00
Moda		1	4	2
Desv. típ.		1,156	1,350	1,193

Nota: Elaboración propia 2019

En la tabla 12 se puede observar que las frecuencias de las respuestas de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad con 6 kGy, el mayor porcentaje de panelistas con un 41.3% dice que el color del filtrante de hierba luisa con esta dosis, les agrada moderadamente (Fig. 8).

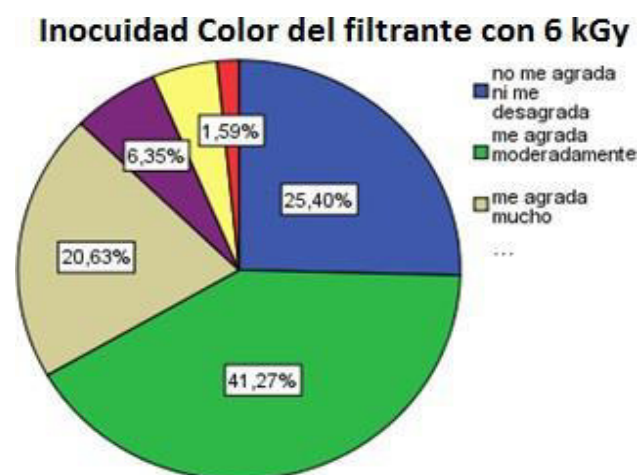
Tabla 12*Respuesta de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad 6 kGy*

Inocuidad color del filtrante con 6 kGy					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	no me agrada ni me desagrada	16	24,2	25,4	25,4
	me agrada moderadamente	26	39,4	41,3	66,7
	me agrada mucho	13	19,7	20,6	87,3
	me agrada muchísimo	4	6,1	6,3	93,7
	me desagrada	3	4,5	4,8	98,4
	me desagrada muchísimo	1	1,5	1,6	100,0
	Total		63	95,5	100,0
Perdidos	Sistema	3	4,5		
Total		66	100,0		

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 8

Respuesta de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad 6 kGy



En la tabla 13 se puede observar que las frecuencias de las respuestas de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad con 8 kGy, el mayor porcentaje de panelistas con un 31.1% dice que el color del filtrante de hierba luisa con esta dosis, les desagrada (Fig.9).

Tabla 13

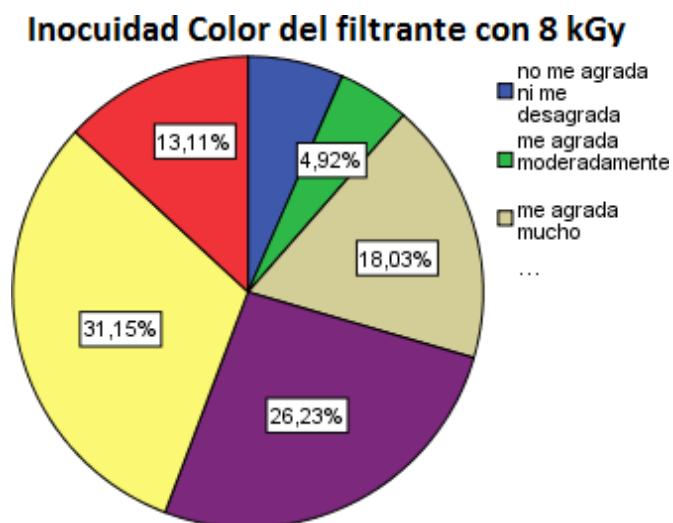
Respuesta de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad 8 kGy

Inocuidad color del filtrante con 8 kGy					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	no me agrada ni me desagrada	4	6,1	6,6	6,6
	me agrada moderadamente	3	4,5	4,9	11,5
	me agrada mucho	11	16,7	18,0	29,5
Válidos	me agrada muchísimo	16	24,2	26,2	55,7
	me desagrada	19	28,8	31,1	86,9
	me desagrada muchísimo	8	12,1	13,1	100,0
	Total	61	92,4	100,0	
Perdidos	Sistema	5	7,6		
Total		66	100,0		

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 9

Respuesta de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad 8 kGy



En la tabla 14 se puede observar que las frecuencias de las respuestas de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad con 10 kGy, el mayor porcentaje de panelistas con un 28.6% dicen que el color del filtrante de hierba luisa con esta dosis, les agrada mucho (Fig. 10).

Tabla 14

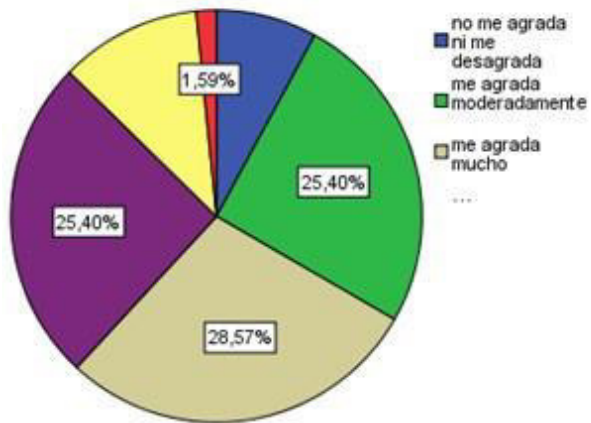
Respuesta de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad 10 kGy

Inocuidad color del filtrante con 10 kGy					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	no me agrada ni me desagrada	5	7,6	7,9	7,9
	me agrada moderadamente	16	24,2	25,4	33,3
	me agrada mucho	18	27,3	28,6	61,9
Válidos	me agrada muchísimo	16	24,2	25,4	87,3
	me desagrada	7	10,6	11,1	98,4
	me desagrada muchísimo	1	1,5	1,6	100,0
	Total	63	95,5	100,0	
Perdidos	Sistema	3	4,5		
Total		66	100,0		

Nota: Elaboración propia 2019

Figura 10

Respuesta de los panelistas en cuanto al color de la dosis de inocuidad 10kGy

Inocuidad Color del filtrante con 10 kGy

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con las diferentes pruebas estadísticas, tanto en el pre-test como en el post-test indica una confiabilidad alta de datos con una buena consistencia interna, aplicando la prueba estadística de alfa Cronbach cuyo resultado fue de 0.863, tabla 2; esta prueba se realizó con los datos recolectados antes de analizar la hipótesis establecida en el proyecto, este valor indica que la confiabilidad de los datos es del 86.3%.

