



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

## Tesis



“ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA CÁSCARA DE PAPA ROSADA  
(*SOLANUM TUBEROSUM*) PARA LA ELIMINACIÓN DE BACTERIAS  
CAUSANTES DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS”

PRESENTA:

**YAJCIRI ROSAS HERNÁNDEZ**

CON NÚMERO DE CONTROL

**17TE0202**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

**IIAL-2010-219**

DIRECTOR (A) DE TESIS:

**DR. HIRAM ALEJANDRO WALL MARTINEZ**

“La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”

TEZIUTLÁN, PUEBLA, ABRIL 2022



# **PRELIMINARES**

## **Agradecimientos**

Primero que nada, debo agradecer a Dios por dejarme culminar esta etapa de carrear universitaria, por darme salud, por darme paciencia y sobre todo darme objetivos en cada una de las decisiones tomadas, por siempre estar a mi lado y nunca abandonarme en esta etapa llamada vida, por permitir que la sabiduría impartida en la institución me sea aprendida de la mejor manera, así mismo  
agradecer a:

A mi madre:

Sra. Mireya Hernández Zamora por siempre estar apoyándome incondicionalmente, por ser mi motor que impulsa mis sueños, por ser madre y padre a la vez y darme ánimos a seguir, por nunca dejarme decaer en mis días de baja emocional, por enseñarme a nunca dejar las cosas a mitad y siempre terminar de la mejor manera y, sobre todo en apoyarme económicamente para poder culminar esta carrera y ser su orgullo, te dedico este logro como una meta más que ha sido conquistada y un sueño que ha sido cumplido.

A mis abuelos:

En especial a mi abuela que está en el cielo a ese ángel le debo todos los logros y triunfos que pueda obtener en la vida, quien estuvo en mis noches de desvelo y en mis horas de estudio, por ayudarme a crecer en todos los sentidos posibles, aunque no está conmigo, sé que está orgullosa por ver que terminé algo que ella decía que se sentiría orgullosa de verme siendo toda una profesionalista, hoy dedico este logro para ti.

A mi abuelo por compartir estos últimos momentos de carrera, apoyarme y darme alientos a ser la mejor en lo que hago.

A mis amigos:

Hoy toca cerrar este capítulo de esta pequeña historia y no dejo de agradecerles su apoyo y constancia, por compartir horas de estudio, por apoyarme, por sacarme las mejores sonrisas, los enojos, las palabras emotivas que más necesitaba escuchar en los momentos indicados, por los momentos inolvidables que compartimos, por los grupitos de amigos que a través de la carrera se formaron y que al final de todo se quedaron para ser parte de esta pequeña etapa de mi vida. Gracias por siempre estar allí.

A mi familia:

Por siempre aconsejarme y aportar su granito de arena para que mi carrera sea terminada, por darme ánimos a seguir y nunca dejarme sola. Todo esto es para que estén orgullosos de lo que pude lograr.

A mis docentes:

Por brindarme todos sus conocimientos, por tener la paciencia para explicar una y otra vez cada uno de los temas, por estar allí cuando surgía alguna duda, cada una de sus palabras fueron sabias y cada una de ellas dejó una semilla que está germinando, la cual nos acompañará en cada parte de nuestras vidas.

## Resumen

En la industria de alimentos frecuentemente se presenta el problema de brote de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), puesto que, un brote de ETA es definida como un incidente en el que dos o más personas presentan una enfermedad o síntoma después de la ingesta de un alimento en general, donde los análisis epidemiológicos apuntan al alimento como el origen de la enfermedad, debido a que no se tiene una buena higiene al momento de almacenarlos y/o consumirlos (Sanchez, 2020).

Por lo que el uso de antimicrobianos mejor conocidos como conservadores, es una práctica que se lleva a cabo dentro de la industria de los alimentos. Durante mucho tiempo se han utilizado antimicrobianos que son sintetizados químicamente, por ende repercute en el rechazo por los consumidores de los productos procesados, por tanto ha surgido la necesidad de buscar antimicrobianos que sean de origen natural. Por lo tanto, en la época actual, los antimicrobianos son compuestos químicos añadidos o presentes en los alimentos que retardan el crecimiento microbiano o inactivan a los microorganismos y por lo tanto, detienen el deterioro de la calidad y mantienen la seguridad del alimento (Davidson, 1997).

Es por ello que, el presente trabajo propone la obtención de los compuestos que se encuentran en la cascara de la papa rosada (*Solanum Tuberosum*) y extraer de ella las antocianinas que son capaces de eliminar bacterias como *E. Coli* y *Coliformes totales*. La composición química puede variar sustancialmente, de acuerdo con la variedad, condiciones de cultivo y calidad de la semilla, tipo de suelo, fertilizantes, temperaturas, humedad, luz, grado de madurez y almacenamiento (Amjad, 2009).

Los resultados mostraron que el método de extracción de antocianinas etanol: ácido clorhídrico en relación 1:20 fue exitosa, debido a que permitió obtener las antocianinas que podrían ser probadas en bacterias de *E. Coli* y *coliformes totales*.

**Palabras clave:** papa rosada, antocianinas, actividad antimicrobiana

## Introducción

En el estudio de Sanchez, 2020 reportó que en la actualidad las Enfermedades Transmitidas por Alimentos se generan debido a que el consumidor no tiene uso o conocimiento de las buenas prácticas de higiene al momento de ingerir sus alimentos, lo cual provoca que no se tenga la correcta inocuidad en ellos, por lo que se debe seguir una serie de pasos para obtenerla, que son:

- Tener limpieza
- Separar alimentos que estén crudos de los cocidos
- Cocinar bien los alimentos
- Tener las temperaturas adecuada de cada alimento
- Usar agua y materias primas seguras

Todo esto se realiza ya que existen diversas bacterias patógenas que son causantes de dichas enfermedades tales como *salmonella*, *E. Coli*, *Listeria*, *botulismo*, etc., (Organización Mundial de la Salud, 2007), es por ello, que se busca la cantidad de antocianinas presentes en los alimentos o en este caso en la cáscara de papa rosada, la cual es la que le otorga el color rosa a la cáscara; por lo que se comprobará que cuenta con tales antocianinas las cuales tiene la capacidad de poder eliminar bacterias causantes de enfermedades.

La estructura química de las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, por lo que, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, donde se le une un azúcar por medio de un enlace  $\beta$ -glucosídico. Las antocianinas, son un compuesto que se componen principalmente de una cadena de antocianidinas conjugados de azúcares y grupos acilos (Stommel et al., 2009). Las antocianidinas están compuestas por dos anillos aromáticos bencénicos separados por un heterociclo oxigenado (Tanaka, 2008).

Dentro de los fenoles, las antocianidinas tienen una mayor actividad antioxidante, debido a que en su estructura poseen un átomo de oxígeno cargado positivamente,

lo cual permite neutralizar con mayor eficacia las especies reactivas del oxígeno (ROS) (Kong et al., 2003).

Cabe destacar que las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Fennema, 1993).

# Índice general

<b>PRELIMINARES</b> .....	2
<b>Agradecimientos</b> .....	3
<b>Resumen</b> .....	5
<b>Capítulo I Generalidades del proyecto</b> .....	12
<b>1.1 Datos de la institución</b> .....	13
<b>1.1.1 Misión y Visión</b> .....	13
<b>1.1.2 Macrolocalización y Microlocalización</b> .....	13
<b>1.2 Planteamiento del problema</b> .....	14
<b>1.3 Objetivos</b> .....	16
<b>1.3.1 Objetivo general</b> .....	16
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	16
<b>1.4 Justificación</b> .....	16
<b>1.5 Hipótesis</b> .....	16
<b>Capítulo II Marco Teórico</b> .....	17
<b>2.1 Antocianinas</b> .....	18
<b>2.1.1 Estructura</b> .....	19
<b>2.2 Actividad Antimicrobiana</b> .....	20
<b>2.2.1 Principales Compuestos</b> .....	20
<b>2.2.2 Como actúa</b> .....	21
<b>2.3 Generalidades de la papa</b> .....	22
<b>2.3.1 Papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)</b> .....	22
<b>2.3.2 Procesamiento</b> .....	23
<b>2.3.3 Usos de la cáscara de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)</b> .....	24
<b>2.4 Cáscara de la papa rosada (<i>Solanum Tuberosum</i>)</b> .....	25
<b>2.4.1 Propiedades</b> .....	25
<b>2.5 Antecedentes</b> .....	26
<b>2.5.1 Evaluación de la actividad antioxidante y antibacteriana del tocosh de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)</b> .....	26

