

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Efecto antiviral del extracto hidroalcohólico  
del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum*  
“mashua”. Ayacucho, 2009**

**Tesis para optar el título profesional de  
Biólogo, Especialidad: Microbiología**

**Presentado por:**

**Bach. Miguel Angel Tipismana Neyra**

**Asesor:**

**Dr. José Alarcón Guerrero**

**Ayacucho - Perú**

**2024**

A mi amada madre Juana Yolanda Neyra  
y a la memoria de mi padre José Serafín  
Tipismana. A mis hijas Abiú, Karla y mi  
esposa Romy.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por formarme como profesional.

A la plana de docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por compartir sus enseñanzas en mi formación profesional.

AL Dr. José Alarcón Guerrero, por su asesoramiento para la realización del presente trabajo.

Al Dr. Carlos Carrasco Badajos por la orientación en la parte estadística.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	4
2.2.1. <i>Tropaeolum tuberosum</i>	4
2.2.2. Colifago	4
2.2.3. Tubérculo	4
2.2.4. <i>Escherichia coli</i>	4
2.2.5. ATCC	4
2.2.6. Ceba	5
2.2.7. Escala de Mc. Farland	5
2.3. Bases teóricas	5
2.3.1. <i>Tropaeolum tuberosum</i> R & P	5
2.3.2. Bacteriófagos	7
III. MATERIALES Y METODOS	10
3.1. Lugar de ejecución	10
3.2. Población	10
3.3. Muestra	10
3.4. Metodología y recolección de datos	10
3.4.1. Preparación de la muestra	10
3.4.2. Preparación del extracto	10
3.4.3. Aislamiento de virus (bacteriófagos de <i>E. coli</i> )	10
3.4.4. Efecto antiviral	11
3.5. Tipo de investigación	11
3.6. Diseño de investigación	11
3.7. Análisis estadístico	11
IV. RESULTADOS	12

V.	DISCUSIÓN	17
VI.	CONCLUSIONES	21
VII.	RECOMENDACIONES	22
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
	ANEXOS	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Promedio de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) por efecto de la concentración del extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>T. tuberosum</i> .	13
Figura 2. Promedio de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) por efecto del tiempo de exposición a diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>T. tuberosum</i> .	14
Figura 3. Regresión lineal del número de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) según la concentración del extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>T. tuberosum</i> .	15
Figura 4. Regresión lineal del número de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) por efecto del tiempo de exposición a concentración del extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>T. tuberosum</i> .	16

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Clasificación taxonómica de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”.	27
Anexo 2. Análisis de varianza para las UFP/mL por efecto de diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de <i>T. tuberosum</i> .	28
Anexo 3. Prueba de Tukey para las UFP/mL por efecto de diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de <i>Tropaeolum tuberosum</i> .	29
Anexo 4. Análisis de varianza para las UFP/mL por efecto del tiempo de exposición al extracto hidroalcohólico de <i>T. tuberosum</i> .	30
Anexo 5. Prueba de Tukey para las UFP/mL por efecto del tiempo de exposición al extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>T. tuberosum</i> .	31
Anexo 6. Fotografía de la planta de <i>Tropaeolum tuberosum</i> . “mashua”.	32
Anexo 7. Tubérculos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> . “mashua”.	33
Anexo 8. Placa con las Unidades Formadoras de Placas de lisis de bacteriófagos (virus de <i>Escherichia coli</i> ).	34
Anexo 9. Proceso de obtención del extracto hidroalcohólico de los tubérculos de <i>T. tuberosum</i> .	35
Anexo 10. Actividad antiviral de las concentraciones de <i>T. tuberosum</i> expresadas en Unidades Formadoras de Placas de Lisis.	36
Anexo 11. Fotografía de la ubicación del Centro Poblado de Pillucho, distrito de Vilcas Huamán, de la provincia de Vilcas Huamán, región de Ayacucho, donde se obtuvo las muestras de <i>T. tuberosum</i> .	37
Anexo 12. Matriz de consistencia.	38

## RESUMEN

El presente estudio experimental, se realizó, para evaluar el efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum*. La obtención del extracto hidroalcohólico se realizó por maceración y filtración, en el aislamiento de virus (bacteriófagos) se utilizó la cepa de *Escherichia coli* ATCC 13706, el efecto antiviral se realizó por conteo del número de Unidades Formadoras de Placas de lisis (UFP/mL) después de someter a los virus a concentraciones del extracto (20; 10; 5; 2,5 y 1,25 mg/mL) y tiempos diferentes (10; 20; 40 y 80 minutos). Se realizó el ANOVA y el examen de Tukey. En los resultados se observó que las UFP/mL van disminuyendo de 2015 (concentración menor del extracto 1,25 mg/mL) a 596 UFP/mL (concentración mayor del extracto 20 mg/mL), la diferencia es significativa para las concentraciones del tubérculo en estudio, siendo la Concentración Media Inhibitoria (CMI50) de 8.84 mg/mL. Se concluye que el extracto en estudio muestra efecto antiviral, la cual va aumentando en función a la concentración y tiempo de exposición.

**Palabras clave:** *Tropaeolum tuberosum*, efecto antiviral.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos el uso de plantas medicinales está aumentando ya que constituyen un recurso que los antiguos peruanos utilizaban bastante para la curación de diferentes enfermedades producidas por diferentes agentes sean biológicos físicos o químicos. Nuestros recursos vegetales medicinales, en nuestro país son innumerables tal como constituye el uso del *Tropaeolum tuberosum* “mashua.”

*Tropaeolum tuberosum* “mashua”, es un tubérculo que es cultivado desde tiempos inmemoriales, a pesar de su sabor amargo es utilizado en la alimentación de los pobladores andinos de bajo recurso económico y son una fuente importante de alimento para millones de personas que viven a una altura de 2500 a 4000 m.s.n.m. Para la alimentación la “mashua” es de suma importancia, ya que contiene vitaminas como la C por su alto contenido de vitamina C y también proteínas. Los pobladores andinos la siguen utilizando para la alimentación, formando parte de su cultura que acompañado de la “oca”, “olluco” y “papa” haciendo posible su sobrevivencia, por lo cual su diversidad se sigue conservando (Quispe et al., 2015).

La fitoquímica muestra que en los extractos de *Tropaeolum tuberosum* “mashua” presenta complejos grasos, cumarinas, saponinas, alcaloides, también taninos, compuestos flavonoides, como también polisacáridos. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios que presentan el grupo fenol, actuando como antimicrobianos e insecticidas (Guadalupe, 2018).

Los tubérculos cocidos y fermentados de la “mashua” son utilizados por la población andina en el tratamiento de las enfermedades del hígado y los riñones (Barrera, 2004). Siendo el hígado una de los órganos más atacados por las infecciones virales y teniendo la “mashua” beneficios sobre este órgano y tener componentes antimicrobianos, se investigó la actividad antiviral probando

diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de la este tubérculo sobre virus obtenidos de aguas residuales (bacteriófagos de *Escherichia coli*). En tal sentido se plantearon los siguientes objetivos:

**Objetivo general**

Evaluar el efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* “mashua”.

**Objetivos específicos**

1. Determinar como la concentración y el tiempo de exposición al extracto hidroalcohólico obtenido del tubérculo de la “mashua” influye sobre la replicación viral.
2. Determinar a qué concentración media inhibitoria del extracto hidroalcohólico obtenido del tubérculo de la “mashua” se inhibe la replicación viral.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Quispe, en 2001, realizó el trabajo de análisis químico bromatológico de ecotipos de “mashua”, confirmando las propiedades medicinales de uso en nuestra región de este tubérculo ancestral (D. Quispe, 2001). En el año 2006, Mayhua, H., logró determinar, en ratas, que el extracto hidroalcohólico de esta planta tuvo una moderada actividad de carácter diurético comparado con la furosemida, además realizó la prueba de tamizaje fitoquímico encontrándose la presencia de triterpenoides y esteroides, catequinas, flavonoides, azúcares reductores, compuestos fenólicos, aminoácidos y saponinas (Mayhua, 2006).

Olivera (2017) en su investigación de la “mashua” encontró que el extracto acuoso al 10% en dosis de 1g/kg mostró una disminución en la peroxidación lipídica en el hígado inducida por fluoxetina, esto para determinar la alteración del recuerdo (Olivera et al., 2017).