4.1. Contratación de prueba de hipótesis

Ho: $\mu_6 = \mu_8 = \mu_{10}$

Ha: $\mu_6 \neq \mu_8 \neq \mu_{10}$ al menos dos medias son diferentes

Ho: La hierba luisa (*Cymbopogon Citratus*) con inocuidad mediante energía ionizante no es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018

Ha: La hierba luisa (*Cymbopogon Citratus*) con inocuidad mediante energía ionizante es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

Se puede observar en la tabla 15 ANOVA de un factor de la aceptabilidad del filtrante de hierba luisa del procesamiento de los datos, con 184 gl, se obtuvo el test estadístico $F = 3.176$ el cual indica que las medias de aceptabilidad sensorial del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) con inocuidad mediante diferentes dosis de energía ionizante no son iguales, por lo tanto con una significancia de 0,009 se rechaza la hipótesis nula y se concluyen que existen diferencias significativas entre las medias de aceptabilidad sensorial del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) al 5%.

Tabla 15*ANOVA de un factor de la aceptabilidad del filtrante de hierba luisa*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10,104	5	2,021	3,176	,009
Intra-grupos	113,896	179	,636		
Total	124,000	184			

Nota: Elaboración propia 2019

Se puede observar en la tabla 16 en la primera columna los valores del nivel de aceptabilidad de los panelistas de las diferentes dosis del filtrante de hierba luisa, en estatabla también se muestra los estadísticos descriptivos del procedimiento de ANOVA, como son los límites del intervalo de confianza para la media al 95% de confiabilidad.

Tabla 16*Estadístico descriptivo aceptabilidad del filtrante de hierba luisa*

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	10	2,10	,994	,314	1,39	2,81	1	3
1	28	2,29	,897	,169	1,94	2,63	1	3
2	31	2,32	,832	,149	2,02	2,63	1	3
3	50	1,90	,863	,122	1,65	2,15	1	3
4	38	1,89	,689	,112	1,67	2,12	1	3
5	28	1,64	,559	,106	1,43	1,86	1	3
Total	185	2,00	,821	,060	1,88	2,12	1	3

Nota: Elaboración propia 2019

En la tabla 17, se observa el estadístico de Levene con un valor de 4,852 y se aprecia también los grados de libertad de la distribución, este estadístico permite contrastar la hipótesis de homocedasticidad de las poblaciones, o si las varianzas de las poblaciones son iguales, el valor de $p = 0.070$ es mayor que el nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas y se concluye con un 5% de significancia que existe igualdad de varianzas entre la aceptabilidad registrada para las diferentes dosis de energía ionizante definidas por los tres tipos de dosis empleados para la inocuidad del filtrante de hierba luisa.

Tabla 17

Prueba de homogeneidad

Prueba de homogeneidad de varianzas			
ACEPTABILIDAD DEL FILTRANTE DE HIERBA LUISA			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
4,852	5	179	,070

Tabla 18
Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Aceptabilidad según apreciación de la infusión de hierba luisa HSD de Tukey						
(I) inocuidad con diferentes dosis de mayor media	(J) inocuidad con diferentes dosis de mayor media	Diferencia de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
		(I-J)			Límite inferior	Límite superior
no me agrada ni me desagrada	me agrada moderadamente	-,293	,280	,902	-1,10	,51
	me agrada mucho	-,212	,283	,975	-1,03	,60
	me agrada muchísimo	-,109	,269	,999	-,88	,67
	me desagrada	-,353	,281	,809	-1,16	,46
	me desagrada muchísimo	,053	,315	1,000	-,85	,96
	no me agrada ni me desagrada	,293	,280	,902	-,51	1,10
	me agrada mucho	,081	,196	,998	-,48	,65
me agrada mucho	me agrada muchísimo	,184	,174	,899	-,32	,69
	me desagrada	-,060	,193	1,000	-,62	,50
	me desagrada muchísimo	,346	,240	,699	-,34	1,04
	no me agrada ni me desagrada	,212	,283	,975	-,60	1,03
	me agrada moderadamente	-,081	,196	,998	-,65	,48
	me agrada muchísimo	,103	,179	,993	-,41	,62
	me desagrada	-,141	,197	,980	-,71	,43
me agrada muchísimo	me desagrada muchísimo	,266	,243	,884	-,43	,97
	no me agrada ni me desagrada	,109	,269	,999	-,67	,88
	me agrada moderadamente	-,184	,174	,899	-,69	,32
	me agrada mucho	-,103	,179	,993	-,62	,41
	me desagrada	-,244	,176	,735	-,75	,26
	me desagrada muchísimo	,163	,226	,979	-,49	,81
	no me agrada ni me desagrada	,353	,281	,809	-,46	1,16
me desagrada	me agrada moderadamente	,060	,193	1,000	-,50	,62
	me agrada mucho	,141	,197	,980	-,43	,71
	me agrada muchísimo	,244	,176	,735	-,26	,75
	me desagrada muchísimo	,407	,241	,540	-,29	1,10
	no me agrada ni me desagrada	-,053	,315	1,000	-,96	,85
me desagrada muchísimo	me agrada moderadamente	-,346	,240	,699	-1,04	,34
	me agrada mucho	-,266	,243	,884	-,97	,43
	me agrada muchísimo	-,163	,226	,979	-,81	,49
	me desagrada	-,407	,241	,540	-1,10	,29

Nota: Elaboración propia 2019

La tabla 18 de comparaciones múltiples entre las variables inocuidad del filtrante de hierba luisa y aceptabilidad indica que se ha seleccionado la prueba de post hoc de la diferencia honestamente significativa de TUKEY, en esta tabla se puede apreciar todas las posibles combinaciones de dosis de la variable inocuidad del filtrante de hierba luisa que es el factor, la diferencia entre la aceptabilidad media de cada dos grupos, el error típico de esas diferencias y su nivel de significancia asociado a cada diferencia, en el intervalo de confianza se puede observar que los pares de medias de aceptabilidad incluyen el cero, lo que indica que todas las medias de aceptabilidad no pueden considerarse distintas estadísticamente.