2.5.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana y antioxidante de antocianinas microencapsuladas de maíz morado ( <i>Zea mays L.</i> ), papa morada ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ) y mortiño ( <i>Vaccinium floribundum Kunth</i> ) (Bautista, 2018).	26
2.5.3 Obtención de antocianinas de papa nativa "Yawar wayku" ( <i>Solanum stenotomum</i> ) para la elaboración de un colorante natural aplicable a alimentos (Párraga, 2018)	27
2.5.4 Antocianinas en <i>Solanum tuberosum</i> : Una revisión	27
2.5.5 Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión	28
2.5.6 Obtención de antocianinas de papa nativa "Yawar wayku" ( <i>Solanum stenotomum</i> ) para la elaboración de un colorante natural aplicable a alimentos	28
<b>Capítulo III Desarrollo y Metodología</b>	29
<b>3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas</b>	30
3.1.1 Diagrama de flujo de Extracción de antocianinas:	30
3.1.2 Extracción de antocianinas	31
3.1.3 Determinar pH de Antocianinas	33
<b>3.2 Cultivo de Bacterias</b>	34
3.2.1 Materiales:	34
3.2.2 Difusión del agar	35
3.2.3 Dilución del AGAR MACCONKEY	36
3.2.4 Dilución del AGAR DE EOSINA Y AZUL DE METILENO	38
3.2.5 Cultivo de Bacterias	40
3.2.6 Determinar pH de bacterias y cáscara de papa	42
3.2.7 Efectividad	42
3.2.8 Tinción de Gram	42
<b>Capítulo IV Resultados</b>	43
4.1 Resultado de obtener diferentes concentraciones de diluciones en relación 1:20	44
4.2 Resultados de espectrofotometría	44
4.3 Resultados del cultivo de bacterias	46
4.4 Resultados de Tinción de Gram	47
<b>Capítulo V Conclusiones</b>	49
5.1 Conclusiones relativas a los objetivos	50
5.1.2 Conclusión en base al objetivo general	50

<b>5.1.3 Conclusiones en base a los objetivos específicos</b> .....	50
<b>5.3 Aportaciones originales</b> .....	51
<b>5.4 Limitaciones del modelo planteado</b> .....	51
<b>5.5 Recomendaciones</b> .....	51
<b>Capítulo VI Fuentes de Información</b> .....	52
<b>6.1 Referencias</b> .....	53
<b>Capítulo VII ANEXOS</b> .....	58
<b>7.1 Cálculos para obtener Normalidades:</b> .....	59
<b>7.1.1 Fórmula:</b> .....	59
<b>7.1.2 Preparación para 1N</b> .....	59
<b>7.1.3 Preparación para 4N</b> .....	59
<b>7.1 4 Imágenes del proceso de Tinción de Gram</b> .....	59
<b>Carta de autorización</b> .....	62

## **Índice De Imágenes**

<b>Ilustración 1 Estructura general de las antocianinas</b> .....	<b>19</b>
<b>Ilustración 2 Papa rosada (solanum tuberosum)</b> .....	<b>22</b>
<b>Ilustración 3 Secado de papa</b> .....	<b>31</b>
<b>Ilustración 4 Pulverización de cáscara de papa</b> .....	<b>31</b>
<b>Ilustración 5 Disolución harina/disolvente</b> .....	<b>32</b>
<b>Ilustración 6 Mezcla harina/disolvente</b> .....	<b>32</b>
<b>Ilustración 7 Extracción de Antocianinas</b> .....	<b>33</b>
<b>Ilustración 8 Espectrofotómetro</b> .....	<b>33</b>
<b>Ilustración 9 Agar MacConkey</b> .....	<b>36</b>
<b>Ilustración 10 Preparación del medio</b> .....	<b>36</b>
<b>Ilustración 11 Hidratación del agar</b> .....	<b>37</b>
<b>Ilustración 12 Esterilización del agar</b> .....	<b>37</b>
<b>Ilustración 13 Agar en cajas Petri</b> .....	<b>37</b>
<b>Ilustración 14 Agar de eosina y azul de metileno</b> .....	<b>38</b>
<b>Ilustración 15 Preparación del medio</b> .....	<b>38</b>
<b>Ilustración 16 Hidratación de agar</b> .....	<b>39</b>
<b>Ilustración 17 Esterilización del agar</b> .....	<b>39</b>
<b>Ilustración 18 Coagulación del agar</b> .....	<b>39</b>
<b>Ilustración 19 Esterilización</b> .....	<b>40</b>
<b>Ilustración 20 Toma de muestra</b> .....	<b>40</b>
<b>Ilustración 21 Método de sembrado</b> .....	<b>41</b>
<b>Ilustración 22 Curva de inhibición y muerte</b> .....	<b>41</b>

<b>Ilustración 23 Colonia de E. Coli .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 24 Colonia de E. Coli sin antocianinas.....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 25 Tinción de gram negativa.....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 26 Tinción de gram negativa.....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 27 Solución Cristal Violeta .....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 28 Lavado con Agua Destilada .....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 29 Solución de Lugol.....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 30 Decoloración con Alcohol .....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 31 Solución de Fucsina.....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 32 Preparación final.....</b>	<b>61</b>

### **Índice De Tablas**

<b>Tabla 1 Componentes de la papa .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 2 Disoluciones por triplicado .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 3 Absorbancia .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 4 Técnica de estriado en placa .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 5 Comportamiento de la absorbancia.....</b>	<b>45</b>

# **Capítulo I Generalidades del proyecto**

## **1.1 Datos de la institución**

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es una institución de educación superior tecnológica atenta a las demandas de la sociedad, y a los principios de la Ley de Educación del Estado de Puebla, se consolida como una Institución cuyo objetivo es lograr una educación de calidad, moderna y eficaz, orientada al servicio, acercándola a las necesidades e intereses de la población, que promueva el uso transparente y eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros de que disponga, y que cumpla puntualmente con sus programas de trabajo.

### **1.1.1 Misión y Visión**

Misión: formar Profesionales que se constituyan en agentes de cambio y promuevan el desarrollo integral de la sociedad, mediante la implementación de procesos académicos de calidad.

Visión: Llegar a ser la Institución de Educación Superior Tecnológica más reconocida en el Estado de Puebla, que ofrezca un proceso de Enseñanza – Aprendizaje certificado, comprometido con la excelencia académica y la formación integral del Alumno, contribuyendo al desarrollo sustentable, económico, político y social de nuestro Estado.

### **1.1.2 Macrolocalización y Microlocalización**

Macrolocalización: ubicada en la ciudad de Teziutlán, municipio correspondiente al estado de Puebla.

Microlocalización: con domicilio en Fracción I y II, Aire Libre S/N, C.P 73960.

## 1.2 Planteamiento del problema

El uso de antimicrobianos (conservadores) es una práctica común en la industria de los alimentos, por muchos años se han utilizado antimicrobianos sintetizados químicamente que en algunos casos han causado daño en la salud de los consumidores, si se utilizan a grandes dosis o como en el caso de los sulfitos, por lo que repercute en el rechazo por parte de los consumidores de productos procesados, por lo cual ha surgido la necesidad de encontrar productos inhibidores de bacterias que sean de origen natural, por lo que se pretende encontrar nuevos agentes antimicrobianos de origen natural, como sustitutos de los tradicionalmente utilizados (Nychas, 1995).

Algunos de los antimicrobianos naturales son obtenidos de hierbas, plantas, y de algunas especias. Lo más difícil es extraer, purificar, estabilizar e incorporar dicho antimicrobiano al alimento sin afectar su calidad sensorial y seguridad (Beuchat y Golden, 1989).

User (2021) reportó que, estas enfermedades se producen al ingerir alimentos y/o agua que contengan virus, bacterias, hongos y parásitos, todos ellos microscópicos (no observables a simple vista). Estos son capaces de producir sustancias tóxicas que afectan la salud de los consumidores.

Vásquez y Organización Panamericana de la Salud (2003) mencionan que para que ocurra un tipo de ETA, el patógeno o su(s) toxina(s) debe(n) estar presente(s) en el alimento a consumir. No obstante, la presencia del patógeno en el alimento no significa que se producirá una enfermedad. En algunos de los casos de ETA:

- El alimento debe estar bajo determinadas características físicas como lo es la temperatura, humedad y el tiempo, que puedan favorecer el crecimiento de microorganismos o a la producción de toxinas.

- El agente etiológico tiene que estar presente en el cuerpo humano en una cantidad suficiente, para que pueda causar la infección o la intoxicación.

- Se debe ingerir una cantidad suficiente del alimento que contenga los microorganismos o agentes etiológicos, que sobrepase la barrera de protección del consumidor.

La ETA alimentaria pueden clasificarse en infecciones, intoxicaciones o infecciones mediadas por toxina y la gravedad que se presente.

De tal forma, se busca la eliminación de dichas bacterias patógenas mediante la extracción de antocianinas que están presentes en la cáscara de papa rosada, con ello se busca extraer y obtener el tipo de antocianina adecuado para poder verificar el tipo de bacteria que será posible eliminar o prevenir en los alimentos a consumir y utilizarlo como un agente antimicrobiano natural.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar las antocianinas presentes en la cáscara de papa rosada (*Solanum tuberosum*) como precursor de la actividad antimicrobiana.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Obtener las antocianinas que están presentes en la cascara de papa rosada (*Solanum tuberosum*).
- Evaluar el efecto de los tipos de antocianinas de la cáscara de la papa rosada (*Solanum tuberosum*) para determinar su actividad antimicrobiana.

## **1.4 Justificación**

El presente trabajo se realizará con el fin de obtener las antocianinas necesarias que servirá para la eliminación de bacterias causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) tales como *Salmonella*, *Vibrio*, *E. Coli*, el virus de la hepatitis A, *Trichinella spirallis*, *Shigella*, entre otros, por lo que para la industria de alimentos será un gran avance para poder prevenir dichas enfermedades en las personas y poder prevenirlas desde la materia prima. Es de gran importancia la obtención las antocianinas de la cáscara de la papa rosada puesto que es un antimicrobiano de origen natural, donde la cáscara de la papa rosada no tiene uso en la industria alimentaria.

## **1.5 Hipótesis**

Las antocianinas presentes en la cáscara de papa rosada (*Solanum Tuberosum*) pueden ayudar a eliminar o prevenir el crecimiento de bacterias patógenas causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos.