Mejía (2018) e investigadores (Mejía et al., 2018), estudiaron las características funcionales (capacidad antioxidante y antimicrobiana) de dos tubérculos consumidos tradicionalmente en Colombia, “cubio” (*Tropaeolum tuberosum*) y “ulluco” (*Ullucus tuberosus*). Para ello se recogieron tallos, hojas y tubérculos de cubio y ulluco, se secaron hasta 38 ° C durante 90 horas, y se hicieron extractos con etanol al 50% v / v. En los extractos se midió la capacidad antioxidante mediante técnicas DPPH y ABTS y el efecto inhibitorio sobre *Escherichia coli*, *Lactobacillus fermentum* y *Candida utilis*, utilizando la técnica de los discos. Sin embargo, se encontró una mayor capacidad antioxidante en todas las partes de la planta en ambos tubérculos, que mostraron una mayor actividad son las hojas y los tallos. La capacidad antimicrobiana, el cubio tuvo un efecto bacteriostático en *C. utilis*, mientras que el ulluco tuvo un efecto en *E. coli*. Debido a lo anterior, estos dos tubérculos tienen potencial para la extracción de compuestos antioxidantes,

antibióticos, lo que permite establecer alternativas de uso para los tubérculos y subproductos (Mejía et al., 2018).

Otro de los trabajos relacionados a nuestro tema es de Mendieta, que encontró que el tubérculo de *T. tuberosum* tiene la cualidad de inhibir el impulso sexual en ratas cuando aplicó extractos de carácter hidroalcohólico dándose que esta capacidad aumenta a concentraciones mayores de 800 mg/kg de peso de los animales, teniéndose una falta de deseo sexual relevante con el grupo de estudio (Mendieta, 2017).

Loayza por su parte dilucidó al hacer el estudio en el extracto hidroalcohólico, que *T. tuberosum* "mashua", posee una significativa actividad que el extracto hidroalcohólico tiene actividad antioxidante y los metabolitos presentes de carácter secundario se tuvo a los flavonoides, fenoles, cumarinas y azúcares reductores (Loayza, 2018).

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. *Tropaeolum tuberosum***

Es un tubérculo andino, que si bien es cierto no se cultiva a gran escala pero que el poblador andino consume habitualmente, al igual que el "olluco" y la "papa". La "mashua" se caracteriza por poseer alta resistencia a parásitos, es productiva o como la denominada "rusticidad", se puede cultivar en ambientes diversos como las que se presenta en los andes. (Arenas & Samamtha, 2015).

### **2.2.2. Colifago**

Son bacteriófagos (virus) que atacan células de la bacteria *Escherichia coli*, que pueden ser recogidas de aguas contaminadas con materia fecal, son indicadores de contaminación con heces e indican también la presencia de enterovirus en aguas (Paz-y-Miño et al., 2003).

### **2.2.3. Tubérculo**

Raíz o tallo subterráneo grueso y carnoso, que es un órgano de reserva nutritiva, provisto de yemas superficiales (Lawrence, 2003).

### **2.2.4. *Escherichia coli***

Son bacterias de tipo bacilar gramnegativas, no esporuladas, y miden de 1.0 a 2.0  $\mu\text{m}$  x 0.5  $\mu\text{m}$ . *E. coli* habita el intestino del hombre y animales de sangre caliente, habita el colon sin provocar trastornos aparente, sin embargo hay cepas que pueden producir toxina que puede provocar infección grave (Hernández, 2016).

### **2.2.5. ATCC**

Colección Americana de Cultivos Tipo (Instituto Nacional de Salud, 2002).

### **2.2.6. Ceba**

Cultivo puro formado por bacterias descendientes de un solo aislamiento (Instituto Nacional de Salud, 2002).

### **2.2.7. Escala de Mc. Farland**

Graduación de opacidad de sulfato de bario. Se utiliza para determinar la cantidad de microorganismo en las pruebas de sensibilidad o antibiograma (Instituto Nacional de Salud, 2002).

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. *Tropaeolum tuberosum* R & P**

#### **a) Descripción botánica**

Con la Clasificación de Cronquist A. 1988 se ubica dentro de:

DIVISIÓN	: MAGNOLIOPHYTA
CLASE	: MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	: ROSIDAE
ORDEN	: GERANIALES
FAMILIA	: TROPAEOLACEAE
GÉNERO	: <i>Tropaeolum</i>
ESPECIE	: <i>Tropaeolum tuberosum</i> R & P
Nombre vulgar	: "mashua" (Anexo 1)

La familia Tropaeolaceae es herbáceas, conocidas como enredaderas. La "mashua" constituye como una planta de naturaleza anual, como su familia, es herbácea, pelado en sus estructuras, crece, en un inicio, de forma erecta para luego convertirse en semiprostrada y trepadora. Las hojas son alternas, brillantes en el haz y más claras en el envés, peltadas con entre tres y cinco lóbulos (Barrera, 2004). Sus flores son solitarias, monosimétricas, y que se originan en la parte axilar de la hoja. Estas flores son bisexuales; cáliz con 5 sépalos fusionados; la corola tiene cinco pétalos, tres superiores y dos inferiores, sus bordes en algunas ocasiones dentados o también ciliados; el androceo tiene ocho estambres; el gineceo es gamocarpelar, con ovario súpero, tres carpelos, un estilo, tres lóculos y estigmas; la placentación es axilar, con un óvulo por lóculo. Los frutos son esquizocarpos, con tres mericarpos. Esta planta presenta tres semilla por fruto; el embrión es recto (Laboratorio de Sistemática de Plantas Vasculares, 2011), (Peña et al., 2019).

En cuanto al tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* R & P, el color predominante de su ámbito exterior es amarillo intenso, el color que predomina en la pulpa es

también amarilla En cuanto a la forma de éstos, son cónicos, ahusados; la hondura de ojos del tubérculo es levemente acentuado (Manrique et al., 2013).

#### **b) Cultivo**

La “mashua” es denominado como uno de los cuatro cultivos de importancia en la zona andina, cultivado en Bolivia, Ecuador, Perú, Venezuela y también Colombia. Su cultivo es muy precario, no necesita de muchas condiciones para desarrollarse no es necesario el uso de agentes químicos, su producción en estas condiciones supera al de la “papa”; es resistente a los cambios inferiores de temperatura, se le atribuye la cualidad de ser fungicida, insecticida y también de actuar contra nematodo por poseer sustancias como glucosinolatos e isotiocianatos. Estas capacidades se le atribuyen debido a su estado evolutivo que se ha desarrollado en lugares donde no es fácil el desarrollo de la agricultura; el poblador nativo supo utilizar la distribución de tierras. En su composición posee un nivel elevado de proteínas y de vitaminas como la C, por lo cual es altamente nutritivo. Este cultivo se sigue utilizando en la alimentación del hombre andino junto con la oca, el olluco y la papa; por lo cual la diversidad de estas plantas se conserva, pero en estos últimos tiempos esto está cambiando ya que se está prefiriendo cultivar productos con mayor salida. (C. Quispe et al., 2015).

#### **c) Composición fitoquímica**

*T. tuberosum* tiene una gran variedad de componentes con posible capacidad de uso en farmacología. De estos reaccionan positivamente a alcaloides, esteroides triterpenos, esteroides, mezclas fenólicas, flavonoides del conjunto de taninos, catequinas, aminoácidos y cumarinas (Tinizhañay & Fernández, 2018).

El tubérculo de “mashua” tiene textura arenosa y una alta concentración de carbohidratos y agua, que va de 79% hasta 94%. Los tubérculos secos pueden contener desde 14 por ciento hasta 16 por ciento de proteína, casi el 80 por ciento de carbohidratos, posee 9 µg/100g β-caroteno, 480 mg de vitamina C/100g, niveles elevados de ácido ascórbico, isotiocianatos, mezclas fenólicas, vitamina C, beta caroteno, antocianinas y flavonoides (Arenas & Samantha, 2015).

En varios trabajos de carácter experimentales se demostró tener características para el uso en medicina, presenta en su composición glucosinolatos con sus derivados como bencil-isotiocianato (agente anticancerígeno), que accionan sobre células neoplásicas. Posee también, como la papa, oca y olluco, propiedades antioxidantes (ya que posee antocianinas y carotenoides). Estas cualidades hacen posible su uso en farmacología, nutrición, entre otros Atributos que hacen de este

un cultivo con un gran potencial, y que podrían ser utilizados en la mejora para la sobrevivencia a plagas, en la industria farmacéutica y en la nutrición (C. Quispe et al., 2015).