Tabla 19

Aceptabilidad según apreciación

Aceptabilidad según apreciación		
HSD de Tukey ^{a,b}		
inocuidad con diferentes dosis de mayor media	N	Subconjunto para alfa = 0.05
me desagrada muchísimo	17	1,76
no me agrada ni me desagrada	11	1,82
me agrada muchísimo	55	1,93
me agrada mucho	33	2,03
me agrada moderadamente	36	2,11
me desagrada	35	2,17
Sig.		,523

Nota: Elaboración propia 2019

En la tabla 19 de subconjuntos basados en el grado de parecido existente entre sus medias, se puede apreciar que la variable inocuidad del filtrante de hierba luisa sometido a radiación ionizante en diferentes dosis y con sus diferentes niveles de aceptabilidad están incluidos en un solo subconjunto, con el nivel de significancia es 0.523, lo que indica que sus medias de aceptabilidad pueden considerarse similares, pero no iguales. Por lo tanto, con un 5% de

significancia y un nivel de confianza del 95 %, se concluye que el promedio de aceptabilidad de las tres diferentes dosis con inocuidad mediante energía ionizante del filtrante hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) no son iguales ($p < 0,05$) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

Hipótesis específicas 1.

Ho: La energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) no consigue la inocuidad (inhibe el crecimiento microbiano) del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) ni es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la facultad de ingeniería industrial y de sistemas de la universidad nacional Federico Villareal el año 2018.

Ha: La energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) consigue la inocuidad (inhibe el crecimiento microbiano) del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la facultad de ingeniería industrial y de sistemas de la universidad nacional Federico Villareal el año 2018.

Tabla 20

Análisis microbiológico de las muestras de filtrantes de hierba luisa a diferentes radiaciones

Parámetros	Unidades	Resultados		
		M1 (6 kGy)	M2 (8 kGy)	M3 (10 kGy)
Recuento de aerobios mesófilos	UFC/g	< 10	< 10	< 10
Recuento de coliformes	UFC/g	< 10	< 10	< 10
Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	UFC/g	< 100	< 100	< 100
Recuento de mohos	UFC/g	< 10	< 10	< 10
Recuento de levaduras	UFC/g	< 10	< 10	< 10
Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Salmonella/25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

En la tabla 20 se puede observar que producto de las radiaciones ionizantes a las que fue sometido los filtrantes de hierba luisa se inhibió el crecimiento microbiano, resultados que se

encuentran por debajo de los límites aceptables según la RM Nro. 591-2008/MINSA Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Por lo tanto se acepta la hipótesis H_a que la energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) consigue la inocuidad (inhibe el crecimiento microbiano) del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

Hipótesis específica 2.

H_0 : La energía ionizante a dosis baja, media y alta afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) el cual es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

H_a : La energía ionizante a dosis baja, media y alta no afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) el cual es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villareal el año 2018.

Resumen del procesamiento de los casos

Tabla 21

Estadísticos de fiabilidad

Estadísticos de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,736	,737	3

Nota: Elaboración propia 2019

En la tabla 22, se observa la prueba de homogeneidad donde el estadístico de Levene tiene un valor del 3.548 y los grados de libertad de la distribución, este estadístico permite contrastar la hipótesis de homocedasticidad que se puede asumir para la igualdad de varianzas entre las aceptabilidades registradas para las diferentes dosis de energía ionizante (baja, media y alta) y las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), el valor de $p = 0.066$ es mayor que el nivel de significancia, por lo tanto se asume la igualdad de varianza para las diferencias de aceptabilidad de las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*).

Tabla 22*Prueba de homogeneidad*

Prueba de homogeneidad de varianzas					
Aceptabilidad según apreciación					
Estadístico de Levene	gl1		gl2		Sig.
3,548	5		183		,066

Nota: Elaboración propia 2019

Tabla 23*ANOVA*

ANOVA de un factor					
Aceptabilidad según apreciación					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,594	5	,319	,473	,796
Intra-grupos	123,401	183	,674		
Total	124,995	188			

Nota: Elaboración propia 2019

Luego del procesamiento de los datos, en la tabla 23, tabla de resumen de procedimientos de ANOVA se puede observar el estadístico F tiene un valor de 0.473 con p valor de 0.796, cociente entre dos estimadores diferentes de varianza poblacional, es decir entre las medias cuadrática las variables inocuidad del filtrante de hierba luisa con dosis de energía ionizante y la aceptabilidad, bajo la hipótesis que existen diferencias en las medias de afectación de las características organolépticas del filtrante de hierba luisa en las diferentes dosis de inocuidad, y se observa en la tabla que la significancia = $0.796 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis que la energía ionizante a dosis baja, media y alta afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), razón por el cual se observa diferentes grados de aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA.

En la tabla 24 se observa que la confiabilidad de los datos y de consistencia interna del instrumento es de 88.7% que es muy buena.

Tabla 24

Estadísticos de fiabilidad

<u>Alfa de Cronbach</u>	<u>N de elementos</u>
,887	2

Nota: Elaboración propia 2019

Hipótesis específica 3.

Ho: La irradiación con dosis alta en el filtrate de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) no se relaciona con la aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.

Ha: La irradiación con dosis alta en el filtrate de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) se relaciona con la aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.