# **Capítulo II Marco Teórico**

## 2.1 Antocianinas

Las antocianinas (del griego *anthos*, flor y *kyanos*, azul) son consideradas una subclase de los flavonoides; que también son conocidos como flavonoides azules (Badui, 2006).

Son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Fennema, 1993). Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace  $\beta$ -glucosídico (Badui, 2006).

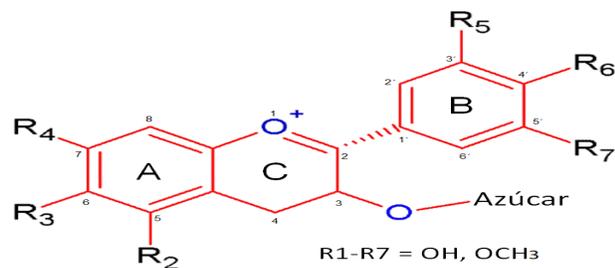
Las antocianinas más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, para que esta pueda formar diferentes tipos de antocianinas es necesario que interaccione con más de un carbohidrato, ya que esto es muy común que suceda (Dergal, 2006).

El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de los mismos en el grupo flavilio; por ejemplo, si se aumentan los hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo (Badui, 2006). Las antocianinas son de gran interés por estas razones. La primera por su impacto sobre las características sensoriales de los alimentos, las cuales, pueden influenciar su comportamiento tecnológico durante el procesamiento de alimentos, y la segunda, por su implicación en la salud humana a través de diferentes vías (De Pascual-Teresa y Sánchez-Ballesta, 2008).

Las antocianinas por lo regular son relativamente inestables y difíciles de purificar para emplearlas como aditivo, su mayor estabilidad ocurre bajo condiciones ácidas. La degradación de las antocianinas ocurre no solo durante la extracción del tejido vegetal sino también durante el procesado y conservación de los alimentos. (Garzón, 2008)

### 2.1.1 Estructura

Las antocianinas son las formas catiónicas de flavilo. Es compuesta por dos anillos aromáticos A y B que están unidos por una cadena de 3 carbonos. Se han encontrado cinco azúcares que forman parte de la molécula como se muestra en la Ilustración 1. En orden de abundancia son: glucosa, ramnosa, galactosa, xilosa y arabinosa y, ocasionalmente, gentiobiosa, rutinosa y soforosa; todos estos compuestos se unen a la antocianidina principalmente por medio del hidroxilo de la posición 3, y, en segundo término, en posición 5 o 7 (Dergal, 2006).



*Ilustración 1 Estructura general de las antocianinas*

Fuente: <https://www.researchgate.net/profile/Xocoyotzin-Toledo/publication/343214345/figure/fig2/AS:917239343632384@1595698309349/Figura-3-Estructura-general-de-las-antocianinas-Taiz-y-Zeiger-2009.ppm>

Acorde a el número de azúcares que se contengan son considerados como monóxidos (posición 3), bióxidos (posiciones 3 y 5) y trióxidos (dos en posición 3 y una en posición 5). La glucosilación, unión covalente de azúcares a un aminoácido en la parte proteica de una glicoproteína. también da como resultado un efecto batocrómico (onda de absorción de una sustancia), además de aumentar la solubilidad y estabilidad del pigmento (Dergal, 2006).

El color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula, en donde, incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas (Garzón, 2008).

## **2.2 Actividad Antimicrobiana**

Los antimicrobianos son compuestos químicos añadidos o presentes en los alimentos que retardan el crecimiento microbiano o inactivan a los microorganismos y por lo tanto detienen el deterioro de la calidad y mantienen la seguridad del alimento (Davidson, 1997).

El término antimicrobiano se usa para describir a las sustancias que demuestran la capacidad de reducir la presencia de microorganismos, como bacterias y hongos (Admin. 2017). Dicha actividad es la capacidad que presenta un compuesto para inhibir el aumento de una población bacteriana o para eliminarla, y que se puede expresar cuantitativamente con pruebas in vitro. Esta se puede medir en CIM (concentración inhibitoria mínima) o en CBM (concentración bactericida mínima), y permite comparar diferentes compuestos. La baja actividad no significa resistencia; tampoco significa eficacia, fracaso terapéutico ni efectos adversos (Fica, 2005).

### **2.2.1 Principales Compuestos**

El uso de aditivos de origen natural en la industria alimentaria implica el aislamiento, purificación, incorporación y estabilización de dichos compuestos a los alimentos con fines antimicrobianos, sin que esto afecte negativamente en las características sensoriales, nutritivas y a su garantía sanitaria. Esto puede lograrse manteniendo los costos de formulación, procesamiento o comercialización. Los sistemas antimicrobianos naturales se clasifican por su origen:

1. Origen vegetal, incluye compuestos fenólicos provenientes de cortezas, tallos, hojas, flores, ácidos orgánicos presentes en frutos y fitoalexinas producidas en plantas (Beuchat, 2001). Ismaiel y Pierson, (1990) mencionan que cuanto más ácido es un alimento, más activo es contra los microorganismos.

### **2.2.2 Como actúa**

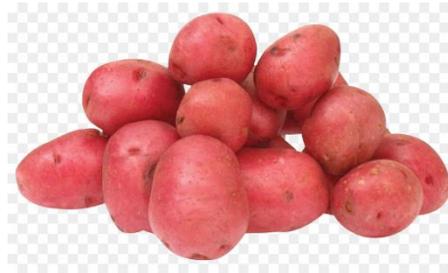
La actividad antimicrobiana es un bactericida, es decir, que actúa inhibiendo la síntesis de la pared, alterando la membrana citoplásmica o interfiriendo con algunos aspectos del metabolismo del ADN, y bacteriostáticos los que inhiben la síntesis proteica, excepto los aminoglucósidos. Para que un antimicrobiano pueda alcanzar su diana deben atravesar la cubierta bacteriana, a menos, cuando la diana es la propia envoltura externa de los gramnegativos. Las bacterias gramnegativas ofrecen mayor resistencia que las grampositivas a la entrada de antimicrobianos, puesto que poseen una membrana celular externa, que rodea la capa de peptidoglucano (Calvo, 2009).

Un mecanismo de ataque de los antimicrobianos dentro de una célula se lleva a cabo en partes o funciones importantes para que la célula pueda sobrevivir. Se puede llevar a cabo en la pared celular, membrana celular, en la síntesis de proteína, en su genética y en la síntesis de su genética. Todo esto puede causar daños irreparables a una célula. De varios de los antimicrobianos no se conoce aún su modo de acción, pero al actuar de forma diferente, las combinaciones de estos pueden llevar a mejores resultados (Davidson y Branen, 1993).

Los antimicrobianos naturales que se encuentran presentes en plantas, animales o microorganismos van ganando condiciones en el ámbito de la conservación natural, sobre todo de la actividad antimicrobiana procedente de extractos de varios tipos de plantas y algunas partes de plantas que se usan como agentes saborizantes en algunos alimentos, donde, en la mayoría de los casos, los antimicrobianos se utilizan principalmente para inhibir el crecimiento de levaduras y hongos, y su acción va a depender en gran medida del pH (Antimicrobianos naturales y conservación de alimentos, 2019).

## 2.3 Generalidades de la papa

### 2.3.1 Papa (*Solanum Tuberosum*)



*Ilustración 2 Papa rosada (solanum tuberosum)*

*Fuente: Jugo, papa, salud imagen png (2021)*

La papa (Ilustración 2) es uno de los cultivos de mayor importancia en el territorio nacional por su gran aporte económico al sistema agropecuario del país. En los Estados de Puebla y de Veracruz, la producción de papa se concentra mayoritariamente en la porción central de la sierra Madre Oriental (SPP, 1984). las siembras de papa (variedades blancas o rojas) se realizan en el periodo de agosto a enero y las cosechas se realizan de diciembre a junio.

Originaria del Perú y se ha cultivado desde hace 8000 años en América del Sur, ya que, era un alimento importante de los Incas quienes desarrollaron técnicas avanzadas para almacenarlas. La papa rosada es una de las principales cosechas que se da en la región de Perote debido a que el clima y el suelo están en las perfectas condiciones del sembrado de la misma, el suelo cuenta con una extensa humedad, puesto que el clima ayuda bastante a mantener la tierra húmeda (La papa: Orígenes - Año Internacional de la Papa 2008, 2008).

Tiene diversos componentes que son parte importante de ella, como para el consumo humano y para la industria de alimentos, puesto que la industria alimentaria puede explotar dichos compuestos para su uso, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1 Compuestos de la papa

<b>Composición de la papa</b>	<b>Por cada 100g</b>
<b>Agua</b>	72 – 75%
<b>Almidón</b>	16 – 20%
<b>Sustancias Nitrogenadas</b>	2.0 – 2.5%
<b>Lípidos</b>	0.15%
<b>Fibra dietética (celulosa)</b>	1.0 – 1.8%

Fuente: Portal Agrario Ancash, (2008)

### 2.3.2 Procesamiento

La cáscara de la papa no tiene gran uso en la industria alimentaria, ya que solo es utilizada a nivel casero, ya que, estas pueden ser cultivadas en casa u obtenerlas en algún supermercado, donde, la papa fresca se utiliza para cocerse al horno, se preparan hervidas o fritas, y se utilizan en una diversa variedad de recetas como: en puré, sopas, tortitas, croquetas, bolas de masa, gratinadas o ensaladas, entre otras modalidades de preparación, Fuente: Artículo de: Año Internacional de la Papa (2008).

En la industria de los alimentos se puede utilizar como harina de papa, que no contenga gluten, pero sí gran cantidad de almidón, lo cual sirve para que se aglutinen algunos productos compuestos de diferentes tipos de carnes y que obtengan espesor las salsas y sopas. La industria moderna puede extraer hasta un 96% del almidón que se contenga en la papa cruda.

En la industria procesadora de papa direccionada hacia el consumo industrial masivo se utiliza el 88.9% del producto total para la fabricación de papa frita y solamente el 4.0% en la fabricación de papa precocida, el 3.5% para papa enlatada y el 0.4% para papa deshidratada La papa: Orígenes - Año Internacional de la Papa, (2008, 2008).

Para todo esto solo se utiliza la pulpa de la papa y la cáscara de la misma es desechada, ya que, no se obtiene ningún beneficio de la misma.

### **2.3.3 Usos de la cáscara de papa (*Solanum Tuberosum*)**

En la industria la cáscara de papa es un desperdicio de valor cero de las plantas procesadoras. Si bien el consumo de papas ha disminuido, los productos procesados como las papas fritas, los chips y el puré han experimentado una creciente popularidad (Ospina, 2012). Las pérdidas causadas por el pelado de la papa van del 15-40%, dependiendo su cantidad del procedimiento aplicado, es decir, cuando se realiza por pelado con vapor, abrasión o la exfoliación con lejía (Correa, 2011)

#### **Taxonomía:**

Nombre común: papa o patata

Nombre científico: *Solanum tuberosum*

Familia: Solanáceas

Subfamilia: solanoideae

Especie: herbácea

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Orden: Solanales

Género: Solanum

## **2.4 Cáscara de la papa rosada (*Solanum Tuberosum*)**

### **2.4.1 Propiedades**

La composición química puede variar sustancialmente, de acuerdo con la variedad, condiciones de cultivo y calidad de la semilla, tipo de suelo, fertilizantes, temperaturas, humedad, luz, grado de madurez y condiciones de almacenamiento (Amjad, 2009).

Los compuestos fenólicos son los responsables del color de la papa cruda y son, en menor parte, responsables de ciertos tipos de decoloración en productos de papa procesada. Químicamente es posible distinguir los siguientes tipos de compuestos fenólicos: lignina, cumarinas, antocianinas, flavonas, taninos, fenoles monohídricos y polifenoles. El ácido clorogénico es uno de los compuestos fenólicos que se encuentran en mayor cantidad en la papa, ya que tiene más del 90% del total de compuestos fenólicos presentes (es un éster formado por ácidos Trans-cinámicos y ácido quínico). Al menos tres formas isoméricas de este ácido pueden encontrarse en la papa, constituyen del 0.025 a 0.150 % del peso seco del tubérculo de papa y se concentran en una delgada capa en el peridermo junto a la piel (Porrás, 2013).

El ácido clorogénico, junto con otros polifenoles, se acumulan en el sitio de infección por microorganismos en los tubérculos, pero también cuando hay daño mecánico y cuando son expuestos a la luz (Kärenlampi y White, 2012).

## **2.5 Antecedentes**

### **2.5.1 Evaluación de la actividad antioxidante y antibacteriana del tocosh de papa (*Solanum tuberosum*)**

En el estudio de Yábar Villanueva et al., (2019) ha evaluado la actividad antioxidante y antimicrobiana del tocosh y de suero de tocosh durante su fermentación. Se utilizó Tocosh fermentado en laboratorio y tocosh elaborado artesanalmente, también se utilizó suero de tocosh (agua de la papa fermentada concentrada hasta 10, 20 y 30%) concluyendo que la actividad mínima inhibitoria del tocosh frente a *E. colies* 25% y frente a *S. aureuses* 0.781%, demostrando que el tocosh inhibe a *S. aureus* significativamente más que a *E. coli*, (Yábar Villanueva et al., 2019).

### **2.5.2 Evaluación de la actividad antimicrobiana y antioxidante de antocianinas microencapsuladas de maíz morado (*Zea mays l.*), papa morada (*Solanum tuberosum L.*) y mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) (Bautista, 2018).**

Para la determinación de la actividad antimicrobiana de la papa, como primer paso determinaron la cantidad de antocianinas, para ello, en la extracción de las antocianinas de las matrices utilizó el método descrito por (E.-S. Abdel-Aal y P. Hucl, 1999) con modificaciones. Con la harina preparó una disolución, harina /disolvente en relación 1:20, el disolvente es una mezcla de (etanol: ácido clorhídrico HCl 1N; relación 85:15), y ajustó el pH a 1 añadiendo HCl 4N, se mantuvo en agitación durante 60 minutos a 68 °C, y finalmente centrifugó (HETTICH EBA 12) durante 15 minutos a 15000 rpm. Recogió el sobrenadante y eliminó el disolvente mediante evaporación al vacío a una temperatura de 70 °C (Bautista, 2018).

Bautista, (2018) concluyó que tuvieron mayor actividad inhibitoria a una concentración de 111,75 µg/ml presentando un halo de inhibición de 28,67±1,15

mm en relación con el control positivo (gentamicina) con una concentración de 450 µg/ml que presentó un halo de inhibición de  $22,33 \pm 0,58$  mm.

### **2.5.3 Obtención de antocianinas de papa nativa "Yawar wayku" (*Solanum stenotomum*) para la elaboración de un colorante natural aplicable a alimentos (Párraga, 2018)**

En este artículo menciona Salas Aquice y Tovalino Párraga, (2018) que la papa de cascara roja es una de las principales papas que contiene mayor cantidad de antocianinas por el tipo de pigmentación que se tiene. Como resultado final obtuvo que las antocianinas presentes en la papa tienen un valor más alto en la solución, lo cual indica una tonalidad menos rojiza y que es parecida al de un colorante artificial.

### **2.5.4 Antocianinas en *Solanum tuberosum*: Una revisión**

En el estudio de Valiñas et al., (2017) la mayor concentración de antocianinas totales, ácidos fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante, se encontró en la piel de los tubérculos, cuyo color varió entre morado, rojo y rosado. Por el contrario, en la pulpa de 7 de los 9 genotipos estudiados, no se detectó la existencia de antocianinas totales, lo cual corresponde a aquellos de pulpa amarilla, crema o blanca.

### **2.5.5 Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión**

En el artículo "La papa: Orígenes - Año Internacional de la Papa" (2008) menciona que los colores azules, rosa, malva, rojo, y violeta de algunos vegetales se deben a la presencia de compuestos fenólicos, entre ellos se mencionan a las antocianinas, donde para los cultivares de papa, se ha encontrado presencia de los p- cumaril -5- glucósido-3-ramnoglucosido de pelargonidina, peonidina, cianidina, petunidina, delfinidina y malvidina. En papas rojas las principales antocianinas que se contienen predominantemente son glucósidos asilados de pelargonidina, mientras que las papas púrpuras contienen predominantemente glucósidos asilados de petunidina y pelargonidina.

### **2.5.6 Obtención de antocianinas de papa nativa "Yawar wayku" (*Solanum stenotomum*) para la elaboración de un colorante natural aplicable a alimentos**

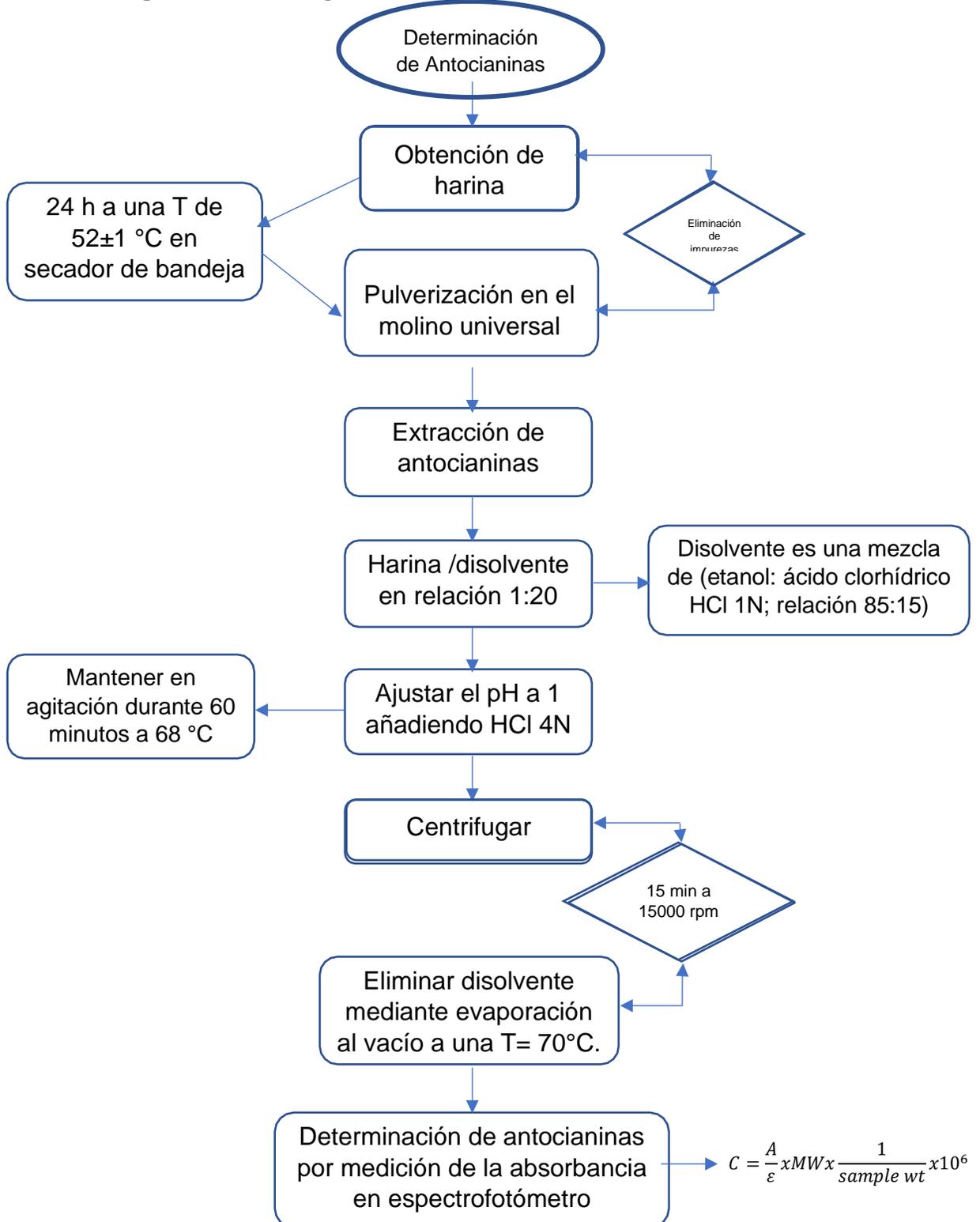
En el estudio de Peñafiel, (2018) obtiene un colorante natural en base a la obtención de las antocianinas de la papa nativa para dar color al yogurt natural, para ello se obtuvo que, debido a las características de color del colorante obtenido por parte de las antocianinas de la papa, podría ser posible utilizarlo como sustituto de los colorantes artificiales para yogur, como por ejemplo el Rojo 40.

En base a estos artículos se decide trabajar con la papa rosa, ya que, esta papa es de la región y es la que más antocianinas contiene debido a la pigmentación que se tiene, aunque la papa blanca también tiene una capacidad inhibitoria de patógenos como son las células cancerígenas u otras enfermedades que dañen la salud humana (Peñafiel, 2018).

# **Capítulo III Desarrollo y Metodología**

### 3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

#### 3.1.1 Diagrama de flujo de Extracción de antocianinas:



### 3.1.2 Extracción de antocianinas

Esta prueba tiene como objetivo la extracción de antocianinas presentes en la cáscara de la papa rosada (*Solanum Tuberosum*) ante la presencia de Etanol y Ácido Clorhídrico (HCL) para verificar la acción que se tiene en presencia de bacterias causantes de ETA alimentaria como lo es *E. coli* y *Coliformes totales*.

Para llevar a cabo la extracción se realizó lo siguiente, basada en la técnica de E.-S. Abdel-Aal y P. Hucl (1999) para la extracción de Harina de papa rosada (*Solanum Tuberosum*) se lavó y eliminó toda impurezas que se contenía, se hicieron en hojuelas para el secado durante 24 horas a una temperatura de  $52\pm 1^{\circ}\text{C}$  en el secador de bandeja, Ilustración 3.



*Ilustración 3 Secado de papa*

*Fuente: Propia, basadas en deshidratación de la cáscara de papa rosada*

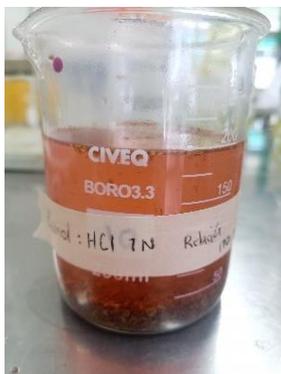
Una vez que se obtuvo la cáscara de la papa deshidratada se pulverizó en un mortero con pistilo como se muestra en la Ilustración 4 hasta obtener una harina.



*Ilustración 4 Pulverización de cáscara de papa*

*Fuente: Propia, basadas en la molienda de cáscara*

Una vez obtenida la harina se obtuvo una disolución de harina/disolvente en relación 1:20, en donde el disolvente es una composición de (Etanol: Ácido Clorhídrico al 1N, con relación 85:15), Ilustración 5.



*Ilustración 5 Disolución harina/disolvente*

*Fuente: Propia, basadas en la disolución de etanol y HCL*

Se ajusta a pH a 1 si es necesario añadiendo HCL al 4N, posterior a esto se mantuvo en agitación por 60 minutos a 68°C como se muestra en la Ilustración 6.



*Ilustración 6 Mezcla harina/disolvente*

*fuentes: Propia, basada en ajuste de Ph*

Se pasó a la centrifugadora durante 15 minutos a 4500 rpm, se acumuló el sobranate y se eliminó el disolvente tras una evaporización al vacío 70°C, en este caso se utilizó Rotavapor, Ilustración 7.



*Ilustración 7 Extracción de Antocianinas*

*Fuente propia: basada en centrifugación y evaporación de disolvente*

Para la medición de la absorbancia se utilizó el espectrofotómetro a 535 nm según E.-S. Abdel-Aal y P. Hucl (1999), como se observa en la Ilustración 8.



*Ilustración 8 Espectrofotómetro*

Fuente propia: basada en la medición de la absorbancia

### **3.1.3 Determinar pH de Antocianinas**

Mediante un potenciómetro se tomó una muestra de la antocianina y se midió su pH, mostrándose con un pH de 1.

## **3.2 Cultivo de Bacterias**

### **3.2.1 Materiales:**

Agar

Agua destilada

Cajas Petri

Probeta milimétrica

Esterilización del medio a utilizar, caja Petri

Rejilla de asbesto

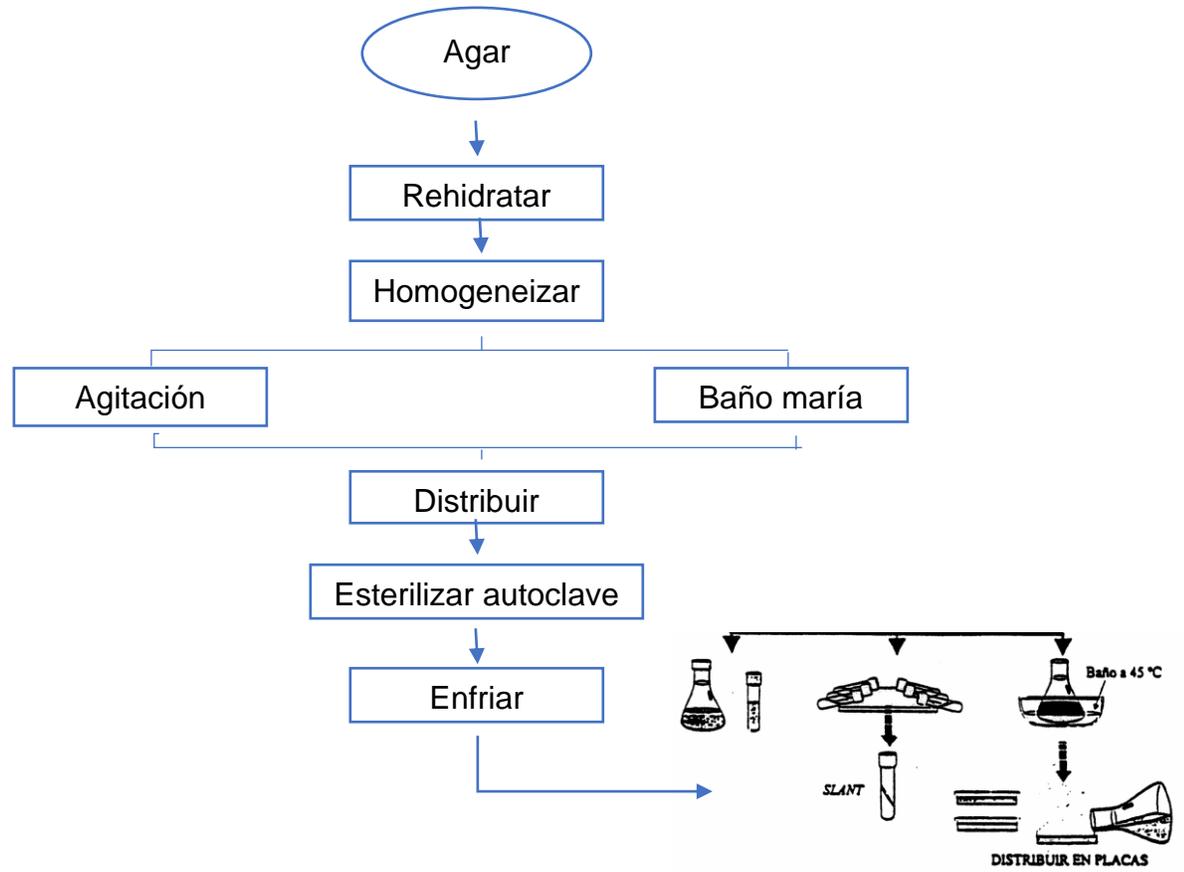
Matraz Erlenmeyer

Parrilla de Calentamiento

Imán de agitación

### 3.2.2 Difusión del agar

Seguir las instrucciones del medio, diagrama de flujo de dilución del Agar:



### 3.2.3 Dilución del AGAR MACCONKEY

El medio selectivo y diferencial para la detección y aislamiento de organismos gram negativos incluyendo *coliformes totales*, Ilustración 9.



*Ilustración 9 Agar MacConkey*

Fuente propia: basada en medios selectivos

El método de preparación consistió en disolver 50g de medio en 1L de agua destilada o desionizada.



*Ilustración 10 Preparación del medio*

Fuente propia: basada en preparación de medios de cultivo

Hidratar el medio durante 10 a 15 minutos y calentar hasta ebullición agitando continuamente, mantenerla así por 1 minuto.



*Ilustración 11 Hidratación del agar*

Fuente propia: basada en hidratación del agar

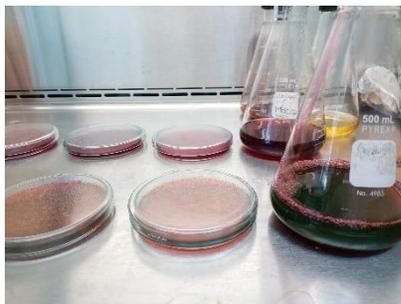
Esterilizar en la autoclave a una temperatura de 121°C por 15 minutos, enfriar a 45-50°C



*Ilustración 12 Esterilización del agar*

Fuente propia: basada en esterilización

Vaciar en cajas Petri 20 mL por placa.



*Ilustración 13 Agar en cajas Petri*

Fuente propia: basada en cultivo de bacterias

### 3.2.4 Dilución del AGAR DE EOSINA Y AZUL DE METILENO

Es un medio de cultivo ligeramente selectivo y diferencial para enterobacterias lactosa positivas, en este caso es *E. Coli*



*Ilustración 14 Agar de eosina y azul de metileno*

Fuente propia: basada en medios selectivos

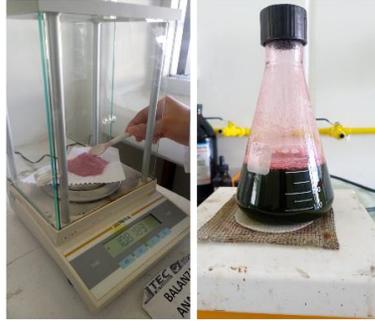
El método de preparación consiste en disolver 36g del polvo en un litro de agua destilada o desionizada.



*Ilustración 15 Preparación del medio*

Fuente propia: basada en preparación de medios de cultivo

Mezclar y remojar por 10 minutos hasta que se hidrate correctamente el agar. Calentar y mantener en agitación con frecuencia y hervir por 1 minuto.



*Ilustración 16 Hidratación de agar*

Fuente propia: basada en hidratación de agar

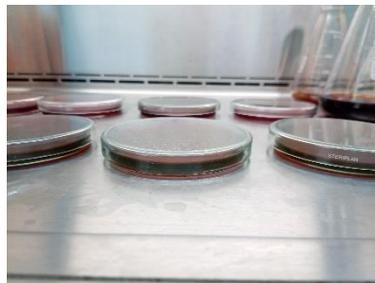
Esterilizar en la autoclave a 121°C durante 15 min y enfriar a una temperatura de 45-50°C



*Ilustración 17 Esterilización del agar*

Fuente propia: basada en esterilización

Vaciar en cajas Petri 20 mL por placa.



*Ilustración 18 Coagulación del agar*

Fuente propia: basada en cultivo de bacterias

### 3.2.5 Cultivo de Bacterias

El sembrado se hizo estriado con diferentes tipos de concentraciones de agua de la llave contaminada con *E. Coli* y *de Coliformes Totales*

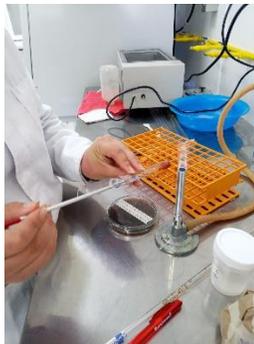
Para ello se tomó un aza bacteriana previamente esterilizada



*Ilustración 19 Esterilización*

Fuente propia: basada en esterilización

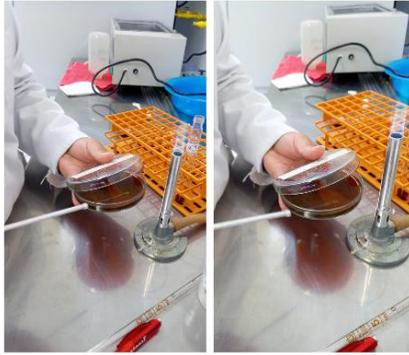
Se tomó la muestra del agua con el aza bacteriológica



*Ilustración 20 Toma de muestra*

Fuente propia: basada en cultivo de bacterias

Se tomó la caja Petri y se comenzó a hacer el estriado en 5 ocasiones de manera uniforme y sin romper el agar

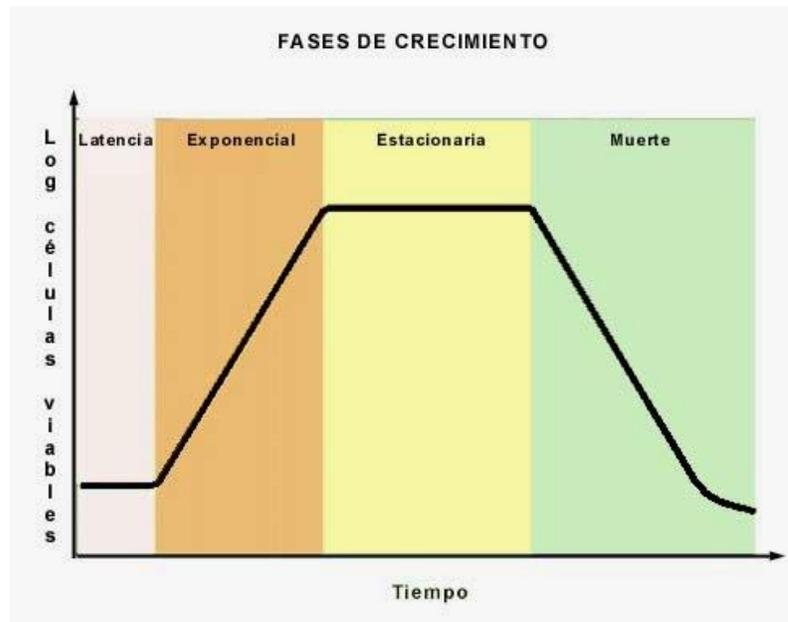


*Ilustración 21 Método de sembrado*

Fuente propia: basada en cultivo de bacterias

Actividad que tuvo como resultado el crecimiento de las bacterias con relación a las antocianinas para verificar que crecimiento se tuvo o que reducción se encontró, mostrando que las antocianinas funcionan como un antimicrobiano.

Curvas de inhibición y muerte



*Ilustración 22 Curva de inhibición y muerte*

Fuente: Ramírez (2014)

### **3.2.6 Determinar pH de bacterias y cáscara de papa**

La mayoría de las bacterias crecen a un pH de 6.5 a 7.0.

Mediante un potenciómetro se tomó una muestra de la bacteria y se midió su pH, en donde su pH se mostró de 6.8, por lo que sabemos que es el medio justo para su crecimiento.

### **3.2.7 Efectividad**

Tomar muestra de la antocianina y agregarla a la muestra de agua contaminada por la bacteria de *E. Coli*, dejar reposar unos segundos y sembrar en la palca.

### **3.2.8 Tinción de Gram**

Después de obtener las bacterias cultivadas de *E. Coli* se realizó una tinción de gran (Técnica muy sencilla que es basada en el uso de colorantes (tinción) para determinar la eficiencia de la bacteria.

Se preparó un frotis bacteriano con la selección de las colonias que se desarrollaron en el medio de cultivo por estría, posterior a eso se fijó a la flama, una vez que se obtuvo el frotis se agregó solución de cristal violeta cubriendo durante 1 minuto, pasando el minuto se escurrió el colorante lavándolo con agua.

Se cubrió el frotis lavado con solución de lugol durante 1 minuto, escurriendo el lugol y lavándolo con agua.

Terminando los pasos mencionados anteriormente se decolora el colorante con alcohol etílico de 96°, se procuró que no saliera una cantidad excesiva de colorante.

Se cubrió la muestra con fucsina durante 30 segundos, se escurrió el colorante y se enjuagó con agua, se puso a secar y se examinó al microscopio con objetivo de inmersión.

# **Capítulo IV Resultados**

## 4.1 Resultado de obtener diferentes concentraciones de diluciones en relación 1:20

Las disoluciones se hicieron para poder obtener muestras por triplicado en diferentes concentraciones como se muestra en la Tabla 2, esto para que al agregarlo como agente antimicrobiano en el sembrado en placa actúe y se pueda observar que concentración es la que sirve para evitar o prevenir el crecimiento de las bacterias *E. Coli*, así como de *Coliformes totales*.

Tabla 2 Disoluciones por triplicado

Harina/ disolvente	Disolvente
10 gr:200 mL	170 mL:30 mL
17 gr:390 mL	340 mL:60 mL
9 gr:180 mL	170 mL:30 mL

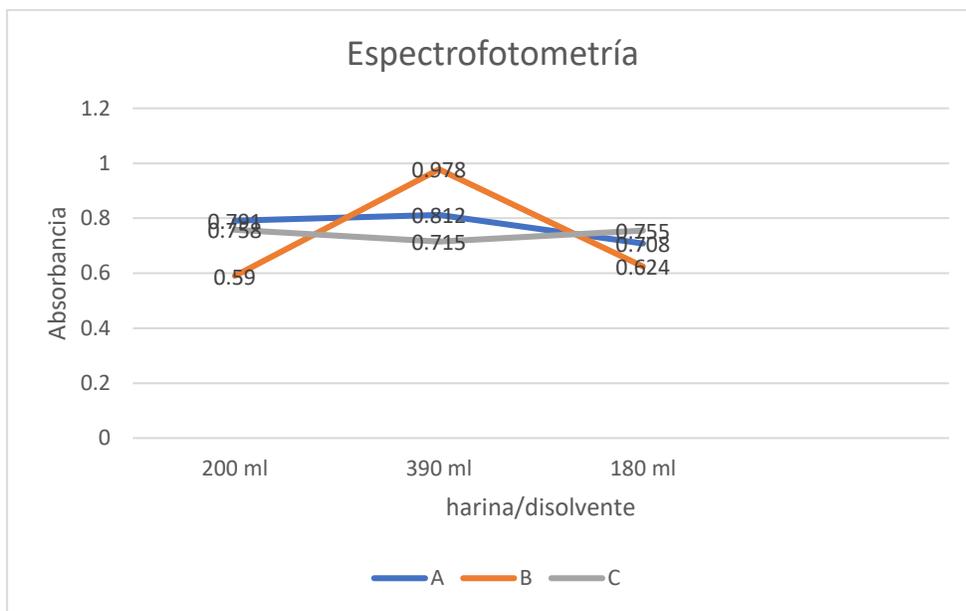
## 4.2 Resultados de espectrofotometría

Para obtener este resultado se realizaron disoluciones de 390 mL, 200 mL y 180 mL de harina/disolvente.

Se midió la absorbancia de cada muestra por triplicado (Tabla 3) mediante el espectrofotómetro, esto se realizó con el objetivo de medir que absorbancia era la que tenía cada una de las extracciones de antocianinas que se obtuvieron de la cáscara de papa rosada (*Solanum Tuberosum*) para observar la cantidad de antocianidinas que se obtuvieron para la inhibición del crecimiento de las bacterias Tabla 4. Para ello se realizó un análisis estadístico que muestra y grafica la actividad que tiene para eliminar el radical libre y graficar los datos obtenidos de la espectrofotometría de las antocianinas.

Tabla 3 Absorbancia

Harina/Disolvente	Muestra A	Muestra B	Muestra C
	0.791	0.590	0.758
	0.812	0.978	0.715
	0.708	0.624	0.755



Gráfica 4. Comportamiento de la absorbancia

Fuente: Propia, resultados obtenidos de los datos de absorbancia del espectrofotómetro.

En la prueba que se realizó sembrado en placa mediante la técnica de estriado en placa, en donde se manejaron los siguientes datos de la Tabla 4.

Tabla 5 Técnica de estriado en placa

<b>Agar MacConkey</b>	<b>Agar de eosina y azul de metileno</b>
Muestra control	Muestra control
Muestra con agua de la llave	Muestra con agua de la llave
Muestra con 1 mL de agua y 0.5 mL de antocianinas (primera muestra)	Muestra con 1 mL de agua y 0.5 mL de antocianinas (primera muestra)
Muestra con 1 mL de agua y 0.5 mL de antocianinas (segunda muestra)	Muestra con 1 mL de agua y 0.5 mL de antocianinas (segunda muestra)
Muestra con 1 mL de agua y 0.5 mL de antocianinas (tercera muestra)	Muestra con 1 mL de agua y 0.5 mL de antocianinas (tercera muestra)

### 4.3 Resultados del cultivo de bacterias

Los resultados de crecimiento con agar de eosina y azul de metileno arrojaron que el crecimiento para bacterias de *E. Coli* en la muestra numero 3 con 1 mL de agua y 0.5 ml de extracto, fue de que solo hubo crecimiento de una única colonia que creció, como se muestra en la Ilustración 23, sin embargo, en la muestra que solo contenía el agua contaminada por *E. Coli* crecieron más de 300 colonias de bacterias como se observa en la Ilustración 24, este resultado nos arroja que las antocianinas obtenidas a partir de la cáscara de papa rosada (*Solanum Tuberosum*) son efectivas ante la presencia de bacterias como se muestra en el trabajo de E.-S. Abdel-Aal y P. Hucl (1999) en donde nos demostró que las antocianinas obtenidas de la cáscara de la papa morada (*Solanum Tuberosum L.*) mostraron una mayor actividad antimicrobiana frente a los diferentes patógenos evaluados como *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *P. aeruginosas* y *B. cereus*.

Es por ello que, en base al estudio de Bautista, 2018 es posible ver su efectividad como antimicrobiano de las antocianinas obtenidas de la cáscara de papa rosada (*Solanum Tuberosum*).

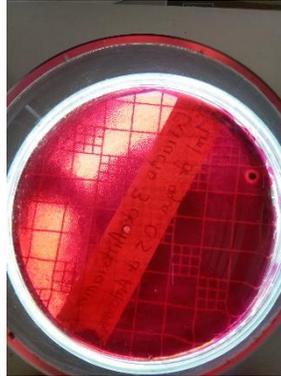


Ilustración 23 Colonia de E. Coli

Fuente propia: basada en cultivo de bacterias

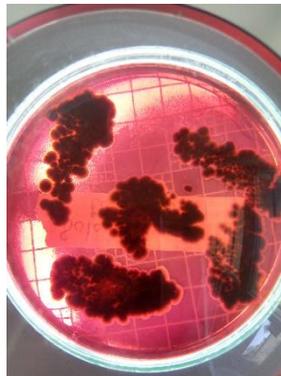
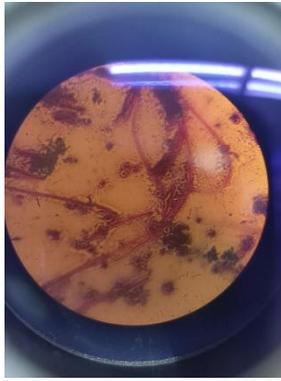


Ilustración 24 Colonia de E. Coli sin antocianinas

Fuente propia: basada en cultivo de bacterias

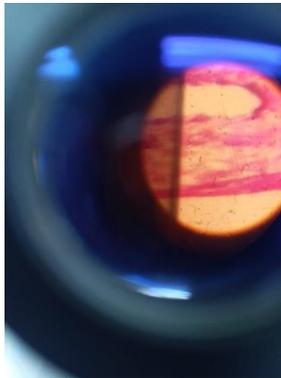
#### **4.4 Resultados de Tinción de Gram**

Los resultados mostrados al ver las bacterias por el microscopio fueron de que la tinción de gram fue asertiva para bacterias gram negativas (-), ya que las coloraciones que se tuvieron fueron de rosas a violetas como se observa en la Ilustración 25.



*Ilustración 25 Tinción de gram negativa*

Fuente propia: vista al microscopio



*Ilustración 26 Tinción de gram negativa*

Fuente propia: vista al microscopio

# **Capítulo V Conclusiones**

## **5.1 Conclusiones relativas a los objetivos**

### **5.1.2 Conclusión en base al objetivo general**

El método de extracción de antocianinas se ve reflejado en que mediante la extracción por disolvente etanol: ácido clorhídrico en relación 1:20 fue exitosa, ya que gracias a ello se pudieron obtener las antocianinas deseadas para ser probadas en lo que fueron las bacterias de *E. Coli*. Por lo que los resultados finales nos arrojan que al combinar las antocianinas con el agua contaminada por *E. Coli* y cultivarlas mediante agar de eosina y azul de metileno fue efectiva para la inhibición del crecimiento de bacterias causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) al no haber crecimiento de dichas bacterias en el agar.

### **5.1.3 Conclusiones en base a los objetivos específicos**

La cantidad de antocianinas que se obtuvieron de la cáscara de papa rosada (*Solanum Tuberosum*) se utilizó para aplicarla en el conjunto de bacterias que se encontraban en el agua que se recolectó de la llave, posterior a eso se recolectaron las colonias que crecieron en el medio de cultivo, una vez que se diluyeron con las antocianinas y se sembraron en el medio, los resultados nos arrojaron que si son precursores de la actividad antimicrobiana, ya que, al utilizarlo en combinación con el agua contaminada, este actúo no dejando crecer las bacterias que se encontraban presentes en el agua, por lo tanto, al colocarlo en el agar no hubo crecimiento en las placas con el mililitro de agua contaminada junto con el 0.5 mililitros de las antocianinas extraídas a lo que se concluye, que las antocianinas de la cáscara de papa si son antimicrobianas ante la presencia de *E. Coli* puesto que no hubo crecimiento de ellas en el medio.

### **5.3 Aportaciones originales**

Son muy pocos los estudios realizados en general a la papa rosada (*Solanum Tuberosum*), con esta investigación se le quiere dar más enfoque a los desechos que en este caso es la cáscara de la papa, en términos generales no hay un estudio que se dirija directamente a la papa rosada o a su cáscara, sin embargo, hay un estudio que se le realizó con la papa morada en donde demostraron que si tiene actividad antimicrobiana.

En este trabajo se realizó el estudio de esta cáscara de papa rosada para la obtención de un agente antimicrobiano que sea capaz de eliminar bacterias causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) dado que en la industria de los alimentos la cáscara de la papa solo ha sido utilizada como desecho, en general no tiene un valor agregado, es por ello que mi aportación a esta investigación es generar motivación a los futuros investigadores a adentrarse más al tema de investigación de la papa rosada (*Solanum Tuberosum*).

### **5.4 Limitaciones del modelo planteado**

La única limitación que se me presentó fue el tiempo y la falta de material proporcionado en el laboratorio, también debido a la pandemia causada por COVID-19, no se pudo tener acceso a las instalaciones por mucho tiempo.

### **5.5 Recomendaciones**

- Ampliar la investigación incluyendo más bacterias que sean causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA)
- Investigar a fondo la actividad antimicrobiana de la cáscara de papa rosada (*Solanum Tuberosum*)
- Evaluar los tipos de antocianinas que contiene la cáscara de papa rosada (*Solanum Tuberosum*) para que se puedan utilizar en más áreas de alimentos.
- Dar valor agregado a la actividad antimicrobiana.

# **Capítulo VI Fuentes de Información**

## 6.1 Referencias

1. Admin. (2017). Qué es un antimicrobiano | Tecnología antimicrobiana | BioCote Ltd. BioCote ES. <https://www.biocote.com/es/what-is-an-antimicrobial/>
2. Amjad, R. B. (2009). Assessing the Processing Quality of Different Potato Cultivars during Storage at Various Temperatures. *Information services*, 38, 29-40.
3. Avilés J., Piedra R. (2016) Manual del cultivo de papa en Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. 94p.
4. Badui D. S. 2006. Química de los Alimentos. Editorial Pearson Educación, México
5. Bautista, G. L. P. (2018). Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Evaluación de la actividad antimicrobiana y antioxidante de antocianinas microencapsuladas de maíz morado (*Zea mays* L.), papa morada (*Solanum Tuberosum* L.) y mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). handle. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27559>
6. Beuchat, L.R. (2001). Control of foodborne pathogens and spoilage microorganisms by naturally occurring antimicrobials. En: *Microbial Food Contamination*. Wilson CL, S Droby. (Ed.). CRC Press. London, UK. Chap. 11: 149-169.
7. Bianeth Peña C., Restrepo L. P. (2013). VOL 14 - Nº 1. Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión. [http://www.revistasan.org.ar/pdf\\_files/trabajos/vol\\_14/num\\_1/RSAN\\_14\\_1\\_25.pdf](http://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_14/num_1/RSAN_14_1_25.pdf)
8. Calvo, J. (2009). Mecanismos de acción de los antimicrobianos | *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. El sevier. <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-mecanismos-accion-antimicrobianos-S0213005X08000177>

9. Correa, H. d. (2011). Aprovechamiento y manejo integral del agro ecosistema productivo del tubercul (*Solanum tuberosum*) en el departamento de caldas. Manizales : Univercidad Nacional de Colombia.
10. Davidson, P.M. 1997. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. En: Food Microbiology: and Fundamentals and frontiers, 2 Ed. Doyle MP, LR Beuchat, TJ Montville (Eds.). ASM Press, Washington, D.C., USA. Chap. 29: 593-627
11. Davidson, P.M. y Branen, A.L. (Eds.). 1993. Antimicrobials in foods. Marcel Dekker, Inc New Cork. Citado en: López-Malo, A.2000. La preservación multiobjetivo de Alimentos:
12. De Pascual-Teresa S. y Sánchez-Ballesta M. T. 2008. Anthocyanins: from plant to health. *Phytochemical Review*, 7:281-299
13. Dergal, S. B. (2006). Química de los alimentos (4.a ed.). Pearson Educación.
14. Fernandez, R., y Lizana, X. C. (2020). Antocianinas en *Solanum tuberosum*: Una revisión. *Research Gate*, 4(3), 1–174.  
[https://www.researchgate.net/publication/344245503\\_Antocianinas\\_en\\_Solanum\\_tuberosum\\_Una\\_revisión](https://www.researchgate.net/publication/344245503_Antocianinas_en_Solanum_tuberosum_Una_revisión)
15. Fennema O. (1993). Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.
16. Fica, A. (2005). Aspectos básicos sobre antimicrobianos I - Medwave. Medwave.  
<https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Reuniones/medicina/2005/2/2522>
17. Garzón, G. A. (2008). LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN. Scielo.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>
18. Ismaiel, A. y Pierson, M.D. (1990). Inhibitory of growth and germination of *C. Botulinum* 33A, 40B Y 1623E by essential oil of apices. *J. Food Sci.* 55(6):1676.

19. Jiménez M. (2009). Diseño de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Papa en la Finca Paso Ancho S.A. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Cartago, Costa Rica.
20. Jugo, papa, salud imagen png. (2021). [Ilustración]. Free PNG. <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.freepng.es%2Fpng-hwt03y%2F&psig=AOvVaw3RCtyw1TIvDp8ELAEHKPhY&ust=1645158992760000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCMjAvdr0hfYCFQAAAAAdAAAAABAK>
21. Kärenlampi, M., y White, S. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular/ The polyphenols, naturally occurring compounds with beneficial effects on cardiovascular disease. Madrid: SciElo.
22. La papa: Orígenes - Año Internacional de la Papa 2008. (2008). FAO. <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/origenes.html>
23. Masaquiza I. M. (2018). Evaluación de la actividad antimicrobiana y antioxidante de antocianinas microencapsuladas de maíz morado (*Zea mays* L.), papa morada (*Solanum tuberosum* L.) y mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27559>
24. Organización Mundial de la Salud. (2007). Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos. who. [https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual\\_keys\\_es.pdf](https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf)
25. Ospina, R. P. (2012). Alternativa de Aprovechamiento Eficiente de residuos/ Papa como Alternativa. BOGOTA: Roseaner.
26. Peña, B. C. (2013). Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión | Actual. *nutr*;14(1): 25–32, mar. 2013. | LILACS. pesquisa. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-771538?lang=es>
27. Peñafiel, E. C. C. A. (2018). Repositorio de la Universidad San Ignacio de Loyola: Obtención de antocianinas de papa nativa "Yawar Wayku" (*Solanum*

- Stenotomum) para la elaboración de un colorante natural aplicable a alimentos. concytec. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3988>
28. Porras, L. y. (2013). Importancia de los Grupos Fenolicos en los Alimentos, Departamento de ingeniería Química y Alimentos . Mexico: UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS.
29. Ramírez, J. (2014). Microbiología: Curva de crecimiento [Gráfico]. Microbiología.  
<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fmicrobiologia3bequipo5.blogspot.com%2F2014%2F10%2Fcurva-del-crecimiento.html&psig=AOvVaw0MH7JC7K6vDC6Wh22oiDKU&ust=1645157352089000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCIDTpOfuhfYCFQAAAAAdAAAAABAf>
30. Salas Aquice, D. P., Tovalino Párraga, S. J. (2018). Obtención De Antocianinas De Papa Nativa "Yawar Wayku" (Solanum STENOTOMUM) Para La Elaboración De Un Colorante Natural Aplicable A Alimentos. [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3988/1/2018\\_Salas-Aquice.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3988/1/2018_Salas-Aquice.pdf)
31. Sanchez, J. D. (s. f.). Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). Pan American Health Organization / World Health Organization. Recuperado 2021, de [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10836:2015-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-eta&Itemid=41432&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10836:2015-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-eta&Itemid=41432&lang=es)
32. User, S. (2021). ETA(Enfermedades transmitidas por los Alimentos). Super User. Recuperado 30 de noviembre de 2021, de <https://www.proconsumer.org.ar/index.php/tematicas/alimentacion/80-proconsumer/141-eta>
33. Vásquez, G. y Organización Panamericana de la Salud. (2003). ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS ETA. minsalud. Recuperado 2021, de

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/abece-eta-final.pdf>

34. Vignola, R., Watler, W., Vargas Cespedes, A., y Morales, M. (2007, enero). PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMÁTICOS EN EL CULTIVO DE PAPA EN COSTA RICA. MAG. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf>
35. Villanueva, Y., Reyes De la Cruz, V. y Casas Vásquez, J. (2019). Vista de Evaluación de la actividad antioxidante y antibacteriana del tocosh de papa (*Solanum tuberosum*). Ciencia AgroAlimentaria. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/545/750>

# **Capítulo VII ANEXOS**

## 7.1 Cálculos para obtener Normalidades:

### 7.1.1 Fórmula:

$$gr = (m)(L)(PM)$$

Donde:

m = normalidad

L = litros

PM = peso molecular

### 7.1.2 Preparación para 1N

$$gr = (m)(L)(PM)$$

$$gr = (1N) (0.1 L) = 0.1 (36.46) = 3.65 \text{ ml}$$

### 7.1.3 Preparación para 4N

$$gr = (m)(L)(PM)$$

$$gr = (4N) (0.1 L) = 0.4 (36.46) = 14.58 \text{ ml}$$

## 7.1 4 Imágenes del proceso de Tinción de Gram



Ilustración 27 Solución Cristal Violeta



*Ilustración 28 Lavado con Agua Destilada*



*Ilustración 29 Solución de Lugol*



*Ilustración 30 Decoloración con Alcohol*



*Ilustración 31 Solución de Fucsina*



*Ilustración 32 Preparación final*

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El que suscribe:

**YAJCIRI**

**ROSAS**

**HERNÁNDEZ**

Con Número de Control **17TE0202**

Pertenece al Programa Educativo **INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el producto: **TESIS**

Cuyo Tema es:

**ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA CÁSCARA DE PAPA ROSADA (*SOLANUM TUBEROSUM*) PARA LA ELIMINACIÓN DE BACTERIAS CAUSANTES DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS**

Correspondiente al periodo:

**AGOSTO 2021-ABRIL 2022**

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

**Dr. HIRAM ALEJANDRO WALL MARTINEZ**

ATENTAMENTE



YAJCIRI ROSAS HERNÁNDEZ

Nombre y firma

Fecha de emisión: **14/04/2022**  
c.c.p. Subdirección Académica