### **2.3.2. Bacteriófagos**

Son los llamados o virus de las bacterias, como los otros virus, tienen una estructura básica constituida por ácidos nucleicos y proteínas. Son llamados también, parásitos intracelulares, debido a que requieren infectar a una célula, y en esta ocasión bacteria para replicarse (Fernández, L., 2020). Los bacteriófagos que atacan células de la bacteria *Escherichia coli* se les denomina colifagos. En forma abreviada se les conoce como fago. Los bacteriófagos están presentes en los desechos humanos, en el suelo y en las aguas residuales. Son útiles para estudiar virus de células animales. Fueron descubiertas por Frederick W. Twort, y Félix H. D'Hérelle a inicios del siglo pasado. Los fagos, como se ha mencionado tienen replicación a nivel intracelular y presentan un solo tipo de constituidos de molécula de ácido nucleico, tamaño de 20 a 200 nm. Gran parte de fagos posee ADN, clasificándoseles como icosédricos, que presentan cola o no, otros pueden ser helicoidales o filamentosos (Aranda, A, 1998), (Domínguez, 2020).

#### **a) Morfología de un bacteriófago**

Los bacteriófagos varía bastante de una especie a otra, pero al observarlos al microscopio electrónico, todos presentan una estructura básica que puede ser poliédrica, también llamada cúbica, o filamentososa o una combinación de estas dos como en el caso de los fagos con cabeza poliédrica y cola filamentososa. La forma predominante de estructura poliédrica es el icosaedro (poliedro regular con 20 caras triangulares y 12 vértices). La estructura poliédrica contiene el ácido nucleico y la mayor parte de las proteínas; la cola puede variar en cuanto a tamaño, forma y complejidad según las especies y poseer a su vez varios apéndices, como fibras o estructuras terminales. Los fagos que no poseen cola suelen tener pequeñas espínulas ubicadas en los vértices del icosaedro. Los fagos filamentosos son bastante simples, pues carecen de apéndices y parecen un cilindro, dentro de él se ubica el ácido nucleico en una cavidad helicoidal (Espejo, 1980).

#### **b) Composición química**

Los fagos están compuestos por un solo tipo de ácido nucleico y nunca por ambos. Según el tipo de ácido nucleico que contengan se les denomina fagos ADN o ARN. Las proteínas, ya mencionadas con respecto a la estructura de los fagos,

constituyen el otro componente siempre presente en éstos. Algunos fagos contienen además poliaminas, tales como espermina y espermidina, cuya función consiste probablemente en facilitar el empacamiento del ácido nucleico. Algunos poseen además lípidos como un componente estructural. Los lípidos de este fago, denominado PM2, forman una membrana que envuelve a la nucleoproteína de aquél al igual que en varios virus animales. Posteriormente se han descrito otros fagos con membrana y lípidos, entre los cuales destaca el 06 por tener un genoma formado por tres moléculas de ARN biténico. El ácido nucleico del fago contiene la información necesaria para la reproducción de éste en la bacteria sensible. Se encuentra alojado en el poliedro o filamento, protegido por las proteínas de la acción de nucleasas (enzimas que pueden hidrolizar a los ácidos nucleicos(Aranda, A, 1998), (Espejo, 1980).

### **c) Replicación**

Uno de los modelos más estudiados es el ciclo de replicación de un fago T4 el cual se divide en diferentes fases: adsorción, inyección del material genético viral, replicación del material genético, síntesis de las envolturas proteicas, ensamblaje y liberación. En la adsorción, el fago adsorbe a componentes de periferia de la bacteria actuando como receptores celulares específicos, de manera que un virus determinado infecta un reducido número de cepas bacterianas que tienen el receptor. La molécula receptora cambia con el tipo de bacteriófago, pueden ser: proteínas y lipopolisacáridos presentes en la superficie celular (pared bacteriana), flagelos, pili o ácidos teicoicos. Los bacteriófagos T par de *Escherichia coli*, como el T4 utilizan los lipopolisacáridos y proteínas como receptores. La implantación del bacteriófago seda en el momento de que una fibra de la cola tiene unión con el receptor apropiado, esta fijación se debe a las interacciones electrostáticas, influenciada con el pH y la concentración de iones de magnesio, calcio (Luria, 1977), (Prescott et al., 2002).

Inyección del material genético viral, en esta etapa ocurre cambios conformacionales de las proteínas de la placa basal, varias de ellas tienen actividad enzimática produciendo un agujero en la membrana de la célula. En este momento, la vaina del bacteriófago sufre encogimiento inyectándose solo el ácido nucleico del virus en la célula. En la replicación viral, el ácido nucleico del virus tiene bases el material genético viral que ingresa en una célula contiene bases transformadas por glicosilación y metilación que no permiten degradación por enzimas celulares que evitan la degradación por nucleasas bacterianas. Para esta

replicación el virus en primer lugar sintetiza proteínas primarias que reparan el hueco o poro de la membrana citoplasmática por el cual ingresó el ácido nucleico, también destruyen el genoma celular, evita la producción de ARN y proteínas celulares y proporcionando ribosomas que servirán para la configuración de proteínas del bacteriófago. El tipo de replicación del genoma del bacteriófago depende de la clase de material genético, ADN o ARN, de cadena simple o doble (Luria, 1977) (Prescott et al., 2002).

La síntesis de las envolturas proteicas (cápside, vaina, fibras, etc.), ocurre después de iniciada la replicación del material genético. La síntesis de cada componente proteico se realiza separadamente, son las llamadas proteínas tardías. Ensamblaje y liberación, en esta etapa, las diferentes proteínas de la cápside se juntan formando la progenie viral con capacidad de colonizar a otra bacteria cuando se produzca la liberación por lisis celular. La liberación se produce por ruptura celular como consecuencia de las llamadas proteínas tardías sintetizadas por el virus. En el caso del bacteriófago T4, las proteínas son de carácter enzimático que destruyen la membrana citoplasmática bacteriana y su pared celular (Luria, 1977) (Prescott et al., 2002).

Existen, sin embargo, algunos fagos llamados *fagos temperados*, que no siempre se multiplican, sino que, en ciertas ocasiones, establecen una simbiosis de tipo molecular. Al infectar una bacteria sensible con estos fagos, su ácido nucleico puede, en vez de iniciar un ciclo lítico, duplicarse en sincronía, con el "cromosoma" bacteriano, sólo una vez por cada generación de la bacteria. El "cromosoma" del bacteriófago en este estado de duplicación controlada se denomina "profago", y las bacterias que las albergan "bacterias lisogénicas". El "profago" bajo determinadas circunstancias, las que pueden ser de forma espontánea o inducida, inician el ciclo lítico descrito, que tiene como consecuencia la liberación de virus por lisis celular. La frecuencia con que esto ocurre en forma espontánea, o sea, la fracción de las células que lisan en cada generación bacteriana varía de  $10^{-3}$  a  $10^{-6}$  (Luria, 1977) (Prescott et al., 2002).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

Se ejecutó en el Área Académica de Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### 3.2. Población

Tubérculos de *T. tuberosum* provenientes del Centro Poblado de Pillucho, distrito de Vilcas Huamán, provincia de Vilcas Huamán, región de Ayacucho, ubicado a 3528 m.s.n.m.; latitud sur 13°41'12,1"; longitud oeste 73°58'27,2" (Anexo 11).

#### 3.3. Muestra

Se tomó 5 kilos de tubérculos de *T. tuberosum* "mashua", se seleccionaron tubérculos en buen estado y se transportaron en bolsas de papel limpio al laboratorio del Área Académica de Microbiología de la FCCBB - UNSCH. Así mismo se tomaron especímenes de la planta para su identificación (Anexo 1).

#### 3.4. Metodología y recolección de datos

##### 3.4.1. Preparación de la muestra

Los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum*, fueron cortados en pequeños trozos troceados y luego secados en una estufa a 40°C con aireación constante, luego con la ayuda de un molino se procedió a pulverizar la muestra.

##### 3.4.2. Preparación del extracto

Se pesaron 500 gramos de los pulverizados del tubérculo, se maceró en un frasco de vidrio de color ámbar en una solución hidroalcohólica al 80% por un espacio de 15 días. Se procedió al filtrado y se dejó a sequedad en una estufa de 37°C, hasta tener el extracto y conservarse en refrigeración hasta su uso en los ensayos.