Tabla 25

Correlación

		Inocuidad d Olor filtrante con 10 kGy	Inocuidad sabor filtrante con 10 kGy	Inocuidad Color del filtrante con 10 kGy	Aceptabilid ad del filtrante con 10 kGy
	Correlación de Pearson	1	,358**	,246	,726**
Inocuidad Olor filtrante con 10 kGy	Sig. (bilateral)		,004	,052	,000
	Suma de cuadrados y productos cruzados	102,603	38,714	23,444	62,016
	Covarianza	1,655	,624	,378	1,000
	N	63	63	63	63
	Correlación de Pearson	,358**	1	,300*	,718**
Inocuidad sabor filtrante con 10 kGy	Sig. (bilateral)	,004		,017	,000
	Suma de cuadrados y productos cruzados	38,714	113,714	30,000	64,571
	Covarianza	,624	1,834	,484	1,041
	N	63	63	63	63
	Correlación de Pearson	,246	,300*	1	,647**
Inocuidad Color del filtrante con 10 kGy	Sig. (bilateral)	,052	,017		,000
	Suma de cuadrados y productos cruzados	23,444	30,000	88,222	51,222
	Covarianza	,378	,484	1,423	,826
	N	63	63	63	63

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 26*Correlación*

			Correlaciones			
			Inocuidad Olor filtrante con 10 kGy	Inocuidad sabor filtrante con 10 kGy	Inocuidad Color del filtrante con 10 kGy	Aceptabilida d del filtrante con 10 kGy
Rho de Spearman	Inocuidad Olor filtrante con 10 kGy	Coeficiente de correlación	1,000	,335**	,268*	,715**
		Sig. (bilateral)	.	,007	,034	,000
		N	63	63	63	63
	Inocuidad sabor filtrante con 10 kGy	Coeficiente de correlación	,335**	1,000	,287*	,707**
		Sig. (bilateral)	,007	.	,023	,000
		N	63	63	63	63
	Inocuidad Color del filtrante con 10 kGy	Coeficiente de correlación	,268*	,287*	1,000	,616**
		Sig. (bilateral)	,034	,023	.	,000
		N	63	63	63	63
	Aceptabilidad del filtrante con 10 kGy	Coeficiente de correlación	,715**	,707**	,616**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	.
		N	63	63	63	63

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

En las tablas 25 y 26 de correlaciones, entre la irradiación con dosis alta en el filtrate de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) con 10 kGy y la aceptabilidad por las características organolépticas, se observa que el olor tiene un coeficiente de correlación de 0.726 con la aceptabilidad con un p valor de 0.000 lo cual indica una relación alta y significativa, el sabor tiene un coeficiente de correlación de 0.718 con la aceptabilidad con un p valor de 0.000 lo cual indica una relación alta y significativa y el color tiene un coeficiente de correlación de 0.647 con la

aceptabilidad con un p valor de 0.000 lo cual indica una relación alta y significativa. De acuerdo a los resultados se acepta la hipótesis alterna y con un 5% de significancia, se concluye que la irradiación hace inocuo el filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y se relaciona significativamente con la aceptabilidad por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Federico Villarreal.

4.2. Análisis e interpretación

Luego del procesamiento de los datos, en la tabla 15, tabla de resumen de procedimientos de ANOVA se puede observar el estadístico F con un valor de 3.176, que es cociente entre dos estimadores diferentes de varianza poblacional, es decir entre las medias cuadrática las variables inocuidad del filtrante de hierba luisa con diferentes dosis de energía ionizante y la aceptabilidad teniendo en cuenta el olor, el color y el sabor, indica que las medias de aceptabilidad sensorial *del filtrante* de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) con inocuidad mediante diferentes dosis de energía ionizante no son iguales, también se observa el nivel crítico o nivel de significancia, es decir indica si los valores obtenidos son mayores o menores a la significancia, bajo la hipótesis que no existe diferencias significativas en la aceptabilidad en las diferentes dosis de la hierba luisa y observando en la tabla la significancia = $0.009 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis que hay evidencias que el filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) con inocuidad mediante energía ionizante tiene diferencias en las medias de aceptabilidad por los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Federico Villarreal el año 2018, es decir existe diferencias significativas en la aceptabilidad en las diferentes dosis de la hierba luisa y se concluye que existen diferencias significativas entre las medias de aceptabilidad sensorial *del filtrante* de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) al 5%..

El nivel crítico permite decir si la hipótesis nula de independencia lineal se rechaza o no se rechaza, de acuerdo a la regla de decisión si el nivel crítico es menor que el nivel de significancia se rechaza la hipótesis de independencia entre las variables y se concluye que existe relación entre las variables, en la tabla 25 y la tabla 26 se observa el resultado de las pruebas de correlación de Pearson y la pruebas de correlación de Rho de Spearman donde se observa en tabla 25 la información referida al coeficiente de Pearson, esta tabla en cada celda contiene los valores que corresponden al cruce bivariado, se encuentra el valor del coeficiente de correlación, el nivel crítico bilateral, la suma de cuadrados, y la variable inocuidad del filtrante de hierba luisa con 10 kGy de dosis de energía ionizante sometido a la evaluación de aceptabilidad por su olor, sabor y color, por lo tanto observando los niveles críticos de las tabla 25 y la tabla 26 de correlaciones, entre la irradiación con dosis alta en el filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) con 10 kGy, el olor tiene una relación directa, positiva y significativa con la aceptabilidad con un coeficiente de correlación de 0.726, el sabor con un coeficiente 0.718 y el color con una correlación de 0.647 también presentan una relación directa, positiva y significativa con la aceptabilidad con un p valor de 0.000, lo cual permite afirmar que el filtrante de hierba luisa con inocuidad mediante dosis alta de energía ionizante y la aceptabilidad de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Federico Villareal el año 2018, tiene una relación significativamente sig = 0.000 directa y positiva.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación trata de medir el nivel de aceptabilidad de una hierba aromática que en base a unos procesos de inocuidad usando energía ionizante se presenta para su consumo o uso como infusión, al respecto no se ha podido encontrar trabajo que estudie la aceptabilidad de la hierba luisa en tres niveles de inocuidad con energía ionizante, en la bibliografía se ha podido encontrar un trabajo de investigación sobre la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de un filtrante de cinco hierbas aromática y steviosida (Stevia rebaudina B) este trabajo determina las características de alguna de las plantas aromáticas como la cola de caballo y dice que este tiene el mayor porcentaje de cenizas, e indica que se debe a la elevada cantidad de ácido silico que se concentra en la planta y sus tejidos (90% SiO₂), pero en ninguna parte indica cual es el nivel de aceptabilidad de esta planta en infusión respecto a las otras, también hace un estudio de los compuestos fenólicos de las hierbas aromáticas motivo de su estudio e indica que por efecto del secado y molienda la menta presenta el mayor contenido de fenol y la cola de caballo en menor cantidad y toma como referencia a Randhier et al. (2008) para indicar los compuestos fenólicos cuando la temperatura es de 60 a 80 grados °C, y se descompone cuando la temperatura es mayor de 100°C., con respecto a la hierba luisa indica que sus resultados respecto a esta hierba aromática que fue secada a 60°C, presentó un ligero aumento el de compuestos de contenido, pero no indica si este aumento hace inocuo o contamina la hierba luisa, así como en el presente estudio se ha determinado y corroborado con el análisis microbiano que se realizó a la muestra de hierba luisa como consta en los informes de ensayo N°IE190726.18, N°IE190726.19, N°IE190726.20 que se adjunta en el anexo, cuyos resultados de acuerdo a normatividad están dentro de los parámetros permitidos de inocuidad, además se indica que está libre de *Salmonella* spp. También se puede observar que una publicación de Geraldine Maurer en su página web, trata de hierbas aromáticas