##### 3.4.3. Aislamiento de virus (*bacteriófagos de E. coli*)

- Se utilizó aguas residuales procedentes de la planta de tratamiento "La Totorá", se filtró con el uso del equipo de filtración, bomba de vacío y filtros de membrana, el filtrado trasvasó a viales estériles conteniendo 1mL, guardándose en refrigeración.

- Se cultivó en caldo nutritivo la cepa de *Escherichia coli* ATCC 13706, incubándose a una temperatura de 35°C para obtener un cultivo con equivalencia al estándar 0.5 de la escala de Mc. Farland.
- De este cultivo se midió 1.0 mL en un matraz estéril y se puso 0.1 mL del filtrado, y agregó agar nutritivo atemperado a 45 °C, mezclándose para depositarlo en placas de Petri de 15x100 mm, una vez solidificado, se llevó a incubación a una temperatura 37°C entre 18 a 24 horas.
- Para los resultados se contabilizó unidades formadoras de placa de lisis y se reportó como UFP/mL, Unidades formadoras de placa de lisis por mL (Alonso-Urmeneta, B. et al, 2002).

#### **3.4.4. Efecto antiviral**

Se trabajó de la misma forma en cuatro períodos (10, 20, 40 y 80 minutos):

- Realizamos diluciones del extracto hidroalcohólico de la “mashua” con concentraciones de 100% (20 mg/mL), 50% (10 mg/mL), 25% (5 mg/mL), 12,5% (2,5 mg/mL) y 6,25% (1,25 mg/mL) en tubos en un volumen por cada tubo de 0.8 mL, agregándose 0,2 ml. del filtrado del bacteriófago de *E. coli* ATCC 13706. Para el control se realizó el mismo procedimiento utilizando agua en vez del extracto.
- Se monitoreo los tiempos en los diferentes tubos (10, 20, 40 y 80 minutos) a temperatura ambiental. Después de esto, se realizó una dilución de 1 en 1 (para esto se tomó el 1 mL del complejo extracto-bacteriófago y 1 mL de agua destilada) para luego inocular 0.2 ml de cada tubo en matraces de 50 mL que contenían 1,0 ml de cultivo joven de *E. coli* ATCC 13706, se agitó haciendo movimientos ondulatorios y se agregó agar nutritivo a una temperatura de 45°C para luego verter en placas de Petri de 15x100 mm. Una vez sólido se puso en una incubadora a 37°C por 24 horas para observar UFP/mL y realizar su conteo. Después se estableció la concentración media inhibitoria (CMI50) (Alonso-Urmeneta, B. et al, 2002),(Alarcón, J; Huamán, R., 2007).

#### **3.5. Tipo de investigación**

Experimental.

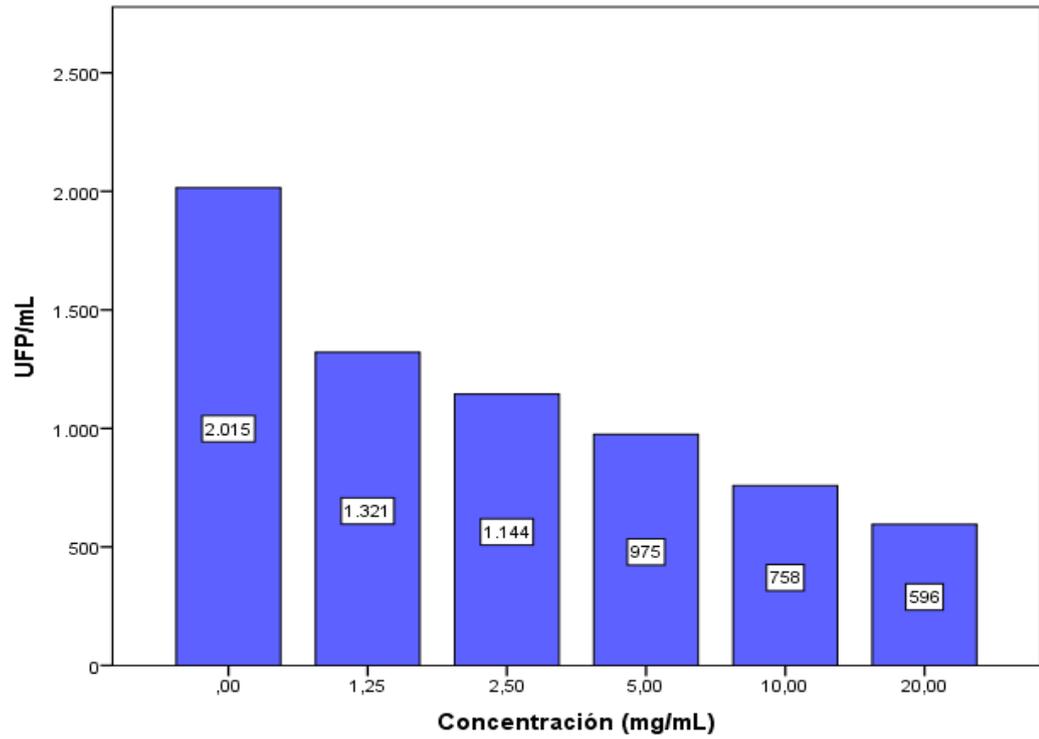
#### **3.6. Diseño de investigación**

Diseño con post prueba y grupo control.

#### **3.7. Análisis estadístico**

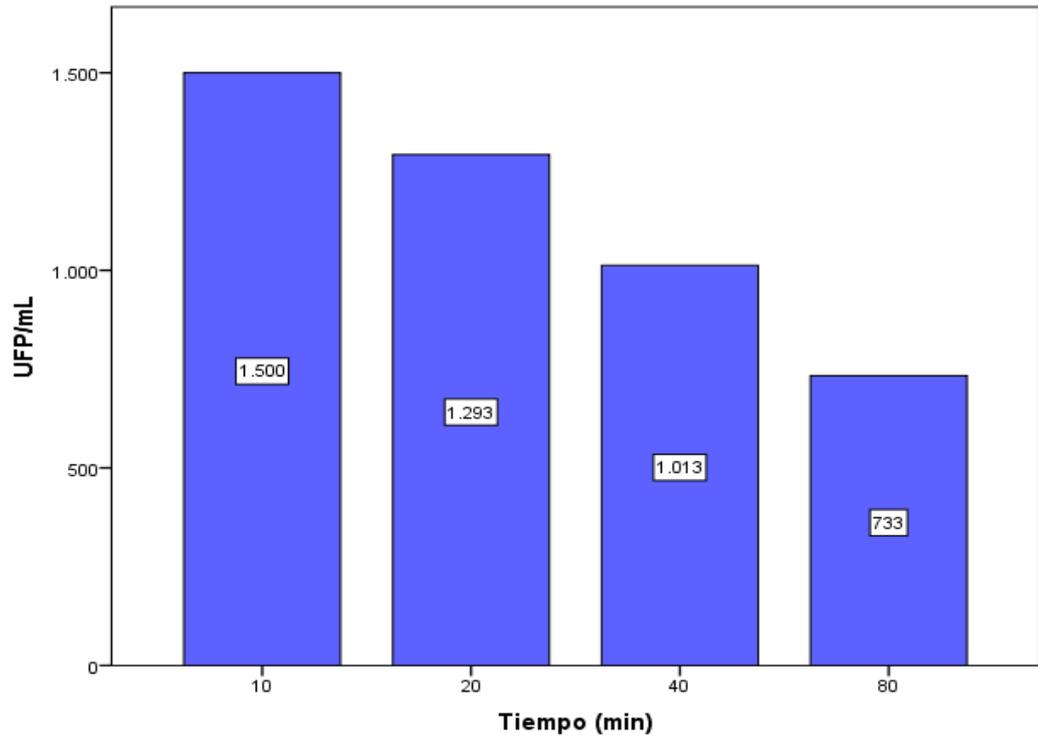
Los resultados se presentaron en gráficos. El análisis estadístico se realizó a través del análisis de varianza a un nivel de confianza del 95% y la Prueba de Tukey. Además, se realizó el análisis de regresión lineal.