con fines medicinales, indica que los efectos medicinales de las infusiones varían según el tiempo de hervido, dice cuanto mayor tiempo la planta empieza a desprender sustancias diferentes a las de un principio, pero también habla de la infusión fría que se obtiene vertiendo agua fría a la planta y dejándola reposar la preparación algunas horas, en este caso no indica que tipo de inocuidad tiene dicha infusión, si se sabe que esta hierba aromática que puede ser anís o hierba luisa al secarse o al manipularse se contamina y no indica cual es la diferencia de aceptabilidad de la infusión fría o caliente, por lo que el presente trabajo de investigación si trata las dos variables y de los cuales se han obtenido los resultados.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. El filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) con inocuidad mediante energía ionizante es aceptado por los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con un 5% de significancia y un nivel de confianza del 95%, el promedio de aceptabilidad de las tres diferentes dosis de energía ionizante del filtrante hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) no son iguales ($p < 0,05$) pero los filtrantes con tratamiento de dosis media 8 kGy y alta 10 kGy, les agrada muchísimo y les agrada mucho respectivamente, es decir existen diferencias significativas en la aceptabilidad de las diferentes dosis de inocuidad del filtrante de hierba luisa concluyéndose que el filtrante de hierba luisa con energía ionizante de dosis alta tiene la mayor aceptabilidad.
- 6.2. La energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) hace inocuo e inhiben el crecimiento microbiano en filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) resultados que se encuentran por debajo de los límites aceptables según la RM Nro. 591-2008/MINSA Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- 6.3. La energía ionizante a dosis baja, media y alta afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) razón por el cual se observa diferentes grados de aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Federico Villarreal el año 2018.
- 6.4. La irradiación con dosis alta en el filtrate de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) se relaciona con la aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal, el de 10 kGy tiene mayor aceptabilidad por las características organolépticas, el olor con coeficiente de

$r=0.726$ y con un $p=0.000$, tiene una relación alta y significativa, el sabor con coeficiente de $r=0.718$ y un $p=0.000$ tiene una relación alta y significativa y el color con coeficiente $r=0.647$ y un $p=0.000$ tiene una relación alta y significativa con la aceptabilidad por los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda que el estado implemente mayores plantas de tratamiento con energía ionizante para hacer inocuo muchos de los alimentos de consumo humano y que logren mantener al máximo las propiedades de los alimentos, conservarlos por más tiempo en mejores condiciones, siendo una alternativa por que evitan que se deterioren además de eliminar los posibles agentes microbianos presentes.
- 7.2. Que se realicen eventos de información para captar personas de diferentes edades en especial jóvenes para informarles sobre las bondades del consumo de hierba luisa o infusiones de otras hierbas aromáticas con la finalidad de proteger su salud, y dejen de consumir en exceso bebidas industrializadas.
- 7.3. Con esta investigación académica se podría incentivar el cultivo industrial, ya que presentaría ventajas cualitativas con respecto al material (Hierba Luisa) que crece en vida silvestre, pues no sólo permite la obtención de un material uniforme sino de plantas dotadas de propiedades normalizadas.
- 7.4. Conocer el empleo de energía ionizante a dosis alta en plantas aromáticas como hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), para la inocuidad, el cual es de aceptabilidad permitirá su aplicación en plantas aromáticas para nuevos estudios de mercados.

VIII. REFERENCIAS

- Ablan, E. (2019). *Irradiación de alimentos: Proceso Aplicaciones y Ventajas*. Lifeder
<https://www.lifeder.com/irradiacion-alimentos/>
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Benítez, N. C. J. & Pérez, A. G. (2016). *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de un filtrante de cinco hierbas aromáticas y esteviosido (stevia rebaudina b)*. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2), 83-94.
- Casp, A. J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*. Ediciones Mundi-Prensa
- Codex Alimentarius International Food Standards (2003). General Standard for Irradiated Foods. (CODEX STAN 106-1983, REV.1)
- Constanza, M. (2014). *Tratamiento de miel con radiación ionizante: efectos sobre ciertos atributos de calidad a lo largo de su vida útil que pueden ser susceptibles de cambios químicos por irradiación*. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de San Martín.
- Djeridane, A. M., Yousfi, B., Nadjemi, D., Boutassouna, P. Stocker, N. y Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97, 654-660.
- Dewanto, V., Wu, X. y Liu, R.H. (2002). *Processed sweet corn has higher antioxidant activity*. *Food Chemistry*. 50(17), 4959-4964.
- Espín, J., Fontecha, F. y Gil, A. (2010). *Alimentos saludables y diseño específico*. International Marketing and Communications.
- Farkas, J. (2006). Irradiation for better foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17, 148-152.
- Fennema, O. (2000). *Química de los alimentos* (2da ed.) Acribia Editorial.

- Grecz, N., Rowley, D. B., y Matsuyama, A. (1983). Preservation of Food by Ionizing Radiation, (vol. II), En E. S. Josephson y M. S. Peterson (Ed.), *The action of radiation on bacteria and viruses* (pp. 167-218). CRC Press Inc.
- Huda, N., Noriham, A. y Norrakiah, A.S.. (2009). Antioxidant activity of plants methanolic extracts containing phenolic compounds. *African Journal of Biotechnology*, 8(3), 484-489.
- Heinrichm, S. (2001). Etnofarmacología en el descubrimiento de drogas: un análisis de supapel y la contribución potencial. *J Pharmacol Pharm*, 53, 425-432.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). Editorial McGraw-Hill.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods I [CMSF]. (2000). *Microbiología de los alimentos*. (2da ed.) Editorial Acribia.
- IFT (1981). Sensory Evaluation Guide Testing for Testing Food and Beverage Products. *Food Technology*. 35(11), 50-57.
- INDECOPI (1986). *Manual de Normas Técnicas: Hierbas Aromáticas infusiones*. (NTP 209.244).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2018). *El consumo de bebidas*.
- Instituto Peruano de Energía Nuclear (2019). *Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas-LSCD*.
- Suárez, R. (2001). Conservación de los alimentos por radiación. INVENIO. <https://dialnet.unirioja.es> -
- Jumbo, N. & Guevara, A. (2016). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de un filtrante de cinco hierbas aromáticas y esteviosido. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*,

- 24(2), 83-94.
- Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M. y Furuno, Y. (2009). Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Food Chemistry*, 113(4), 964-969.
- Kim, D. y Lee, C. (2004). Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. *Food Science and Nutrition*. 44(4), 253-273.
- Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental [MINSA/DIGESA]. (2003). *Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. MINSA/DIGESA.
- Molina, D., Medina, L., González, G., Robles, R. y Gámez, N. (2010). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cascara de uva (*Vitis vinífera* L.) de mesa cultivada en el noroeste de México. *Journal of food*. 8, 57-63.
- Montenegro, M. (2018). Ley de promoción de los alimentos N° 30021. *Revista industria alimentaria*, 38.
- Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia.
- Norma Técnica Peruana N° 209.243. Bolsas filtrantes. Determinación del contenido de aceite volátil. (1986).
- Narvaiz, P. (2004). Irradiación de los Alimentos. *Seminario Irradiación y Calidad Sanitaria de Alimentos*, Argentina
- Labuza, T. (2000). Sorption phenome in foods. *Food Technology*, 22, 263-272.
- Leiva, N. (1995). *Procesamiento de té negro con especias aromáticas en bolsitas filtrantes*. [Tesis

- para optar el título de Ingeniero en Industrias alimentarias]. Universidad Nacional Agraria La Molina
- Leonor, P. y García. N. (2000). Las plantas medicinales y aromáticas una alternativa de futuro para el desarrollo rural. *Boletín económico de ice*, 2000(2652).
- Olivares, R. (2018). *Ley de Etiquetado pese a endurecimiento de normative, se reduce número de sumarios*. Diario Financiero.
- Ossa, D. & Cecilia, G. (2012). Knowledge and aromatic drink consumption in youth in the city of Medellín, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 87-89
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (1989). *Irradiación de los alimentos, una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2018). *Conceptos básicos*. <http://www.fao.org/inaction/pesa-centroamerica/temas/conceptosbasicos/es/>
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2017). *Irradiación de alimentos*. <https://www.iaea.org/es/temas/irradiacion-de-alimentos>
- Pántastico, B. (2004). *Fisiología de la Post- Recolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales*. Compañía Editorial Continental S.A.
- Piga, A., Del Caro, A. y Corda, G. (2003). From plums to prunes: Influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant. *Agriculture and food Chemistry*, 51(12), 3675-3681.
- Randhier, M., Know, Y. y Shetty, K. (2008). Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of grain sprouts and seedling. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 355-364.
- Ramírez, C. (2017). *Más de un tercio de los consumidores dice que ha cambiado sus hábitos*

- gracias a la ley de etiquetado de alimentos.* El Mercurio.
- Restrepo, L., Gómez, L. y De Ossa, G. (2012). Conocimiento y consumo de bebidas aromáticas en jóvenes en la ciudad de Medellín, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 87-97.
- Rossi, L., Watson, D., Escandarani, S., Miranda, A., y Troncoso, A. (2009). La radiación a la mesa. *Revista chilena de infectología*, 26(4), 318-330. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182009000500003>
- Robert, N. y Cherry, Jr. (s.f.). *Radiaciones ionizantes. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT
- Saavedra, N. (2009). *Elaboración de chips de yuca (Manihot esculenta) y determinación de su vida en anaquel.* [Tesis para optar el título de Mg Sc en Tecnología de Alimentos]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sadecka, J., Kolehe, E., Salkova, Z., Petrikova, J. y Kovaca, M. (2004). Effect of gamma-irradiation on microbial decontamination and organoleptic quality of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Czech J. Food Sci*, 22(5), 231-242.
- Sánchez, H., Reyes, C. & Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Universidad Ricardo Palma. <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-determinos-en-investigacion.pdf>
- Shan, B., Cai, Y., Sun, M. y Corke, H. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7749-7759.
- Sharma, K., Mulvaney, J. y Rizvi, H. (2003). *Ingeniería de alimentos: Operaciones Unitarias y*

- Prácticas de Laboratorio*. Ed. Limusa Wiley.
- Swain, T. y W. Hillis (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 10, 63-68.
- Suhaj, M., Racova, J., Polovka, M. y Brezova, V. (2006). Effect of gamma-irradiation on antioxidant activity of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Food Chemistry*, 97(4), 696-704.
- Sánchez, N. (2001). *Caracterización del mercado colombiano de plantas medicinales y aromáticas*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la Investigación Científica*. Limusa.
- Vásquez, J. (1987). *Procesamiento de la Hierba luisa (Cymbopogon Citratus) en bolsas filtrantes*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias alimentarias]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Wojdylo, A., Oszmianski, J. y Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105, 940-949.
- You, R., Rong, X., Lin, F., Kuang, L. y Bin, H. (2010). Antioxidant activity and total phenolic content of medicinal plants associated with prevention and treatment of cardio vascular and cerebrovascular diseases China. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(22), 2438-2444.

IX. ANEXOS

Anexo A

Consentimiento informado

Yo.....
 con DNI N°....., alumno de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de Universidad Nacional Federico Villarreal con matricula, acepto participar voluntaria y anónimamente, en la investigación “Inocuidad en hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) mediante energía ionizante y su aceptabilidad por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, - Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Federico Villarreal dirigida por la tesista: María Luisa Apolinario Peña, de la Maestría de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Declaro haber sido informado de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación que se me solicita y acepto participar en una serie de entrevistas que se realizarán durante el transcurso del estudio.

Declaro además haber sido informado/a que mi participación en este estudio no involucra ningún daño o peligro para mi salud física o mental, que es voluntario y que puedo negarme a participar o dejar de participar en cualquier momento sin dar explicaciones o recibir sanción alguna.

Declaro saber que la información entregada será **confidencial y anónima**, y será analizada por los investigadores en forma grupal y que no se podrán identificar las respuestas y opiniones de modo personal. Por último, la información que se obtenga será guardada y analizada por el equipo de investigación, y resguardada en dependencias de la Universidad. Este documento se firma en dos ejemplares, quedando uno en poder de cada una de las partes.

Nombre Participante

Tesista

Apolinario Peña María Luisa

Anexo B

Guía de evaluación

NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA: 05 de julio del 2019
	HORA: 17:00

Tipo : Diferencia

Método: Comparaciones Múltiples

Producto: Hierba Luisa

INDICACIONES:

Sírvase degustar las muestras que corresponda a la investigación en el orden que se presentan, en lo que respecta a los atributos: COLOR, OLORES y SABOR.

Califique cada muestra según la escala adjunta:

Escala	Puntaje
- No me agrada ni me desagrada	0
- Me agrada moderadamente	1
- Me agrada mucho	2
- Me agrada muchísimo	3
- Me desagrada	4
- Me desagrada muchísimo	5

CÓDIGO	OLOR	COLOR	SABOR
426			
591			
894			

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

¡¡MUCHAS GRACIAS!!

Anexo C



CERTIFICACIONES ALIMENTARIAS
HIDROBIOLÓGICAS Y MEDIO AMBIENTALES S.A.C.

Lima, 26 de Julio de 2019

INFORME DE ENSAYO N° IE190726.19

Solicitud de Servicio de Ensayo : 20190719.08
 Nombre del Solicitante : MARIA LUISA APOLINARIO PEÑA
 Dirección Legal del Solicitante : JR. JUAN OLAECHEA ARNAO 1616 URB. ELIO – LIMA – LIMA
 Procedencia de la Muestra : Muestra proporcionada por el Solicitante
 Producto : M01 – Cymbopogon citratus (Hierba Luisa) irradiado a 06 kGy
 Cantidad y Presentación de Muestra : M01 (LM01) – 01 muestra (01 unidad por 540 g)
 Envase: Bolsa de Polietileno sellado herméticamente
 Fecha y hora de Recepción : 2019-07-20 / 10:55
 Condiciones a la recepción : Temperatura ambiente
 Fecha de ejecución del Análisis : Fecha de inicio: 2019-07-20 Fecha de término: 2019-07-26

RESULTADOS DE ENSAYO

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
			M01	LM01
01	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
02	Recuento de Coliformes	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
03	Recuento de Bacillus cereus	UFC/g	<100 ⁽¹⁾	
04	Recuento de Mohos	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
05	Recuento de Levaduras	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
06	Detección de Salmonella spp.	Salmonella / 25 g		Ausencia

Métodos de Ensayo:

ÍTEM	ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
01	Recuento de Aerobios mesófilos	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. January 2001. Chapter 3, A-D Aerobic Plate Count
02	Recuento de Coliformes	ICMSF. Método 4. Pág. 137. 2da Ed. 1983 Bacterias coliformes. Método 4 (Recuento directo en placa de agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta)
03	Recuento de Bacillus cereus	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. February 2012. Chapter 14, A-G Enumeration and Confirmation of B. cereus in Foods.
04	Recuento de Mohos	ICMSF. Pág. 165-167. 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000 Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa por todo el medio.
05	Recuento de Levaduras	ICMSF. Pág. 165-167. 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000 Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa por todo el medio.
06	Detección de Salmonella spp.	ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain -- Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella -- Part 1: Detection of Salmonella spp.

Observaciones: (1) Recuento estimado

Fin del Documento



Mbigo. Jonathan David Tuya Salas
Gerente Técnico de Laboratorio
CBP. 11271

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Formato: F07-P03-LE, Ver. 01

Página 1 de 1

Anexo D



CERTIFICACIONES ALIMENTARIAS
HIDROBIOLÓGICAS Y MEDIO AMBIENTALES S.A.C.

Lima, 26 de Julio de 2019

INFORME DE ENSAYO N° IE190726.20

Solicitud de Servicio de Ensayo : 20190719.09
 Nombre del Solicitante : MARIA LUISA APOLINARIO PEÑA
 Dirección Legal del Solicitante : JR. JUAN OLAECHEA ARNAO 1616 URB. ELIO – LIMA – LIMA
 Procedencia de la Muestra : Muestra proporcionada por el Solicitante
 Producto : M01 – Cymbopogon citratus (Hierba Luisa) irradiado a 08 kGy
 Cantidad y Presentación de Muestra : M01 (LM01) – 01 muestra (01 unidad por 541 g)
 Envase: Bolsa de Polietileno sellado herméticamente
 Fecha y hora de Recepción : 2019-07-20 / 11:00
 Condiciones a la recepción : Temperatura ambiente
 Fecha de ejecución del Análisis : Fecha de inicio: 2019-07-20 Fecha de término: 2019-07-26



RESULTADOS DE ENSAYO

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
			M01 LM01
01	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/g	<10 ⁽¹⁾
02	Recuento de Coliformes	UFC/g	<10 ⁽¹⁾
03	Recuento de Bacillus cereus	UFC/g	<100 ⁽¹⁾
04	Recuento de Mohos	UFC/g	<10 ⁽¹⁾
05	Recuento de Levaduras	UFC/g	<10 ⁽¹⁾
06	Detección de Salmonella spp.	Salmonella / 25 g	Ausencia