#### **IV. RESULTADOS**



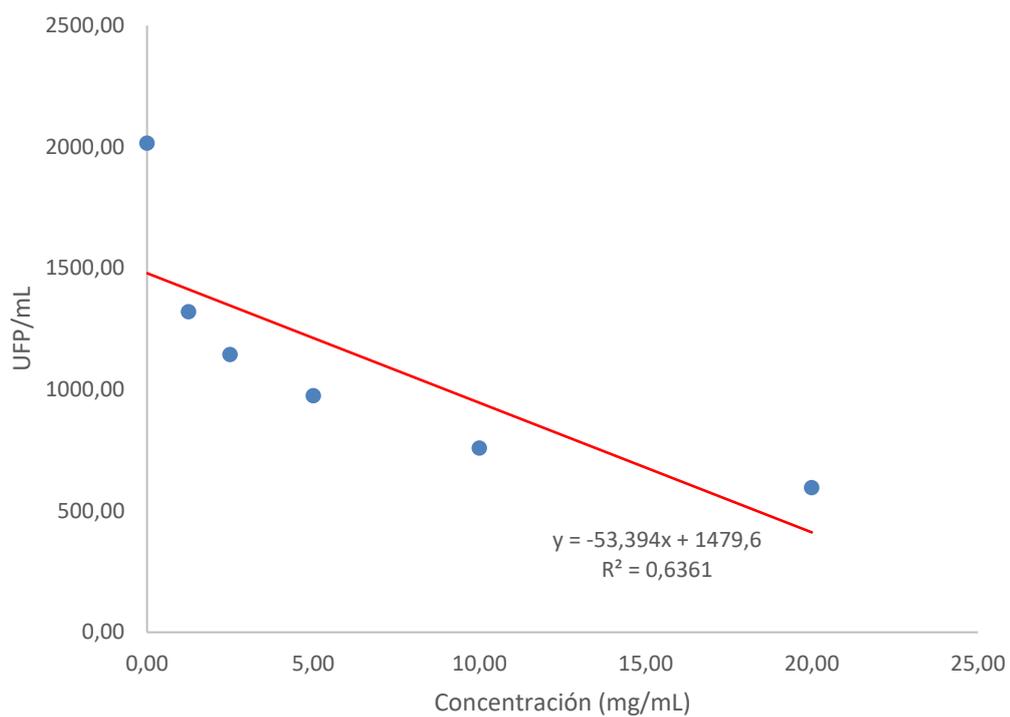
p<0,05 (Sig)

**Figura 1.** Promedio de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) por efecto de la concentración del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *T. tuberosum*.

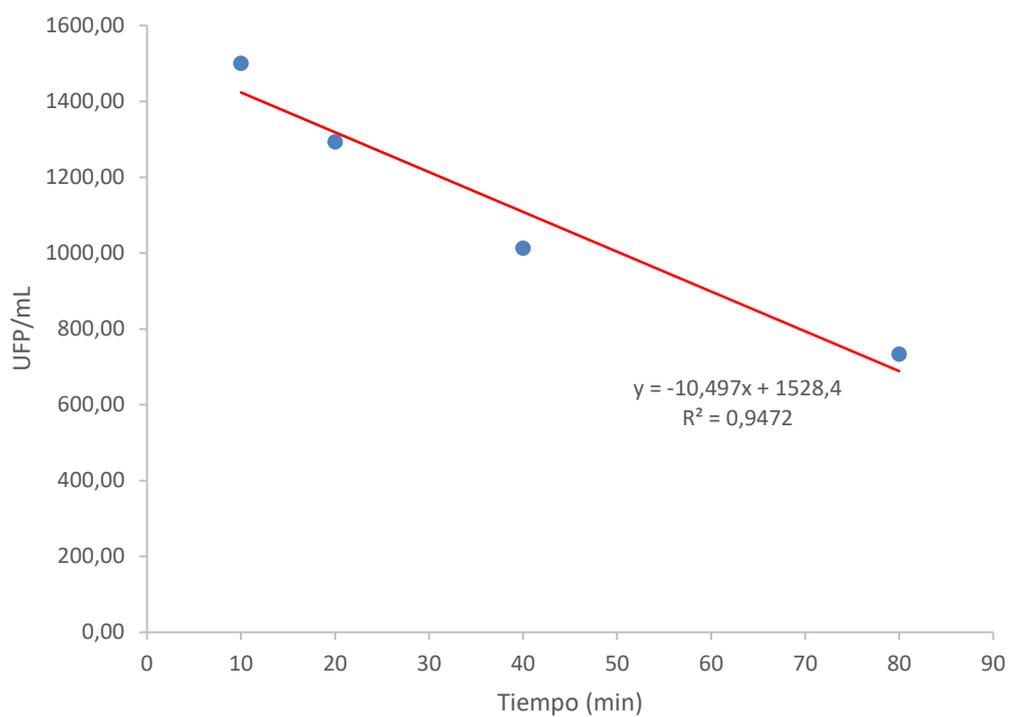


$p < 0,05$  (Sig)

**Figura 2.** Promedio de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) por efecto del tiempo de exposición a diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *T. tuberculosis*.



**Figura 3.** Regresión lineal del número de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) según la concentración del extracto hidrolejónico del tubérculo de *T. tuberosum*.



**Figura 4.** Regresión lineal del número de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) por efecto del tiempo de exposición a concentración del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *T. tuberosum*.

## V. DISCUSIÓN

En la Figura 1, tenemos el promedio de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) por efecto de diferentes concentraciones de extracto hidroalcohólico del tubérculo de la “mashua”, donde a medida que la concentración del extracto va aumentando, las Unidades Formadoras de Placas de Lisis (UFP/mL) van disminuyendo en número que en promedio de 2015 (concentración del extracto de 1,25 mg/mL) a 596 UFP/mL (concentración del extracto 20 mg/mL), que de acuerdo al ANOVA (Anexo 2,  $p < 0.05$ ) y el análisis de Tukey (Anexo 3) la diferencia es significativa para las concentraciones del tubérculo en estudio. Caso similar se observa en la Figura 2, en cuanto al efecto del tiempo de exposición a las concentraciones del extracto de la “mashua”, en promedio las UFP/mL van disminuyendo de 1500 a 733; estadísticamente (Anexo 4 y 5), el análisis de varianza ( $p < 0.05$ ), también es significativa; al igual que la prueba de Tukey, esto es que a mayor tiempo de exposición menor UFP/mL. Podemos deducir entonces que efecto viral está relacionado con la concentración del extracto y el tiempo de exposición a éste.

Según Tinizhañay y Fernández, al realizar el tamizaje fitoquímico, observaron que *T. tuberosum*, dentro de sus componentes presentan triterpenos, alcaloides esteroides, flavonoides, catequinas, compuestos fenólicos, entre otros compuestos. Los taninos que vienen a ser los metabolitos secundarios polifenólicos, que presentan una masa molecular relativamente elevada y que son de naturaleza astringente. En diversos vegetales los taninos pueden encontrarse en partes diferentes de un vegetal; como son las vacuolas, junto con alcaloides y proteínas. Dentro de las propiedades farmacológicas de estos polifenoles tenemos que se destaca propiedades astringentes, tanto por vía interna o a nivel tópica; se pueden utilizar como antidiarreicos, debido a su poder antiséptico, que permiten precipitar los enzimas secretados por microorganismos que producen este tipo de

afecciones. También, los taninos presentan propiedades vasoconstrictoras (Tinizhañay & Fernández, 2018), (Colina, 2016).

Ruibal e investigadores, realizaron un sobre el extracto dializado de la corteza de *Pinus caribaea* Morelet var. *Caribaea* demostrando que contiene actividad anti VIH-1, la que es atribuida a la presencia de taninos, los cuales poseen una actividad trópica con proteínas y ácidos nucleicos (Ruibal et al., 2003).

Como se ha observado, otro de los componentes que presenta *T. tuberosum*, son los flavonoides, nombre básico que se da a un grupo de moléculas dadas en el metabolismo de carácter secundario en las plantas, generadas en la ruta del ácido shikímico y de los llamados policétidos (López Luengo, 2002). Estos metabolitos están presentes en muchos productos naturales provenientes de las plantas superiores; estructuralmente estos compuestos presentan una naturaleza de tipo fenólica, caracterizadas por presentar anillos bencénicos aromáticos, los cuales están juntos mediante el puente constituido por tres carbonos (composición C6-C3-C6), pudiendo formar el anillo terciario. Los flavonoides se relacionan mediante un camino biosintético, la que incorpora rutas del shiquimato y la de acetatomalonato. Más adelante ocurren cambios en varios estados, dando como resultado la extensión de la metilación, hidroxilación, dimerización, isoprenilación, y glicosilación produciendo oxígeno y C-glicósidos. Esta glicosilación hace que los flavonoides como consecuencia sean más solubles en agua y menos reactivos. En los flavonoides podemos encontrar como azúcar a la glucosa, o se puede tener galactosa y xilosa. Los flavonoides poseen actividad antimicrobiana incluida la viral. (Colina, 2016). Contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos con excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición y secuestradoras de radicales libres, que les confiere una gran capacidad antioxidante (Enciso & Arroyo, 2011).

En la adsorción de los bacteriófagos de *Escherichia coli* (fagos T-par), la unión del fago a la bacteria se inicia cuando la fibra de la cola entra en contacto con el receptor apropiado, esto, a medida que hacen contacto más componentes de la cola viral, la placa base se pega a la superficie bacteriana. Después de que la placa base está asentada sobre la periferia bacteriana, se sufre alteraciones en la conformación de la placa basa, como también en la vaina, reconvirtiéndose reorganizándose de manera que se acorta y pasa a ser un tubo de veinticuatro aros a una de doce ros. La vaina se vuelve más corta y más ancha, empujando el tubo central por medio de la pared bacteriana. La placa base contiene la proteína

gp5, que tiene actividad lisozima. Poco después de la inyección del ADN del fago, se detiene la síntesis de ambos ácidos nucleicos y también de componentes proteicos de la bacteria, y se ve en la necesidad de sintetizar componentes del fago. La polimerasa ARN de *Escherichia coli* comienza a producir ARN mensajero a los dos minutos. Este ARNm y otros ARNm iniciales guían la asimilación de factores proteicos y enzimas necesarias para manipular el funcionamiento de la bacteria hospedera y sintetizar ácidos nucleicos del fago. Algunas proteínas enzimáticas iniciales del fago destruyen el ADN de la bacteria, deteniendo simultáneamente de esta forma la expresión génica y proporcionando la materia prima (nucléotidos) para la síntesis de ADN viral, que comienza a los 5 minutos para, en lo posterior, se sintetizarán las proteínas de la cápside y otros componentes virales para luego producirse el ensamblado y liberación por lisis celular (Prescott et al., 2002). Al respecto, la propiedad antiviral de *Tropaeolum tuberosum*, se puede explicar debido a que los virus están constituidos en su mayor parte de proteínas de manera que los metabolitos secundarios como son los taninos y flavonoides estarían interfiriendo a nivel de estas moléculas en el proceso de adsorción y también en la replicación del genoma viral, de forma que inhibe su multiplicación.

En cuanto a investigaciones relacionados con nuestro trabajo y las dos figuras presentadas tenemos el de Hinostroza, quien trabajó también con bacteriófagos de *E. coli*, demostrando también que estos pueden ser inhibidos en su replicación, como en su caso utilizando el extracto acuoso y etanólico de *Juglans neotropica* Diels “nogal, revalorando de esta manera los productos naturales de nuestra región (Hinostroza, 2011).

En la Figura 3, tenemos la regresión lineal del número de unidades formadoras de placas de lisis (UFP/mL) en cuanto a la densidad del extracto hidroalcohólico del tubérculo de la “mashua” donde tenemos que la tendencia lineal es negativa, es decir que cuanto mayor sea la concentración del extracto hidroalcohólico es menor el número de UFP. Se encontró que el índice de determinación es de 0.6361, lo que quiere decir que la variación de UFP está explicado por la variación de la concentración del extracto en un 63.61% que es un valor relativamente elevado, ya que se tiene un valor máximo de 1. Reemplazando la fórmula tenemos que la Concentración Media Inhibitoria (CMI50) es de 8.84 mg/mL, significando que en esta concentración del extracto

hidroalcohólico de la “mashua”, el 50% de bacteriófagos inoculados inhiben su replicación (1007 UFP/mL).

En la Figura 4, se observa la regresión lineal del número de UFP/mL según el tiempo de reacción del extracto acuoso frente a los virus (bacteriófagos) de *E. coli*, de igual manera tenemos que la relación entre el tiempo y UFP/mL es negativa, es decir que a medida que va transcurriendo el tiempo la formación de UFP/mL va disminuyendo. De la figura, el índice de determinación es de 0.95, interpretando quiere decir que la variación de UFP está explicado en un 95% por la exposición al extracto en función del tiempo.

En cuanto a trabajos relacionados con nuestra investigación, se tiene referencia el trabajo realizado por (Aire-Artezano et al., 2013) en el que demuestran que la “mashua” tiene efecto contra la “hiperplasia prostática”, debido a que contiene glucosinolatos e isotiocianatos; que son importantes en la inhibición de la proliferación de células cancerosas.

En consecuencia, por las evidencias expuestas nos permitimos afirmar que el extracto (hidroalcohólico) de la “mashua”, que es utilizada en medicina tradicional, posee actividad antiviral.

## VI. CONCLUSIONES

1. El extracto (hidroalcohólico) de los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum* presenta efecto antiviral, la que se observa que a mayor concentración y mayor tiempo de exposición al extracto hidroalcohólico la inhibición de la replicación viral es mayor.
2. La concentración media inhibitoria del extracto (hidroalcohólico) de los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum* que inhibe el proceso de replicación viral fue de 8.84 mg/mL. La variación de la replicación viral está explicada por la variación de la concentración del extracto en un 63.61%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar similar trabajo utilizando virus que infectan células animales para tener un modelo más cercano al ser humano.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aire-Artezano, G., Charaja-Vildoso, R., Guillermo-Sánchez, B., Gutarra-Vela, M., Huamaní-Charagua, P., Chilquillo, G. J., Nicho-Póvez, M., Ochoa-Gago, M., & Pari-Ñaña, R. (2013). *Efecto de Tropaeolum tuberosum frente a la hiperplasia prostática benigna inducida en ratas holtzman*. 8.
- Alarcón, J; Huamán, R. (2007). *Guía de Prácticas de Virología*. . (p. 62) [Guía de práctica]. UNSCH.
- Alonso-Urmeneta, B. et all. (2002). *Manual práctico de microbiología* (2da edición). Masson.
- Aranda, A. (1998). *En la Frontera de la Vida: Los Virus* (Tercera edición). Fondo de Cultura Económica.
- Arenas, P., & Samamtha, E. (2015). Caracterización morfológica y molecular de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) de los departamentos de Cusco y Cajamarca. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2095>
- Barrera, V. H. (2004). *Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Colina, A. C. (2016). Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de "Muehlenbeckia hastulata (J.E.Sm) I.M. Johnst" de la zona de Yucay (Cusco). *Repositorio de Tesis - UNMSM*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7121>
- Domínguez, N. (2020). Bacteriófagos. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 20(1), 164-165. <https://doi.org/10.25176/RFMH.v20i1.2554>
- Enciso, E., & Arroyo, J. (2011). Efecto antiinflamatorio y antioxidante de los flavonoides de las hojas de *Jungia rugosa* Less (matico de puna) en un modelo experimental en ratas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 72(4), 231-237.
- Espejo, T. (1980). *Bacteriófagos*. OEA.
- Fernández, L. (2020). *Los bacteriófagos. Los virus que combaten infecciones* (Primera edición). La catarata.
- Guadalupe, J. (2018). *Evaluación de la actividad antibacteriana y hemoaglutinante de los extractos de Solanum phureja, Tropaeolum tuberosum, Oxalis tuberosa y Ullucus tuberosus*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Hernández, M. (2016). *Microbiología de los alimentos* (Primera edición). Editorial Médica Panamericana.
- Hinojosa, M. (2011). *Efecto antiviral del extracto acuoso y etanólico de las hojas de Juglans neotropica Diels "nogal"*. Ayacucho, 2010. UNSCH.
- Instituto Nacional de Salud. (2002). *Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de difusión*. Ministerio de Salud. *Laboratorio de Sistemática de Plantas Vasculares*. (2011). [http://www.thecompositaehut.com/www\\_tch/webcurso\\_spv/familias\\_pv/tropaeolaceae.html](http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/tropaeolaceae.html)