Métodos de Ensayo:

ÍTEM	ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
01	Recuento de Aerobios mesófilos	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. January 2001. Chapter 3, A-D Aerobic Plate Count
02	Recuento de Coliformes	ICMSF. Método 4. Pág. 137. 2da Ed. 1983 Bacterias coliformes. Método 4 (Recuento directo en placa de agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta)
03	Recuento de Bacillus cereus	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. February 2012. Chapter 14, A-G Enumeration and Confirmation of B. cereus in Foods.
04	Recuento de Mohos	ICMSF. Pág. 165-167. 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000 Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa por todo el medio.
05	Recuento de Levaduras	ICMSF. Pág. 165-167. 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000 Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa por todo el medio.
06	Detección de Salmonella spp.	ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain -- Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella -- Part 1: Detection of Salmonella spp.

Observaciones: (1) Recuento estimado

Fin del Documento



Mbigo. Jonathan David Tuya Salas
Gerente Técnico de Laboratorio
CBP. 11271

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Formato: F07-P03-LE, Ver. 01

Página 1 de 1

Anexo E



CERTIFICACIONES ALIMENTARIAS
HIDROBIOLÓGICAS Y MEDIO AMBIENTALES S.A.C.

Lima, 26 de Julio de 2019

INFORME DE ENSAYO N° IE190726.18

Solicitud de Servicio de Ensayo : 20190719.07
 Nombre del Solicitante : MARIA LUISA APOLINARIO PEÑA
 Dirección Legal del Solicitante : JR. JUAN OLAECHEA ARNAO 1616 URB. ELIO – LIMA – LIMA
 Procedencia de la Muestra : Muestra proporcionada por el Solicitante
 Producto : M01 – Cymbopogon citratus (Hierba Luisa) irradiado a 10 kGy
 Cantidad y Presentación de Muestra : M01 (LM01) – 01 muestra (01 unidad por 538 g)
 Envase: Bolsa de Polietileno sellado herméticamente
 Fecha y hora de Recepción : 2019-07-20 / 10:50
 Condiciones a la recepción : Temperatura ambiente
 Fecha de ejecución del Análisis : Fecha de inicio: 2019-07-20 Fecha de término: 2019-07-26



RESULTADOS DE ENSAYO

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
			M01	LM01
01	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
02	Recuento de Coliformes	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
03	Recuento de Bacillus cereus	UFC/g	<100 ⁽¹⁾	
04	Recuento de Mohos	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
05	Recuento de Levaduras	UFC/g	<10 ⁽¹⁾	
06	Detección de Salmonella spp.	Salmonella / 25 g	Ausencia	

Métodos de Ensayo:

ÍTEM	ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
01	Recuento de Aerobios mesófilos	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. January 2001. Chapter 3, A-D Aerobic Plate Count
02	Recuento de Coliformes	ICMSF. Método 4. Pág. 137. 2da Ed. 1983 Bacterias coliformes. Método 4 (Recuento directo en placa de agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta)
03	Recuento de Bacillus cereus	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. February 2012. Chapter 14, A-G Enumeration and Confirmation of B. cereus in Foods.
04	Recuento de Mohos	ICMSF. Pág. 165-167. 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000 Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa por todo el medio.
05	Recuento de Levaduras	ICMSF. Pág. 165-167. 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000 Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa por todo el medio.
06	Detección de Salmonella spp.	ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella – Part 1: Detection of Salmonella spp.

Observaciones: (1) Recuento estimado

Fin del Documento



Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Formato: F07-P03-LE, Ver. 01

Página 1 de 1

Anexo F: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	
¿Cuál es la aceptabilidad sensorial de la infusión de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) sometido a radiación ionizante por estudiantes en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal en el año 2018?	Determinar la aceptabilidad sensorial del filtrante de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) tratada con energía ionizante por los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal en el año 2018.	La hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) con inocuidad mediante energía ionizante es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.	<p>Tipo de investigación: aplicada</p> <p>Diseño: cuasi experimental</p> <p>Variable independiente: Inocuidad de Filtrante hierba luisa sometido a radiación ionizante</p> <p>Variable dependiente: Aceptabilidad sensorial</p> <p>Método: inductivo-deductivo</p> <p>Técnica: entrevista, observación directa, análisis documental</p> <p>Instrumento: Guía, registro y ficha de Análisis Documental y de Contenido</p>
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	
¿En qué medida la energía ionizante de dosis baja, media y alta consigue la inocuidad (inhibe el crecimiento microbiano) de la hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018?	Determinar si la energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) consiguen la inocuidad (inhiben el crecimiento microbiano) de la hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.	La energía ionizante a diferentes dosis (baja, media y alta) consigue la inocuidad (inhibe el crecimiento microbiano) del filtrante de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) y es aceptado por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.	<p>Tipo de investigación : aplicada</p> <p>Diseño: cuasi experimental</p> <p>Variable independiente: Inocuidad de Filtrante hierba luisa sometido a radiación ionizante</p> <p>Variable dependiente: Aceptabilidad sensorial</p> <p>Método: inductivo-deductivo</p> <p>Técnica: entrevista, observación directa, análisis documental</p> <p>Instrumento: Guía, registro y ficha de Análisis Documental y de Contenido</p>
¿En qué medida los efectos de la energía ionizante a dosis baja, media y alta alteran las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) y tiene aceptabilidad por los	Determinar si la energía ionizante a dosis baja, media y alta no afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) y la aceptabilidad	La energía ionizante a dosis baja, media y alta no afecta las características organolépticas del filtrante de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) y es aceptado por los	

estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018?	sensorial de los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.	estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.
¿En qué medida la irradiación con aplicación de dosis alta en el filtrate de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) se relaciona con la aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018?	Determinar si la irradiación con dosis alta en el filtrante de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) se relaciona con la aceptabilidad sensorial por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.	La irradiación con dosis alta en el filtrate de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>) se relaciona con la aceptabilidad por los estudiantes de la EPIA de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional Federico Villarreal el año 2018.