- Lawrence, E. (2003). *Diccionario Akal de términos biológicos* (Duodécima edición). Akal ediciones.
- Loayza, K. (2018). Actividad antioxidante y polifenoles totales del extracto hidroalcohólico de tres ecotipos del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* R. & P. "mashua". Ayacucho—2018. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3346>
- López Luengo, M. T. (2002). Flavonoides. *Offarm*, 21(4), 108-113.
- Luria, S. (1977). *Virología General*. Omega.
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Ramirez, C., Chavez, O., Tay, D., & Ellis, D. (2013). *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav. *Catálogo de la colección de germoplasma de mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav.) conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Centro Internacional de la Papa. <https://doi.org/10.4160/9789290604310>
- Mayhua, H. (2006). *Actividad diurética del extracto hidroalcohólico del tubérculo de Tropaeolum tuberosum "mashua" en ratas*. Ayacucho—2006. [Tesis]. UNSCH.
- Mejía, F. M., Salcedo Gil, J. E., Universidad la Gran Colombia, Vargas Londoño, S., Universidad la Gran Colombia, Serna Jiménez, J. A., Universidad la Gran Colombia, Torres Valenzuela, L. S., & Universidad la Gran Colombia. (2018). Capacidad antioxidante y antimicrobiana de tubérculos andinos (*Tropaeolum tuberosum* y *Ullucus tuberosus*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1083>
- Mendieta, E. (2017). Efecto Inhibitorio sobre la libido en ratas albinas macho del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* "mashua". Ayacucho, 2017. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2624>
- Olivera, J., Gómez, M., & Ybañez-Julca, R. O. (2017). Efecto del extracto acuoso de *Tropaeolum tuberosum* "mashua" sobre el deterioro de la memoria y lipoperoxidación inducida con fluoxetina en hígado en *Rattus rattus* var. *Albinus* ooforectomizadas. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 2, 119. <https://doi.org/10.26722/rpmi.2017.22.53>
- Paz-y-Miño, M., Barzola, C., Lazcano, C., Ponce, M., & León, J. (2003). Colifagos como indicadores de contaminación fecal y de remoción bacteriana en la potabilización del agua. *Revista Peruana de Biología*, 10(2), 133-144. <https://doi.org/10.15381/rpb.v10i2.2495>
- Peña, G., Andía, V., Felices, M., & Aramburú, J. (2019). *Catálogo de mashua*. CONCYTEC.
- Prescott, L., Harley, J., & Klein, D. (2002). *Microbiología* (Quinta edición). Mc Graw Hill.
- Quispe, C., Mansilla, R., Chacón, A., & Blas, R. (2015). Análisis de la variabilidad morfológica del «Añu» *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón procedente de nueve distritos de la región Cusco. *Ecología Aplicada*, 14(2), 211-222.
- Quispe, D. (2001). *Análisis Químico Bromatológico de cinco ecotipos de mashua (Tropaeolum tuberosum) Ayacucho a 2760 m.s.n.m.* UNSCH.

- Ruibal, I. J., Dubed, M., Martínez, F., Noa, E., Vargas, L. M., & Santana, J. L. (2003). Inhibición de la replicación del virus de inmunodeficiencia humana por extractos de taninos de *Pinus caribaea* Morelet. *Revista Cubana de Farmacia*, 37(2), 0-0.
- Tinizhañay, S. N. D., & Fernández, W. R. H. (2018). *Estudio farmacognóstico y fitoquímico preliminar del tubérculo de Tropaeolum tuberosum spp tuberosum (Ruíz & Pavón, Kuntze), mashua variedad amarilla*. 113.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Clasificación taxonómica de *Tropaeolum tuberosum* "mashua"



EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
"SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA"

### C E R T I F I C A

Que, el Bachiller. en Ciencias Biológicas, **Sr. Miguel Angel, TIPISMANA NEYRA**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	GERANIALES
FAMILIA	:	TROPAEOLACEAE
GENERO	:	<i>Tropaeolum</i>
ESPECIE	:	<i>Tropaeolum tuberosum</i> R. & P.
N.V.	:	"mashua"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 18 de Enero del 2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
HERBARIUM HUAMANGENSIS  
  
*Elga Laura Arceñime Madina*  
JEFE

**Anexo 2.** Análisis de varianza para las UFP/mL por efecto de diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de *T. tuberosum*.

<b>ANOVA</b>					
<b>UFP/mL</b>					
	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	15197557,292	5	3039511,458	25,697	,000
Dentro de grupos	7806764,583	66	118284,312		
Total	23004321,875	71			

**Anexo 3.** Prueba de Tukey para las UFP/mL por efecto de diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de *Tropaeolum tuberosum*.

HSD Tukey <sup>a</sup>					
Subconjunto para alfa = 0.05					
Concentración (mg/mL)	N	1	2	3	4
20,00	12	595,83			
10,00	12	758,33	758,33		
5,00	12	975,00	975,00	975,00	
2,50	12		1144,17	1144,17	
1,25	12			1320,83	
,00	12				2014,58
Sig.		,089	,079	,150	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12.000.

**Anexo 4.** Análisis de varianza para las UFP/mL por efecto del tiempo de exposición al extracto hidroalcohólico de *T. tuberosum*.

<b>ANOVA</b>					
<b>UFP/mL</b>					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6020653,819	3	2006884,606	8,035	,000
Dentro de grupos	16983668,056	68	249759,824		
Total	23004321,875	71			

**Anexo 5.** Prueba de Tukey para las UFP/mL por efecto del tiempo de exposición al extracto hidroalcohólico del tubérculo de *T. tuberosum*.

<b>HSD Tukey<sup>a</sup></b>				
Subconjunto para alfa = 0.05				
Tiempo (min)	N	1	2	3
80	18	733,33		
40	18	1012,78	1012,78	
20	18		1293,06	1293,06
10	18			1500,00
Sig.		,343	,341	,602

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18.000.

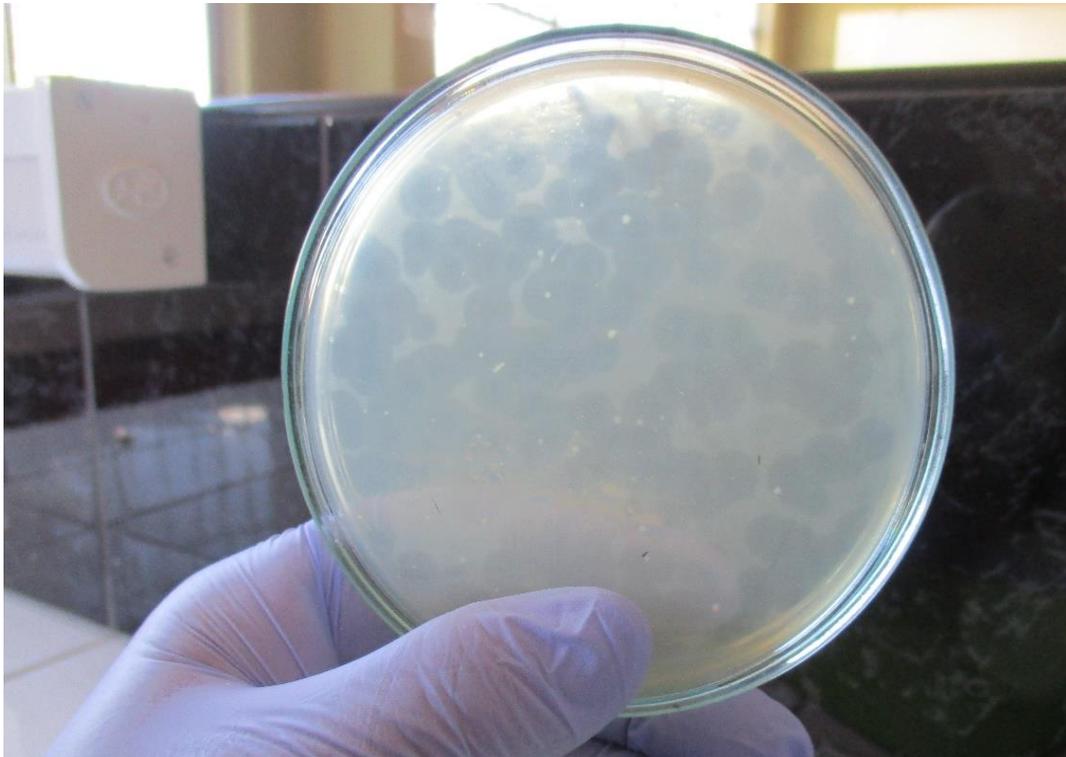
**Anexo 6.** Fotografía de la planta de *Tropaeolum tuberosum*. “mashua”.



**Anexo 7.** Tubérculos de *Tropaeolum tuberosum*. "mashua".



**Anexo 8.** Placa con las Unidades Formadoras de Placas de lisis de bacteriófagos (virus de *Escherichia coli*).



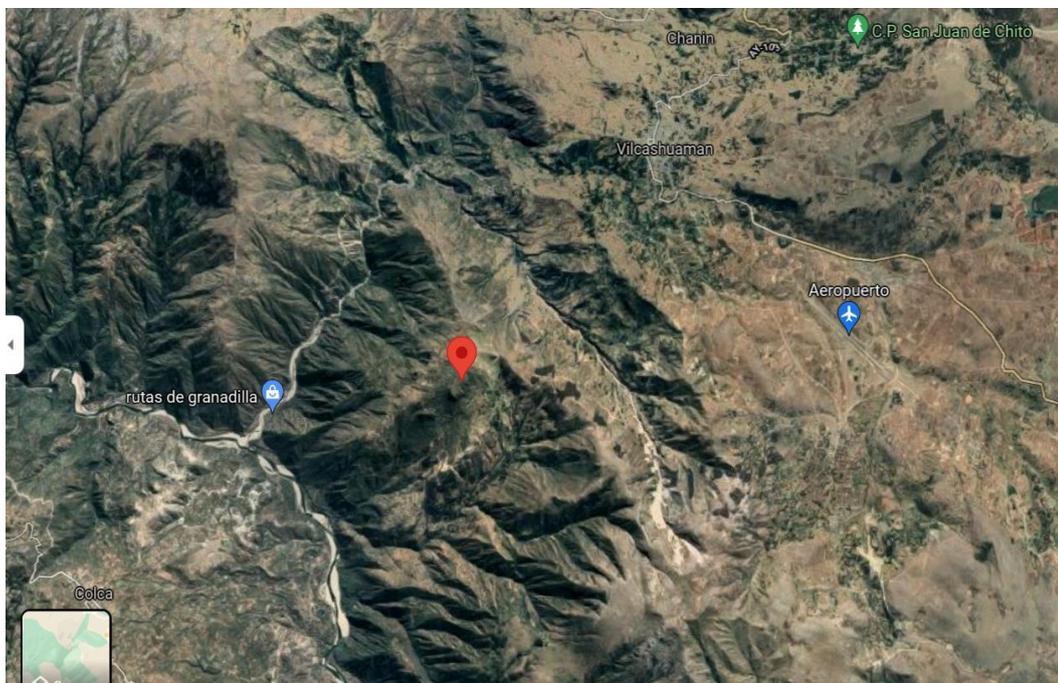
**Anexo 9.** Proceso de obtención del extracto hidroalcohólico de los tubérculos de *T. tuberosum*.



**Anexo 10.** Actividad antiviral de las concentraciones de *T. tuberosum* expresadas en Unidades Formadoras de Placas de Lisis.



**Anexo 11.** Fotografía de la ubicación del Centro Poblado de Pillucho, distrito de Vilcas Huamán, de la provincia de Vilcas Huamán, región de Ayacucho, donde se obtuvo las muestras de *T. tuberosum*.



## Anexo 12. Matriz de consistencia.

**TÍTULO:** Efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* “mashua”. Ayacucho, 2009.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
¿El extracto hidroalcohólico de los tubérculos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua” tendrá efecto antiviral?	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar el efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> - Determinar como la concentración y el tiempo de exposición al extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua” influye en la replicación viral.  - Determinar la concentración media inhibitoria del extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua” que inhibe la replicación viral.</p>	El extracto hidroalcohólico del tubérculo de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua” tiene efecto antiviral.	<p><b>Variable independiente</b> - Diferentes concentraciones de extracto hidroalcohólico de tubérculos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”.</p> <p><b>Indicador:</b> mg/mL</p> <p><b>Variable dependiente</b> Efecto antiviral.</p> <p><b>Indicador</b> Unidades formadoras de placas (UFP/mL)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antecedentes</li> <li>- Marco conceptual</li> <li>- <i>Tropaeolum tuberosum</i></li> <li>- Descripción botánica</li> <li>- Cultivo</li> <li>- Composición</li> <li>- Bacteriófagos</li> <li>- Morfología</li> <li>- Composición</li> <li>- Replicación</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b> Experimental</p> <p><b>Población</b> Tubérculos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua” del distrito de Pillucho</p> <p><b>Muestra</b> 5 kilos de de tubérculos de <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”,</p> <p><b>Metodología</b> - Se obtuvo el extracto hidroalcohólico por maceración en solución hidroalcohólica. - Para el aislamiento de virus, se utilizó la cepa <i>E. coli</i> ATCC 13706 y los bacteriófagos se recolectaron de aguas residuales, para la obtención de Unidades formadoras de placa (UFP/mL) - Para la determinación de la actividad antiviral se realizó diluciones del extracto del tubérculo de 20 a 1.25 mg/mL y se sometió a los virus.</p> <p><b>Análisis estadístico</b> Se realizó el análisis de varianza, la prueba de Tukey y regresión lineal, así como los resultados se presentaron en figuras.</p>

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. Miguel Angel TIPISMANA NEYRA**  
**R.D. N° 148-2021-UNSCH-FCB-D**

A los catorce días del mes de enero del año dos mil veintidós, siendo las cuatro de la tarde, se reunieron a través de la plataforma Google Meet, los docentes miembros del jurado calificador conformado por el Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ (Presidente); Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA (Miembro - jurado); Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ (Miembro - jurado); Dr. José ALARCÓN GUERRERO (Miembro - asesor) y el Dr. Gilmar PEÑA ROJAS (Miembro - 4to jurado), actuando como secretaria Docente la Dr. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA, para recepcionar la sustentación de tesis titulada: **"Efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* "mashua" Ayacucho, 2009"** presentado por el Bach. Miguel Angel TIPISMANA NEYRA, previa verificación de la documentación exigida, el presidente autorizó el inicio del acto académico precisando que el sustentante dispone de cuarenta y cinco minutos, conforme lo establece el reglamento de grados y títulos de la Facultad de Ciencias Biológicas. Finalizada la sustentación, el presidente invito a los miembros del jurado a participar con observaciones, aclaraciones y sugerencias realizadas, concluida esta etapa, el presidente invito al sustentante y a los asistentes abandonar la sala virtual a fin de proceder a la deliberación y calificación correspondiente:

Seguidamente procedieron a la calificación, alcanzando los siguientes resultados:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a preguntas	Promedio
Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA	17	17	17
Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ	16	16	16
Dr. Gilmar PEÑA ROJAS	16	14	15
		<b>PROMEDIO</b>	<b>16</b>

El sustentante alcanzo el promedio de 16 (dieciséis) aprobatorio. Acto seguido, el presidente invito al sustentante y público reingresar a la sala virtual para dar a conocer el resultado de la evaluación; finalizando el presente acto académico siendo las seis y treinta minutos de la tarde, firmando al pie el presente en señal de conformidad.



---

Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ  
Presidente



---

Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA  
Miembro – Jurado



---

Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ  
Miembro – Jurado



---

Dr. Gilmar PEÑA ROJAS  
Miembro – 4to Jurado



---

Dr. José ALARCÓN GUERRERO  
Miembro – Asesor



---

Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA  
Secretaría – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 08-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* "mashua". Ayacucho, 2009** por **MIGUEL ANGEL TIPISMANA NEYRA**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 19%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-C.

En tal sentido, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 16 de enero de 2024.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA  
  
Dr. Víctor Luis Cárdenas López  
DIRECTOR

# Efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* "mashua". Ayacucho, 2009

*por* MIGUEL ANGEL TIPISMANA NEYRA

---

**Fecha de entrega:** 16-ene-2024 10:38a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2271918800

**Nombre del archivo:** ipismana\_Neyra\_Miguel\_Angel\_Pregrado\_2023\_Turnitin.doc\_1\_1.docx (143.18K)

**Total de palabras:** 5011

**Total de caracteres:** 27604

# Efecto antiviral del extracto hidroalcohólico del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* "mashua". Ayacucho, 2009

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>12%</b>
<b>2</b>	<b>apirepositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>www.powershow.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>tesis.ipn.mx</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.ins.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo