

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE FARMACIA  
Y BIOQUÍMICA**



**Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico  
de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. "molle"  
Ayacucho – 2011**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MENDOZA URBANO, Andrés**

**AYACUCHO– PERÚ**

**2011**

*A mi madre, que me dio la vida y que me impulsa a ser mejor cada día.*

*A mi tío y tía por su apoyo incondicional y su comprensión durante toda mi formación universitaria.*

*A mis profesores y amigos por su apoyo moral, que me permitieron seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme la oportunidad de ser un profesional al servicio de pueblo y por ser mejor cada día.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, por haber encaminado mi vida profesional al servicio de mi prójimo y con los valores de la ética profesional.

A la Escuela de Farmacia y Bioquímica que me mantuvo con la ilusión de concluir mis estudios y por mantenerme en la alta competitividad con los demás profesionales de la salud.

A mis asesores Mg. Enrique Javier Aguilar Felices y Mg. Aldo Tinco Jayo, por su apoyo incondicional brindado para la realización del presente trabajo de *investigación*.

A todas las personas que contribuyeron de manera desinteresada a la culminación del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	v
ABSTRACT .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>01</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>04</b>
2.1. Antecedentes.....	04
2.2. Antecedentes del estudio de <i>Schinus molle</i> L. "molle" .....	06
2.3. Aspectos botánicos.....	06
2.3.1. Clasificación sistemática del <i>Schinus molle</i> L. "molle".....	06
2.3.2. Descripción de la familia anacardiaceae .....	07
2.3.3. Descripción botánica, morfológica y usos de <i>Schinus molle</i> L. "molle".	07
2.4. Propiedades farmacológicas de los metabolitos secundarios.....	10
2.5. Radicales libres.....	12
2.5.1. Lesión celular inducida por radicales libres .....	13
2.5.2. Mecanismos de defensa celular ante los radicales libres .....	15
2.6. Antioxidantes .....	15
2.6.1. Flavonoides .....	18
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
3.1. Ubicación .....	20
3.2. Materiales .....	20
3.2.1. Muestra biológica.....	20
3.3. Recolección de datos.....	21
3.3.1. Preparación del extracto .....	21
3.3.2. Screening fitoquímico .....	21
3.4. Actividad antioxidante .....	21
3.4.1. Determinación de la actividad antioxidante .....	21
3.5. Análisis estadístico.....	23
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO</b>	

Título : **Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L "molle". Ayacucho 2011.**

Autor : Bach. Andrés, MENDOZA URBANO

Asesor : Mg. Q. F. Enrique Javier, AGUILAR FELICES

: Mg. Q. F. Johnny Aldo, TINCO JAYO

### **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de demostrar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. "molle", desarrollado entre los meses de julio a octubre del presente año, en los Laboratorios del Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Las hojas, tallos y frutos fueron colectados en los jardines del Campus Universitario, los metabolitos secundarios fueron determinados mediante reacciones de coloración y precipitación y la actividad antioxidante mediante la prueba de captación del radical libre DPPH.

Los metabolitos secundarios presentes en las hojas y tallos fueron: saponinas, lactonas y/o cumarinas, flavonoides, fenoles y/o taninos, principios amargos; y en los frutos azúcares reductores, fenoles y/o taninos y principios amargos.

El extracto hidroalcohólico de las hojas obtuvo un 69.44 %, seguido del tallo con un 56.23 % y el fruto con 32.84 % de actividad antioxidante respectivamente; mientras que la actividad antioxidante de la vitamina C y ácido tánico fueron 93.95 % y 88.15% respectivamente. El análisis de varianza de las diferencias de los promedios de actividad antioxidante entre hojas, tallos y frutos mostró significancia estadística al 95% de confianza.

Se concluye que las hojas tienen mayor contenido de compuestos químicos con actividad antioxidante que el tallo y el fruto no tiene actividad antioxidante.

**PALABRAS CLAVE:** *Schinus molle*, extracto hidroalcohólico, actividad antioxidante.

Title : **Antioxidant activity of the hydro-alcoholic extract of leafs, stalks and fruits of *Schinus molle* L. "molle". Ayacucho - 2011.**

Author : Bach. Andrés MENDOZA URBANO

Advisory : Mg. Enrique Javier AGUILAR FELICES

### **ABSTRACT**

The present research work was realized by the objective to demonstrate the antioxidant activity of the hydroalcoholic extract of the leafs, stalks and fruits of *Schinus molle* L. "molle", developed between July to October of the present year, in the laboratories of the Area of Pharmacy of the Faculty of Biological Sciences of the National University of San Cristobal of Huamanga.

The leafs, stalks and fruits were collected in the gardens of the University Campus, the secondary metabolites were determined by means of reactions of colorations and precipitation and the antioxidant activity by means of the test of capture of the free radical DPPH.

The present secondary metabolites in the leafs and stalks were: saponins, lactones and/or coumarins, flavonoids, phenolic and/or tannins, bitter beginning and in the fruits reducing sugars, phenols and/or tannins and bitter beginning.

The hydroalcoholic extract of the leafs obtained 69.44 % followed by the stalks with 56.23 % and the fruit with 32.84 % of antioxidant activity respectively; while the vitamin C had 93.95 % and the acid tannins 88.15 % of antioxidant activity respectively.

Variance analysis of the differences between leafs, stalks and fruits showed statistical significance to 95 % of confidence.

One concludes that the leafs have greater chemical compounds content with antioxidant activity than the stalks and the fruit do not have antioxidant activity.

**KEY WORDS:** *Schinus molle*, hydroalcoholic extract, antioxidant activity.

## INTRODUCCIÓN

La amplia y variada flora Peruana es y seguirá siendo uno de los recursos naturales más importantes, sobre todo por su aplicación en el campo de la medicina, debido a ello se ha incrementado el interés por el estudio científico de las plantas, por lo cual surgen una serie de trabajos de investigación encaminados a demostrar las propiedades medicinales de las plantas y a la búsqueda de nuevos agentes terapéuticos (Brack, 1999).

Los recursos vegetales constituyen una buena fuente de sustancias con propiedades antioxidantes, en las que podemos citar a la vitamina C, los compuestos fenólicos, los flavonoides, los taninos y otros compuestos químicos de naturaleza análoga.

La Fitofarmacología y la fitoterapia buscan una investigación en procura de mantener el uso y forma medicinal en beneficio de la población. Por tanto urge la necesidad de continuar la investigación de plantas medicinales en nuestro medio.

En el Perú, especialmente a nivel popular, numerosas plantas son utilizadas en el tratamiento de diversas enfermedades.

La incorporación y utilización de las plantas medicinales en el tratamiento de diversas enfermedades, son prácticas comunes en la medicina tradicional, hoy en día es evidente que el interés de las sustancias de origen vegetal va en

aumento, porque ofrecen en algunos casos ventajas en relación a los medicamentos clásicos, como en la baja incidencia de efectos secundarios, por ello nace el interés de evaluar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L “molle”.

El molle es utilizado desde tiempos muy antiguos debido a sus propiedades medicamentosas y alimentarias, lo cultivaban por sus frutos para la preparación de la chicha, bebida que era muy consumida por sus propiedades curativas para los riñones y la vejiga; evaporando el líquido para preparar la chicha obtenían un jarabe, miel de molle y continuando la fermentación preparaban vinagre (Torres, 1978).

El sistema antioxidante provee al organismo de defensas contra la acción dañina de los radicales libres; estas defensas son múltiples, variadas y operan en diferentes niveles y momentos. La salud de la población se relaciona con el adecuado balance oxidativo; es decir, los radicales libres y antioxidantes estén en equilibrio de modo tal que se minimice el daño celular y se retarde la aparición de enfermedades (Goodman y Gilman, 1998).

Los radicales libres están presentes en muchas enfermedades como son los procesos inflamatorios crónicos: artritis reumatoidea, hipertensión arterial, diabetes y cáncer, por lo tanto existe la necesidad urgente de buscar especies vegetales con la capacidad de neutralizar los efectos de dicha sustancia, (Suarez, y Oré, 1999).

Los radicales libres causan peroxidación de lípidos en la membrana neuronal, con la consiguiente lesión y pérdida de su función. Por ello se investiga la capacidad de los productos antioxidantes para prevenir las alteraciones metabólicas y las lesiones histológicas provocadas por la isquemia cerebral en animales de experimentación (Flores, 1997).

Por estas consideraciones y con el propósito de contribuir al conocimiento de las bondades que nos ofrece nuestra flora peruana, se ha planteado la investigación teniendo como objetivos:

**Objetivo General:**

- Evaluar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L “molle” por el método de captación de radical libre DPPH.

**Objetivos Específicos:**

- Identificar los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L “molle”.
- Determinar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L “molle”.

## I. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Casanova 2004, realizó una investigación sobre actividad antioxidante y antiulcerosa del extracto acuoso liofilizado de *Calceolaria cuneiformes* R&P Subsp *Cuneiformis* “ayapa zapatun”, utilizando el método espectrofotométrico usando el DPPH como fuente de radicales libres, los resultados mostraron que el extracto acuoso liofilizado de *Calceolaria cuneiformes* presentó una buena actividad antioxidante, con un porcentaje de 86.90% al tratamiento de 125 µg/mL.

Sumari 2003, estudió la capacidad antioxidante de la parte comestible de los frutos de *Opuntia ficus indica* “tuna”, *Opuntia soherenssi* “ayrampo”, con un *Annona cherimolia* “chirimoya”, *Lucuma obovata* “lúcuma”, *Physalis peruviana* “capuli” presentaron una buena actividad antioxidante con un porcentaje mayor a 50 % de inhibición.

Bautista 2000, ha realizado sobre actividad antioxidante por captación de radicales libres en extractos de *Solanum radicans* L.f. “ñuchcu”, *Ligaria cuneifolia* (R&P) Van Tieghem “tullma” y *Lavatera arboórea* L. “malva”; utilizando el método espectrofotométrico con DPPH, donde se demostró que *Ligaria cuneifolia*

presentó buena actividad antioxidante de 95.78 %, seguido de *Solanum radicans* 54.04 % y *Lavatera arbórea* da 19.38 %.

Carhuapoma y col., 2005, realizaron una investigación sobre el estudio de la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de *Luma chequan* (Molina) A. Gray "arrayán", utilizando el modelo DPPH, donde se demostró que el aceite esencial de *Luma chequen* posee actividad antioxidante de 82.35 % a una concentración de 100 µg/mL.

Ramírez, y Ñaccha, 2002, ejecutaron el poder antioxidante por captura de radicales libres de la *Uncaria tomentosa* (Wild) D. C. "uña de gato", frente a *Baccharis salicifolia* "chilco" y *Lapechinia meyanii* "puna salvia".

Ruiz 2002, desarrolló estudio sobre antioxidante en *Schkuhria pinnata* "pikipichana" y *Smallanthus sonchifolius* "yacón" utilizados como antidiabéticos en la provincia de Huamanga, que mostraron una actividad antioxidante de *Schkuhria pinnata* de 71 %, *Smallanthus sonchifolius* de 78 % a una concentración de 2.50 mg/mL respectivamente.

Ramírez 2003, efectuó estudio sobre la actividad antioxidante de los extractos etanólicos del propóleo de *Apis mellifera* "abeja", los cuales presentaron un gran potencial antioxidante teniendo al extracto blando de 2,5 mg/mL, con un porcentaje de inhibición de 84,4 %, que tuvo mayor actividad antioxidante.

Quispe 2004, evaluó la actividad antioxidante por captación de radicales libres del extracto etanólico de las hojas de *Rosmarinus officinalis* "romero" donde se demostraron la actividad antioxidante con un porcentaje de inhibición de 67,26 % en el extracto etanólico al 1%, siendo la actividad antioxidante directamente proporcional a la concentración, y que los flavonoides y taninos son responsables de dicha actividad.

Huamaní 2009, realizó estudio sobre la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de tres variedades de *Allium sativum* L. "ajo" se demostró la actividad antioxidante con un porcentaje de inhibición de 63.13 %, que los flavonoides y taninos son responsables de dicha actividad antioxidante.

## 2.2. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO de *Schinus molle* L. "molle".

- En el estudio de la composición química del aceite esencial de hojas de árboles de *Schinus molle* L por cromatografía gaseosa y espectroscopia de masas, se encontró como componente mayoritario:  $\alpha$  y  $\beta$  – pineno, canfeno, limoneno,  $\beta$  – mirceno,  $\alpha$  – ocimeno; (-) – epi – biciclo - sesquifelandreno (Audizzio, y Chamorro, 2006).
- El aceite esencial de las hojas de *Schinus molle* tiene mayor actividad biocida que el extracto etanólico del mismo, siendo proporcional a la concentración, el aceite esencial de la semilla de *Schinus molle*, tiene actividad antimicrobiana frente a cepas: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* y *Micrococcus lúteus* (sensible), *Escherichia coli*, *Enterobacter aerógenes*, *Acinetobacter sp* y *Citobacter sp* (poco sensible), *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella paratiphy* y *Pseudomonas aeruginosas* resistentes (Carrasco, 1998).

## 2.3. ASPECTOS BOTÁNICOS

### 2.3.1. CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA (*Schinus molle* L "molle")

De acuerdo a la clasificación de Cronquist, (1988), es la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUBCLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	SAPINDALES
FAMILIA	:	ANACARDIACEAE
GENERO	:	Schinus

ESPECIE	:	<b><i>Schinus molle</i> L.</b>
Nombre vulgar	:	"molle"

**Fuente:** Certificado emitido por el Herbarium Huamangensis de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Anexo N° 01).

### 2.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA ANACARDIACEAE

Familia de árboles y arbustos normalmente de hojas alternas y con frecuencia pinnado-compuestas, aunque también se dan las hojas simples. Las flores son regulares y bisexuales. Estas poseen típicamente 5 sépalos unidos, 5 pétalos libres y de 5 a 10 estambres insertados en un disco carnoso.

El fruto es generalmente una drupa, pudiendo ser igualmente una nuez o una sámara. Muchos miembros de esta familia poseen tejidos resinosos. En ocasiones la resina exudada es irritante para la piel.

El género *Schinus* cuenta con alrededor de 30 especies sudamericanas caracterizadas por presentar conductos resiníferos (Perrota y Arambarri, 2004).

El molle es una planta dioica, xerofítica, leñosa, propia de climas secos, cálidos y templados, árbol perennifolio de 4 a 8 metros de altura (Duke, 2002).

Esta familia tiene importancia económica por la producción de taninos y resinas, así como algunos frutos comestibles (pistacho, mango, etc.). Se cultivan especies de los géneros *Anacardium*, *Astronium*, *Cotinus*, *Harpephyllum*, *Lithrea*, *Mangifera*, *Pistacia*, *Rhus*, *Schinus* y *Spondias* (Duke, 2002).

### 2.3.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA, MORFOLOGÍA Y USOS DE *Schinus molle*.

**Etimología:** La palabra molle proviene posiblemente de la palabra quechua "mulli", aunque hay otra opinión que refiere que es de origen Quiché, en donde "MO" significa cierta clase de mosquitos y "LE", hoja. Es decir, hojas de mosquitos (Jaramillo, 1930).

Es conocido popularmente como “molle” “árbol de la vida” “aguaribay”, “cullash”, “huiñau”, “falsa pimentera” Californian pepper tree (Cabieses, 1993, Duke, 2002).

**Forma:** Es un árbol perennifolio, de 4 a 8 metros de altura, en algunos lugares propicios puede llegar a medir hasta 15 m de altura, tiene un diámetro a la altura del pecho de 25 a 35 cm (Duke, 2002).

**Copa/Hojas:** Copa redondeada y abierta, proporcionando sombra moderada, hojas compuestas, alternas, de sombra moderada, de 15 a 18 cm de largo, colgantes, con savia lechosa, imparipinnadas de 15 a 41 folíolos alternos, con nervadura central bien marcada y prominente en ambas caras, generalmente apareados, de 0.85 a 5 cm de largo, estrechamente lanceoladas, de color verde amarillento.

**Ramas / tronco / tallo:** Tronco nudoso, ramas flexibles, colgantes y abiertas, tallo grueso y tortuoso, con frecuentes excreciones corticales y resina blanquecina.

**Corteza:** Corteza rugosa, fisurada, color marrón oscuro, madera dura y compacta.

**Flores:** Panículas axilares en las hojas terminales, de 10 a 15 cm, flores pequeñas y numerosas, miden 6 mm transversalmente; las flores masculinas o estaminadas constan de cáliz y corola de 5 piezas, 10 estambres desiguales insertados sobre un disco, de los cuales 5 alternan con los pétalos, tiene un ovario muy atrofiado no funcional. Las flores femeninas o pistiladas constan de un ovario globoso súpero, uniovular, 3 carpelos y 5 lóculos conteniendo una semilla por lóculo, terminan en 3 pistilos y estigmas en forma de cabezuela, tiene 8 – 10 estaminodios pequeños (Limaylla, 1995), (Romero, y Aucasime, 2005).

**Frutos:** Es una drupa en racimos colgantes, cada fruto de 5 a 9 mm de diámetro, con epicarpio rosado o rojizo brillante frágil y delgado, seco en la madurez, mesocarpio semicarnoso; tiene sabor picante y dulce (Cornejo 1986).

**Distribución geográfica.** El *Schinus molle* es oriundo del Perú, abunda también en Chile, Ecuador, Bolivia, cultivado como árbol ornamental en México. En el Perú se encuentra los 3300 msnm en los andes del sur y 3000 msnm en los andes centrales, habita en quebradas cálidos y abrigadas de los valles interandinos y verticales occidentales de los andes Junín, valle de Mantaro, Cajamarca, 2200 msnm Lima, río Supe, Huánuco, Arequipa; 2500 msnm Cuzco, Valle Urubamba, Ollantaytambo (Palacios, 1997).

## **USOS**

**Industria.** La resina se podría utilizar en la fabricación de barnices, su ceniza es rica en potasa se usa como blanqueador de ropa; así mismo en la purificación del azúcar.

**Curtiente.** La corteza sirve para curtido y teñido de pieles.

**Aromatizante.** Todo el árbol despide un intenso olor perfumado debido a la presencia de abundantes aceites esenciales y volátiles.

**Insecticida.** El aceite esencial de las hojas y frutos ha mostrado ser un efectivo repelente de insectos, particularmente contra la mosca casera.

**Medicinal (hoja, flor, fruto, corteza, resina).** Analgésico, antibacteriano, antidepresivo, antifúngico, antiviral, antiespasmódico, astringente, balsámico, citotóxico, diurético, expectorante, hipotensivo, purgativo, estimulante, laxante.

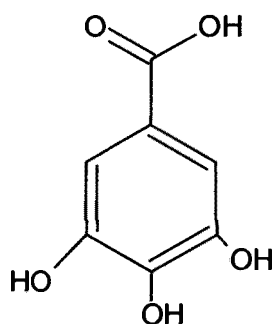
## **2.4. PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS**

**a) FLAVONOIDES.** Son compuestos fenólicos, responsables de la coloración de flores y frutos, por lo tanto “guías de néctar”. Tiene como núcleo básico al 2-fenil cromona. Farmacológicamente son antioxidantes (actúan por quelación de metales), acción antiespasmódica, antiinflamatoria, anticoagulante indirecto de la sangre, acción diurética, antiedematoso, hipocolesterolemiante. También es curtiente en plantas que contiene taninos (Bruneton, 1991).

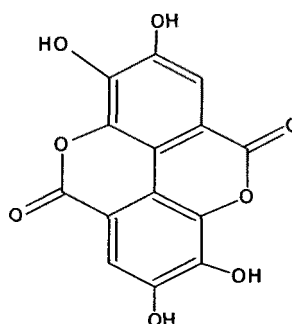
**b) TANINOS.** Son capaces de captar radicales libres e inhiben la peroxidación lipídica, inhibe la autoxidación del ácido ascórbico (vitamina C) (Kuklinski, 2000).

Existen dos grupos: condensados y compuestos fenólicos hidrolizables (taninos gálicos, taninos elágicos), Se encuentran en anacardiáceas (quebracho, zumaques, molle), leguminosas, combretáceas. Se emplean como curtientes, astringente, por vía interna ejerce un efecto antidiarreico y antiséptico, y por vía externa impermeabilizan las capas más externas de la piel y mucosas protegiendo así las capas subyacentes, a esto le añadimos su efecto vasoconstrictor sobre los pequeños vasos superficiales (Bruneton, 1991).

Los taninos tienen también acción antiinflamatoria, lo que hace posible lo siguiente: protege la piel lesionado de los irritantes, impide las exudaciones y secreción de la mucosa (Evans, 1991)



ÁCIDO GÁLICO



ÁCIDO ELÁGICO

**Figura N° 01:** Estructura básica de compuestos fenólicos.

Fuente: Evans, 1991

c) **FENOLES.** Son compuestos del metabolito secundario que pueden proceder de la ruta del ácido shikímico, como los fenoles sencillos como ácidos fenólicos (benzoicos, cinámicos) cumarinas, lignanos flavonoides, antocianos y taninos; o de la ruta del acetato o ruta del ácido mevalónico (antraquinonas y heterósidos antracénicos) (Kuklinski, 2000).

d) **RESINAS.** Son sólidos amorfos, insolubles en agua, solubles en alcohol, de naturaleza química compleja, se encuentra junto a esencias (óleo resinas) y a gomas (gomo resinas), con ambos (óleo - gomo - resinas), también las resinas pueden estar combinadas en forma glucosídica con azúcares. Las resinas conocidas como mástic de la familia anacadiaceae contienen ácidos y alcoholes triterpénicos y son usados para tratar afecciones bucales (Evans, 1991).

e) **AZÚCARES O SACÁRIDOS.** Son carbohidratos que se clasifican de acuerdo al número de carbonos que conforman el compuesto, éstos son monosacáridos, di - tri - y tetrasacáridos. La pentosa y hexosa son las que más se encuentran en las plantas.

**Los azúcares reductores** son todos los monosacáridos, y muchos disacáridos (como lactosa, maltosa, celobiosa y gentiobiosa).

**Los azúcares no reductores,** algunos son disacáridos (sacarosa, trealosa, ésta última encontrada en algunos hongos). Los glucósidos no reductores se pueden

convertir en azúcares reductores por ebullición con ácidos, pero se recuerda que ha de neutralizarse el ácido para la hidrólisis antes del ensayo con fehling, de lo contrario no aparecerá el precipitado de óxido cuproso (Evans, 1991).

## **2.5. RADICALES LIBRES**

Un radical libre es un fragmento molecular con un electrón suelto en su órbita exterior, no apareado, la existencia del electrón sin pareja lo hace muy inestable y recorren nuestro cuerpo intentando robar un electrón con la finalidad de recuperar su estabilidad electroquímica haciéndolo muy peligroso, porque para conseguirlo atacan moléculas estables. Los radicales libres no son intrínsecamente malos, de hecho, nuestro organismo lo produce en cantidades moderadas para luchar contra las bacterias y virus, que son neutralizados fácilmente por nuestro organismo, por enzimas como la catalasa o la superóxido dismutasa (Murray y col., 1994).

Son estructuras pequeñas con electrones desapareados, suelen ser muy reactivos, que buscan con avidez de completar su par de electrones. Esto se logra mediante una reacción entre dos radicales, y ambos dejan de serlo, o bien sustrayendo un electrón de otra molécula lo cual convierte en radical propagándose así una reacción en cadena (Díaz, 1995).

En los sistemas orgánicos, hay dos caminos para la producción de radicales libres. El primero abarca las reacciones iniciadas por drogas, alcohol y otros agentes tóxicos, y el segundo comprende la reducción enzimática controlada de un electrón del oxígeno molecular, proceso que se lleva a cabo durante la respiración normal. La molécula de oxígeno necesita cuatro electrones para ser reducida completamente, formándose estadios intermedios de reducción con la producción de moléculas particularmente reactivas (los radicales). Ciertas restricciones físicas determinan que el oxígeno solo puede recibir un electrón a la vez, para producir agua se necesitan cuatro electrones.

Este camino de reducción del oxígeno lleva a la producción de radicales libres (Litter, 1998; Velasco y col., 1993).

Esos electrones generan un campo eléctrico que no es anulado, lo que ocasiona que la especie química sea paramagnética y por ende altamente reactiva, capaz de actuar en los sistemas biológicos con gran avidez, lo que les conduciría a interactuar rápidamente con otras moléculas con las que entren en contacto, produciendo cambio en la conformación química o en la estructura de los elementos celulares que los hace incompatibles con la vida (Ramón, 1993).

Los radicales libres causan peroxidación de lípidos en la membrana neuronal, con la consiguiente lesión y pérdida de su función. Por ello se investiga la capacidad de los productos antioxidantes para prevenir las alteraciones metabólicas y las lesiones histológicas provocadas por la isquemia cerebral en animales de experimentación (Flores, 1997).

Los reactantes más importantes en la bioquímica de los radicales libres en las células aeróbicas son el oxígeno y sus radicales derivados, los que son conocidos como especies reactivas de oxígeno (ERO). Entre estos tenemos al superóxido ( $O_2^-$ ), hidroxilo ( $HO\cdot$ ), peroxilo ( $RO_2^-$ ), alcoxilo ( $RO\cdot$ ), y el óxido nítrico ( $NO$ ); además de especies no radicalarias como el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), ácido hipocloroso ( $HOCl$ ). Muchas de estas cumplen funciones fisiológicas normales, pero si se generan en exceso pueden resultar muy tóxicos dañando al ADN, lípidos, proteínas y carbohidratos (Sang y col., 1998).

### **2.5.1. Lesión celular inducida por radicales libres**

Un importante mecanismo de lesión de la membrana, es la lesión inducida por radicales libres, en particular por especies de oxígeno activado. Se trata de una vía común final de lesión celular en procesos tan variados como la lesión química y por radiación, la toxicidad por oxígeno y otros gases, el

envejecimiento celular, la muerte microbiana por células fagocíticas, la lesión inflamatoria, la destrucción tumoral por macrófagos y otros. Los radicales libres permiten iniciar reacciones autocatalíticas, por lo que las moléculas con las que reaccionan se convierten ellas mismas en radicales libres para propagar la cadena de lesión (Robbins, 2000).

Los radicales libres pueden iniciarse dentro de las células por:

- La absorción de energía radiante.
- Reacciones endógenas, habitualmente oxidaciones, que se producen durante los procesos metabólicos normales.
- El metabolismo enzimático de sustancias químicas.

El mecanismo de cada una de ellas es distinta pero en todos los casos forman radicales libres que producen la lesión celular.

Los efectos de estas especies reactivas son de amplio rango, pero tres reacciones son importantes para la lesión celular (Robbins, 2000).

a) **Peroxidación de los lípidos de las membranas.** Las membranas plasmáticas y de los organelos poseen ácidos grasos insaturados que son propensos al ataque de los radicales libres derivado del oxígeno, en particular ( $\text{OH}^\cdot$ ) generando más radicales libres, originando una reacción autocatalítica en cadena con lesión de la membrana, organelos y células.

b) **Modificación oxidativa de las proteínas.** Los radicales libres promueven la formación de enlaces cruzados mediada por sulfhidrilo de aminoácidos débiles como la metionina, histidina, cistina y lisina, además de causar una fragmentación de las cadenas de polipéptidos.

c) **Lesiones en el ácido desoxirribonucleico (ADN).** Las reacciones de los radicales libres con tiamina en el **ADN** producen roturas de la hebra simple

del ADN, esto está implicado tanto en la muerte celular como en la transformación maligna de las células.

### **2.5.2. Mecanismos de defensa celular ante los radicales libres.**

Las células tienen una serie de mecanismo de defensa contra los radicales libres que pueden resumirse en (León, 2002).

- a) Defensa enzimática que es la llamada "Prevención" que contrarresta la formación de radicales libres intermediarios a base de oxígeno.
- b) Defensa enzimática de tipo "remoción" de estos radicales libres intermediarios a base de oxígeno.
- c) Defensa no enzimática llamada "neutralización" para aquellos radicales libres altamente reactivos.

### **2.6. ANTIOXIDANTES**

Los antioxidantes son sustancias que tienen la capacidad de inhibir la oxidación causada por los radicales libres (son el batallón que contrarresta los daños). Unos actúan a nivel intracelular y otros en la membrana celular, siempre en conjunto para proteger a los diferentes órganos y sistemas. Pueden ser digeridos como sustancias cuya acción consiste en inhibir la tasa de los nocivos radicales libres, éstos disminuyen las defensas produciendo daño celular con la posibilidad de producir cáncer, arteriosclerosis y envejecimiento.

Los antioxidantes además son un conjunto de vitaminas, minerales, enzimas, que tienen como función proteger a nuestro cuerpo de la formación de radicales libres, las enzimas que las neutralizan en nuestro organismo son cuatro. La superóxido dismutasa, metionina reductora, catalasa y glutatión peroxidasa, las cuales pueden ser suplantados por una dieta rica en antioxidantes como las vitaminas A, E y C, el Zinc, el Selenio (León, 2002).

La mayor parte de las moléculas del organismo sufren un recambio constante, por lo que son periódicamente reemplazados con lo que puede desaparecer el daño (Humberman, 1996).

Por otra parte los antioxidantes pueden ser agrupados como:

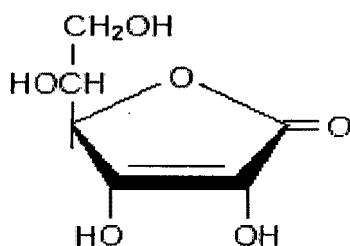
a) **ENZIMATICOS.** El grupo de enzimas que catalizan las reacciones de los radicales libres de oxígeno está integrado por (La Superóxido Dismutasa, la catalasa y el ciclo rédox del Glutation (GSH)) (Humberman, 1996).

b) **NO ENZIMATICOS.** En este grupo de los antioxidantes, tenemos al alfa tocoferol (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C), carotenos (licopeno, caroteno); flavonoides, ácidos fenólicos; alcaloides, etc.

- **La vitamina C o ácido ascórbico.** Es un agente reductor o donador de electrones y reacciona rápidamente con el anión superóxido y con el radical hidroxilo; además es un apresador del singlete del oxígeno y de ácido hipocloroso, poderoso oxidante generado en el sitio de la inflamación (Humberman, 1996).

La vitamina C es una vitamina hidrosoluble imprescindible debido a su participación en muchas reacciones enzimáticas; participa en la síntesis de colágeno y en el proceso de regeneración tisular, importante en el metabolismo de los glúcidos, en la absorción intestinal de fierro, en la formación de cartílago, huesos y dientes y en el funcionamiento corticorrenal (Kuklinski, 2000).

La vitamina C o ácido L-ascórbico es un azúcar ácido derivado del ácido gulónico, que se sintetiza a partir de la glucosa. La especie humana es una de las pocas que carecen de capacidad para sintetizar el ácido ascórbico, por lo que necesita obtenerlo de la dieta; de lo contrario se desarrolla el escorbuto (Flores, 1997).



### ÁCIDO ASCÓRBICO

**Figura N° 02:** Estructura básica de Ácido ascórbico

Fuente: Casanova, 2004

En la inactivación de los radicales libres, el ácido ascórbico dona un electrón y como producto de esta reacción, las especies reactivas son extinguidas, permaneciendo el radical menos reactivo: radical- libre-ascorbil; este radical es reducido a ácido ascórbico u oxidado a ácido dehidroascórbico (Aldecoa, 1995).

- **La vitamina E**, es una vitamina hidrosoluble imprescindible debido a su participación en muchas reacciones enzimáticas. Participa en la síntesis de colágeno y en los procesos de regeneración tisular, en la formación de cartílagos, huesos y dientes y en el funcionamiento corticosuprarrenal.
- **Carotenoides**, como el licopeno (mejor agente neutralizador del oxígeno singlete  $^1O_2$  conocido), los beta carotenos (Lock de Ugaz 1996).
- **Los ácido fenólicos**, también han sido implicados en repetidas veces como antioxidantes, los cuales inhiben cerca de 80% de la formación de peróxido en un sistema de prueba (Lock de Ugaz 1996).
- **Los taninos**, puros han permitido ensayar acciones farmacológicas y muchas de ellas se relacionan con la actividad antioxidante y captura de radicales libres (Lock de Ugaz 1996).
- **Los alcaloides**, pueden jugar un rol importante en la protección de los tejidos de las plantas contra el daño oxidativo del oxígeno singlete. Varios de lo

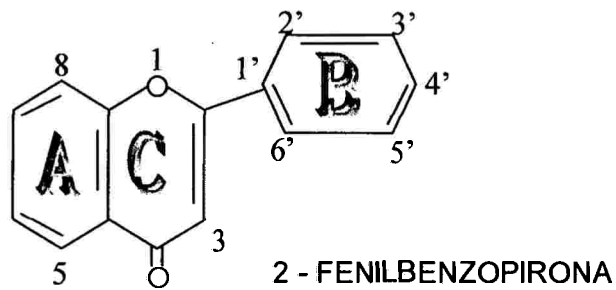
alcaloides de plantas superiores son potentes inhibidores de varios procesos oxidativos tanto in vivo como in vitro, pero su mecanismo de acción aún no han sido descrito (Lock de Ugaz 1996).

### **2.6.1. Flavonoides**

Los flavonoides son compuestos fenólicos, producto de la ruta biosintética del ácido fenilpropanoico, intervienen en los vegetales en la formación de pigmentos, frente a la radiación ultravioleta, en la defensa durante la interacción planta-patógeno, entre otros (Villar del Fresno, 1999).

Los flavonoides provienen del metabolismo secundario de los vegetales a través de la ruta del Acido shikímico y la ruta de los policétidos. Los flavonoides están ampliamente distribuidos en los vegetales superiores, se encuentran en todas las plantas superiores, sobre todo en partes aéreas, hojas, flores, frutos; algunos flavonoides son los responsables del color amarillo de ciertas plantas.

La estructura es de tipo C6-C3-C6, con dos anillos aromáticos (bencénico) unidos entre sí por una cadena de 3 carbonos, ciclada a través de un oxígeno; se consideran que su estructura deriva de la  $\gamma$ -cromonas, todos los flavonoides poseen un carbonilo en la posición 4 así pues son 2-fenil-  $\gamma$ -cromonas; y las variaciones se producen en las posiciones 1,2,3 de la unidad C3 y en el anillo B son estructuras hidroxiladas (OH) en el anillo aromático y son polifenólicos. Los flavonoides son sustancias fácilmente oxidables y por tanto antioxidantes por que oxidan con mayor rapidez que otro tipo de sustancias (Kuklinski, 2000).



**Figura N° 03:** Estructura básica de un flavonoide

Fuente: Villar del Fresno, 1999.

Los flavonoides están ampliamente extendidos en el reino vegetal constituyendo la mayoría de los pigmentos amarillos (flavonas, flavonoles, charconas, auronas), rojos y azules (antocianos); son particularmente abundantes en plantas vasculares (Villar del Fresno, 1999).

Otras propiedades:

- Antialérgicas
- Antimicrobianos
- Antivíricas
- Antiagregante plaquetario
- Diurética

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. UBICACIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios del Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, durante los meses de julio a octubre del 2011.

### **3.2. MATERIALES**

#### **3.2.1. Muestra biológica**

Las muestras de hojas, tallos y frutos fueron colectados en los jardines del Campus Universitario, durante los meses de febrero a marzo del 2011. La identificación y clasificación de la planta se realizó en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Para la determinación de la actividad antioxidante los reactivos utilizados fueron 1,1-difenil-2-picril hidrazilo (Sigma-Aldrich), vitamina C(Merck), ácido tánico (Baker).

### **3.3. RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. Preparación de extracto**

- Luego de la recolección de las hojas, tallos y frutos de *Schinus molle*, se procedió al secado a temperatura ambiente, en un lugar ventilado bajo sombra.
- Se pesó la cantidad de 300 g de hojas, 300 g de tallos y 300 g de frutos de *Schinus molle* y luego se procedió a reducir de tamaño mediante la utilización de un molino de mano.
- Se humedeció con la cantidad del solvente para su maceración, con 400 mL de solvente al 50% aproximadamente.
- La mezcla (droga – solvente) se colocó en un recipiente oscuro bien tapado.
- La maceración se realizó durante 14 días, previa agitación para la buena extracción de los metabolitos responsables de la actividad a ensayar.
- Luego transcurrido del tiempo se procedió al filtrado respectivo, y cada filtrado se colocó en un recipiente de porcelana para luego poder eliminar el solvente hasta obtener las muestras secas.

#### **3.3.2. Screening fitoquímico.**

Finalmente se procedió el screening fitoquímico, para poder identificar los metabolitos presentes en la muestra del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. “molle (Miranda y Cuellar 2000).

### **3.4. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE**

#### **3.4.1. Determinación de la actividad antioxidante por el método de captación del Radical Libre (DPPH)**

##### **Procedimiento.**

Se prepararon

1. Una solución de DPPH (1,1 difenil-2-picril hidrazilo) de 20 mg/L en metanol.

2. Se preparó una solución metanólica de los extractos en una concentración de 300 mg/mL (Solución A).
3. Un blanco con metanol: agua (2:1) para calibrar el espectrofotómetro a cero.
4. Un blanco de muestra con 0.75 mL de muestra (Sol. A) y 1.5 mL de metanol.
5. Un patrón de referencia con 1,5 mL de solución de DPPH y 0,75 mL de metanol.
6. La muestra con 0.75 mL de solución A, y 1,5 mL de solución DPPH, obteniéndose una concentración final de 100 µg/mL, se dejó a temperatura ambiente por 15 minutos y se procedió a la lectura de la absorbancia a 515 nm en un espectrofotómetro marca UNICO; Modelo 2800 UV/VIS SPECTROPHOTOMETER.
7. Las lecturas de las absorbancias del patrón de referencia (1) y del blanco de la muestra (4).
8. La dilución de la solución A (2) con metanol en una proporción de 5:5 (solución B) para obtener una concentración final de 50 µg/mL y en una proporción de 2:8 (solución C) para obtener una concentración final de 10 µg/mL.
9. Con estas soluciones B y C se procedió igual a lo establecido en el numeral 6 y 7.

Para la comparación el estándar (vitamina C, ácido tánico) se prepararon al igual que la muestra, los cuales se mezclaron a la solución DPPH (0,75 mL estándar con 1,5 mL DPPH), obteniéndose las concentraciones finales en la mezcla de 100 µg/mL, 50 µg/mL y 10 µg/mL, respectivamente.

El cálculo de la actividad antioxidante por captación de radicales libres, se determinó empleando la siguiente fórmula:

$$\% AA = \left[ 1 - \left( \frac{Amp - Abmp}{Aref} \right) \right] \times 100$$

Donde:

% AA : Porcentaje de Actividad Antioxidante.

$A_{mp}$  : Absorbancia de muestra problema.

$A_{bmp}$  : Absorbancia de blanco de muestra problema.

$A_{ref}$  : Absorbancia de la mezcla de DPPH.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó a través del análisis de varianza (ANVA) representando en cuadros y gráficos para ver la diferencia significativa, considerando al 95 % de nivel de confianza.

### **III. RESULTADOS**

**CUADRO N° 01:** Metabolitos secundarios en el extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Shinus molle* L. "molle". Ayacucho 2011

Metabolitos secundarios	Ensayos	Extracto hidroalcohólico		
		Hojas	Tallos	Frutos
Alcaloides	Dragendorf	-	-	-
	Mayer	-	-	-
	Wagner	-	-	-
Azúcares reductores	Benedict	-	-	+
	Tollens	-	-	+
Saponinas	Espuma	+	+	-
Lactonas y/o cumarinas	Baljet	++	+	-
Flavonoides	Shinoda	+++	++	-
Fenoles y/o taninos	Cloruro férrico	++	++	+
Principios amargos		++	++	+

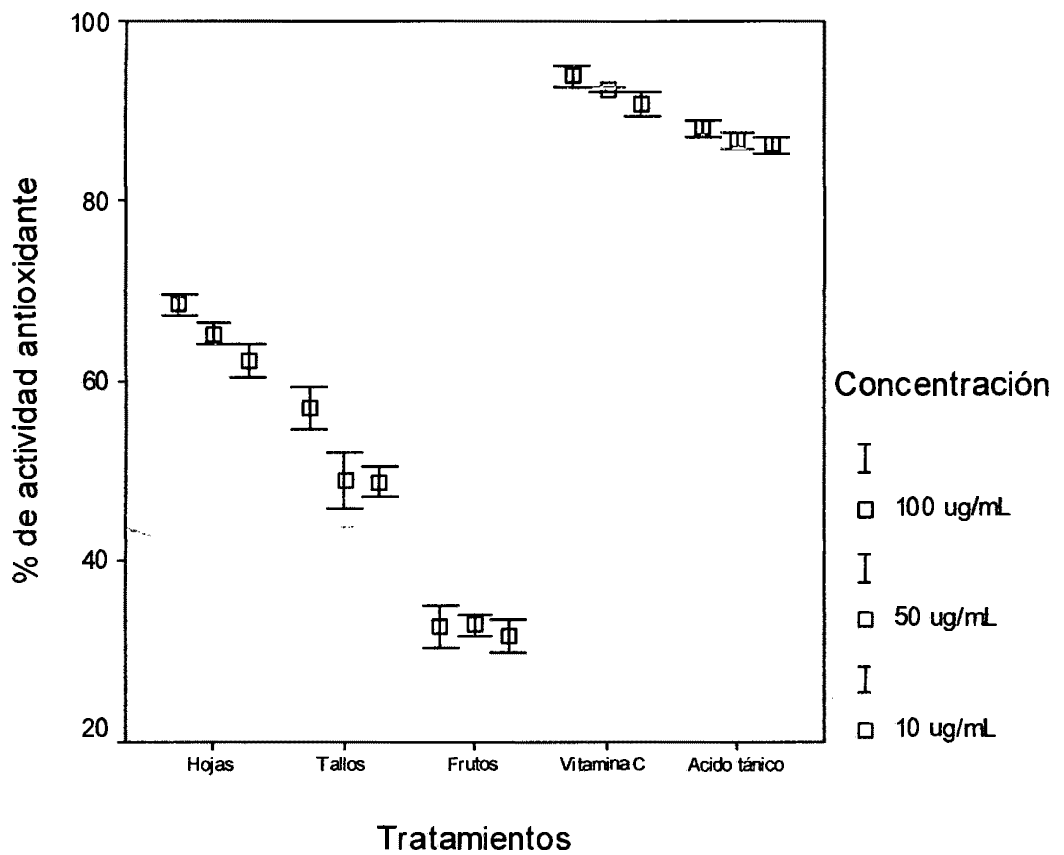
**LEYENDA:**

(-): Ausente

(+): Escasa

(++): Buena

(+++): Excelente



**Gráfico Nº 01:** Variación de la actividad antioxidante por captación de radicales libres (DPPH) del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. "molle". Ayacucho 2011.

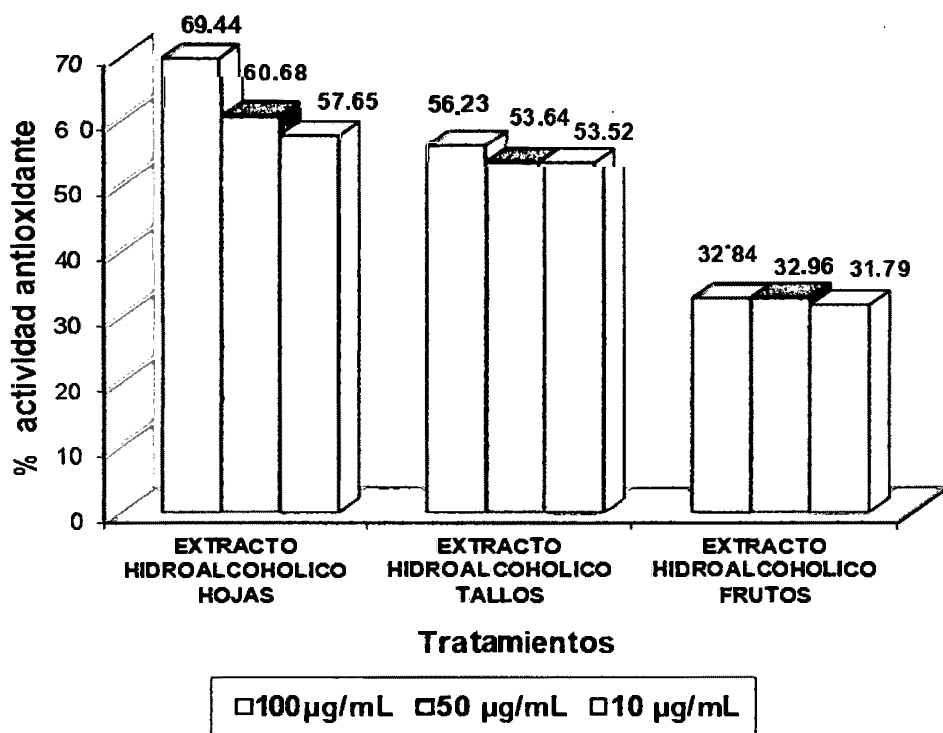


Gráfico N° 02: Porcentajes de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. "molle". Ayacucho 2011.

#### IV. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se propuso demostrar que las plantas medicinales utilizadas en la medicina popular, contienen principios activos con propiedades antioxidantes, siendo los compuestos fenólicos como flavonoides, taninos, polifenoles son los responsables de dicha actividad. *Schinus molle* es una planta originaria del Perú. Se le atribuye diversas propiedades medicinales, motivo por el cual decidí investigar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle*, "molle".

En el cuadro N° 01. Se muestra la determinación de la presencia de los flavonoides, taninos, lactonas y/o cumarinas, polifenoles, presencia de azúcares reductores y saponinas en el extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. "molle", los cuales son responsables de propiedades antioxidante.

En el gráfico N° 01. Se observa la variación de la actividad antioxidante por captación de radical libre; por efecto de extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. "molle" comparado con el estándar de vitamina C y ácido tánico.

El cuadro N° 02. (Anexo N° 03) muestra que el extracto hidroalcohólico de hojas tuvo un 69.44 %, seguido del tallo con un 56.23 % y el fruto con 32.84 % de actividad antioxidante respectivamente; mientras el estándar de la vitamina C tuvo 93.95 % y el ácido tánico un 88.15% de actividad antioxidante respectivamente, lo cual confirmaría que el extracto hidroalcohólico de hojas de *Schinus molle* L. "molle" posee una significativa actividad antioxidante comparado con la vitamina C y ácido tánico.

Según la bibliografía los principales componentes activos del molle son flavonoides, lactonas, fenoles, taninos, saponinas, azúcares reductores (fructosa y glucosa) (Cáceres, 1995).

El método utilizado para determinar la actividad antioxidante en el presente trabajo de investigación fue por captación de radical libre del DPPH (1,1- difenil-2-picril hidrazilo), que da mayor confianza y seguridad en los resultados.

En los trabajos realizados sobre actividad antioxidante de las especies vegetales de (*Oenothera rosea*, *Ligaria cuneifolia*, *Calceolaria cuneiformes* R.p. *Sub sp. Cuneiformes*, *Rosmarinus officinalis*) demuestran que los metabolitos secundarios encontrados en mayor cantidad son los flavonoides y taninos; y que dichos metabolitos son los responsables de la actividad antioxidante (Bautista, 2002; Casanova, 2004; Quispe, 2004).

En el cuadro N° 02 (Anexo N° 03) Se muestran que el extracto hidroalcohólico de hojas de *Schinus molle* L. "molle", a una concentración de 100 µg/mL presentó mayor porcentaje de actividad antioxidante de 69.44 %, a la concentración de 50 µg/mL posee un 60.68 % y a una concentración de 10 µg/mL mostró un 57.65 % de actividad antioxidante; esta actividad antioxidante está en función a la concentración, es decir a mayor concentración mejor actividad antioxidante; de igual manera se muestra que el extracto

hidroalcohólico de tallos de *Schinus molle* L. "molle", a una concentración de 100 µg/mL presentó un 56.23 %, a 50 µg/mL mostró un 53.64 %; y a la concentración de 10 µg/mL, del extracto presentó un 53.52 % de actividad antioxidante; el extracto hidroalcohólico de frutos de *Schinus molle* L. "molle" no muestra actividad antioxidante.

Asimismo confirmado por el análisis de varianza cuadro N° 03 (Anexo N° 04), esto se explica que hay diferencia significativa entre hojas, tallos y frutos del extracto hidroalcohólico de *Schinus molle* L. "molle". Según Villar del Fresno (1999), asume que las plantas tienen actividad antioxidante principalmente debido a los flavonoides y también dependen de la cantidad y calidad de los mismos.

Mientras que la diferencia de la actividad antioxidante se debe a la cantidad y calidad de los flavonoides presentes en la composición química de la especie ensayada.

En el mismo gráfico N° 02. Se analiza igualmente el tratamiento a los tres concentraciones del extracto, observándose que los extractos de hojas presentan mejor capacidad de captación de radical libre DPPH, en comparación que el estándar de la vitamina C y ácido tánico tienen mayor capacidad captadora; esto estaría indicando que cuanto mayor es la concentración del extracto hidroalcohólico de hojas de *Schinus molle* L. "molle" tiene mejor actividad antioxidante.

Los resultados detallados línea anterior demuestran que el extracto hidroalcohólico de hojas de *Schinus molle* L. "molle" a la concentración de 100 µg/mL expresados en porcentajes poseen mejor actividad antioxidante, seguido a la concentración de 50 µg/mL y 10 µg/mL, más no así respecto a la vitamina C, ácido tánico; es decir que la actividad antioxidante es directamente proporcional a la concentración.

Posiblemente que los metabolitos secundarios presentes en las hojas, tallos de *Schinus molle* L. "molle", sean los responsables de la actividad antioxidante, como se muestra en el estudio de screening fitoquímico.

Según trabajo realizado por Huamaní (2009), sobre actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de *Allium sativum* L. "ajo", obteniendo con un porcentaje de inhibición de radicales libres a concentración de 100 µg/mL presentó un porcentaje de 63.13 %, y menciona que la actividad antioxidante se debe a la presencia de flavonoides.

Con los resultados se concluye que las hojas tienen mayor contenido de compuestos químicos con actividad antioxidante que el tallo y frutos no tiene actividad antioxidante, pero aún no así comparado con la vitamina C y ácido tánico que posee mayor actividad antioxidante como estándar.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los metabolitos secundarios presentes en los extractos hidroalcohólicos de hojas, tallos y frutos de *Shinus molle* L. "molle", son los compuestos fenólicos, alcaloides, taninos, flavonoides, lactonas, azúcares reductores y saponinas respectivamente.
2. El extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Shinus molle* L. "molle" mostraron actividad antioxidante de captación de radicales libres, en relación a la vitamina C y ácido tánico.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Proseguir el estudio de la planta de *Schinus molle* L. "molle", ya que posee muchas propiedades farmacológicas, es así que se pueden preparar diversos preparados galénicos como antiinflamatorio, antibacteriano, antiespasmódico y repelentes.
2. Valorar a través de los trabajos de investigación los recursos vegetales de la región como el *Schinus molle*, que tiene muchas propiedades medicinales y además es el mejor purificador del oxígeno.
3. Finalmente realizar más pruebas farmacológicas in vivo con animales vivos, e in vitro con organelos.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Aldecoa, F.** 1995. Radicales libres, antioxidantes y cáncer. Revista Médica de la Fundación Instituto Hipólito Unanue. Diagnóstico. Vol.34 Nº 5 Set-Oct. Lima- Perú.
2. **Audizzio, W.; Chamorro, E.** 2006. "Identificación de los componentes del aceite esencial de hojas de *Schinus molle*". Grupo de Investigación en Química Orgánica y Biológica. Facultad Regional del Chaco. Boletín IV.
3. **Bautista, W.** 2002. Determinación de la actividad antioxidante por captación de radicales libres en extractos de *Solanum radicans L.f "ñuchku"*, *Ligaria cuneifolia "tullma"* y *Lavatera arborea L. "malva"*. Tesis para optar el Título profesional de Químico Farmacéutico. UNSCH Ayacucho Perú.
4. **Brack, A.** 1999. Diccionario Enciclopédico de plantas útiles del Perú – Cuzco. Centro de Estudios Regionales Andinas "Bartolomé de las Casas".
5. **Bruneton, J.** 1991. Elementos de Fitoquímica y Farmacognosia primera edición Editorial Acribia S.A. Impreso en Zaragoza - España.
6. **Cabieses, F.** 1993. Apuntes de medicina tradicional. La racionalización de lo irracional. CONCYTEC. Lima.
7. **Cáceres, A.** 1995. Plantas medicinales en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Editorial Universitaria. Guatemala – Julio.
8. **Cadenas, E.** 2002. Sustancias Flavonoides: Revisión Temática. Antioxidantes y calidad de vida.
9. **Carhuapoma, M.; Bonilla, P.; Suarez, S.; Vila, y López, S.** 2005. Estudio de la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de *Luma chequen* (Molina) A. Gray "arrayán". Revista Ciencia e Investigación

Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Facultad de Farmacia y Bioquímica Vol. 8(2) pp. 73 al 78. Lima-Perú.

10. **Carrasco, E.** 1998. Estudio de aceites esenciales y determinación de la actividad antimicrobiana del fruto de *Schinus molle*, "molle". Tesis de Maestría de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
11. **Casanova, G.** 2004. Actividad antioxidante y antiulcerosa del extracto acuoso liofilizado de *Calceolaria cuneiformes* R.p. Sub sp. *Cuneiformes* "ayapata zapatum". Tesis para optar el Título profesional de Químico Farmacéutica. UNSCH Ayacucho - Perú.
12. **Cornejo, V.** 1986. Estudio morfológico estructural de plantas medicinales de uso más frecuentes en Ayacucho y plantas medicinales y su utilización. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Biológicas. Instituto de investigación de Ciencias Biológicas. Ayacucho Perú.
13. **Díaz, Z.** 1995. Bioquímica 2<sup>da</sup> Edición. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill México.
14. **Duke, F.; Brogenschutz-Godwin, M.; Du collier, J. and Duke, P.** 2002. Handbook of medicinal herbs. Second edition CRC PRESS Florida EE.UU.
15. **Evans, W.** 1991. Farmacognosia Edit. Interamericana Mc Graw Hill. México.
16. **Flores, J.** 1997. Farmacología Humana. 3<sup>a</sup> Edición. Ediciones MASSON S.A. Barcelona - España.
17. **Goodman & Gilman, A.** 1998. Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica. 9na edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. México.

18. **Huamaní, C.** 2009. Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de tres variedades de *Allium sativum* L. "ajo". Tesis para optar el Título profesional de Químico Farmacéutico. UNSCH Ayacucho Perú.
19. **Humberman, A.** 1999. "La importancia médica de los radicales libres de oxígeno". en: Gaceta Médica de México. Órgano oficial de la Academia Nacional de Medicina. Vol. 132 Número 02. Editorial Láser S.A. México.
20. **Jaramillo, P.** 1930. Estudio Farmacográfico de la resina de *Schinus molle*, "molle". Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis Profesional.
21. **Kuklinski, C.** 2000. Farmacognosia: estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Editorial Omega. Barcelona.
22. **León, P.** 2002. Curso de antioxidantes y radicales libres. Facultad de Ciencias y Filosofía. Universidad Peruana Cayetano Heredia.
23. **Limaylla, C.** 1995. "Estudio Integral de los frutos del molle". Instituto de Investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
24. **Litter, M.** 1998. Compendio de Farmacología. Editorial el Ateneo 4ª edición. Buenos Aires – Argentina.
25. **Lock de Ugaz, O.** 1996. "Revista de Química" vol. X, Nº 1 Pontificia Universidad Católica del Perú. fondo editorial Lima Perú.
26. **Miranda, M. y Cuellar, A.** 2000. Manual de Prácticas de Laboratorio Farmacognosia y Productos Naturales; Ciudad Habana.
27. **Murray, R.; Mayes, P.; Granner, D. y Rodwell, P.** 1994. "Bioquímica de Harper". décima tercera edición. Editorial el Manual Moderno S.A. de C.V. impreso en los talleres de fuentes impresoras S.A. – México.
28. **Quispe, C.** 2004. Evaluación de la actividad antioxidante por captación de radicales libres del extracto etanólico de las hojas de *Rosmarinus officinalis*

- "romero". Tesis para optar el Título profesional de Químico Farmacéutica UNSCH Ayacucho Perú.
29. **Palacios, J.** 1997. Plantas medicinales nativas del Perú, serie Ciencias CONCYTEC, 2ª Edición Nº 17 Lima Perú.
  30. **Perrota, V. y Arambarri, A.** 2004. Anatomía foliar de *Schinus molle*; Acta Farm Bonaerense 23(2): 142-7.
  31. **Ramírez, A.** 2003. Evaluación in vitro de la actividad antioxidante del extracto etanólico del propóleo de *Apis mellifera* "abeja". Tesis para optar el Título profesional de Químico Farmacéutico. UNSCH Ayacucho Perú.
  32. **Ramírez, E. y Ñaccha, J.** 2002. Evaluación del poder antioxidante por captura de radicales libres de la *Uncaria tomentosa* (Wild) D.C. "uña de gato", *Baccharis salicifolia* "chilco" y *Lepechinia meyenii* "puna salvia". UNSCH Ayacucho - Perú.
  33. **Ramón, J.** 1993. "Radicales libres y oxidantes en clínica humana" Idepsa, Madrid.
  34. **Robbins, S.** 2000. Tratado de patología estructural y funcional sexta edición Editorial Mc Graw – Hill Interamericana Editores S.A. México.
  35. **Romero, A, y Aucasime, L.** 2005. "El molle" Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga - Ayacucho.
  36. **Ruiz, H.** 2002. Antioxidantes en *Schkuhria pinnata* "pikipichana" y *Smallanthus sonchifolius* "yacón" utilizados como antidiabéticos en la provincia de Huamanga. Tesis para optar el Título profesional de Químico Farmacéutico. UNSCH. Ayacucho - Perú.
  37. **Sang, L.; Zakaria, H.; Mbwambo, H.; Gomez, E.; Mehta, R.; Douglas, A.; Pezzuto, J.** 1998. "Evaluation of the antioxidant potencial of natural products". Combinatorial Chemistry y High throughput Screening.

38. **Schinus molle L. "molle"** (<http://www.ciedperu.org/productos/molle.htm>).
39. **Suárez, S. y Oré, R.** 1999. Resumen de curso de radicales libres su importancia en la clínica y el laboratorio. Instituto de Bioquímica y Nutrición. Facultad de Medicina Humana. UNMSM Lima – Perú.
40. **Sumari, P.** 2003. Evaluación de la capacidad de actividad antioxidante de la parte comestible de los frutos de *Opuntia ficus indica* "tuna", *Opuntia Soherenssi* "ayrampo", *Annona cherimolia* "cherimoya", *Lucuma oobata* "lúcuma", *Physalis peruviana* "capulí". Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Ayacucho - Perú.
41. **Torres, J.** 1978. Elaboración de chicha, vinagre y extracción de aceite esencial de molle. Tesis Ingeniero Químico UNAM Lima.
42. **Velasco, A.; Lorenzo, P.; Serrano, J. y Andrés-Trelles, F.** 1993. "Farmacología Velásquez". décimo sexta edición Editorial Mc Graw Hill Interamericana España.
43. **Villar del Fresno, A.** 1999. Farmacognosia General. proyecto síntesis Farmacia primera edición Editorial Síntesis S.A. impreso en España.

**ANEXO**

## ANEXO N°01



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 Bach. en Farmacia y Bioquímica, Sr. **Andrés, MENDOZA URBANO**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y clasificada según el Sistema de Clasificación de CRONQUIST. A. (1988), y es como sigue:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	SAPINDALES
FAMILIA	:	ANACARDIACEAE
GÉNERO	:	Schinus
ESPECIE	:	<b><i>Schinus molle L.</i></b>
Nombre vulgar	:	"molle"

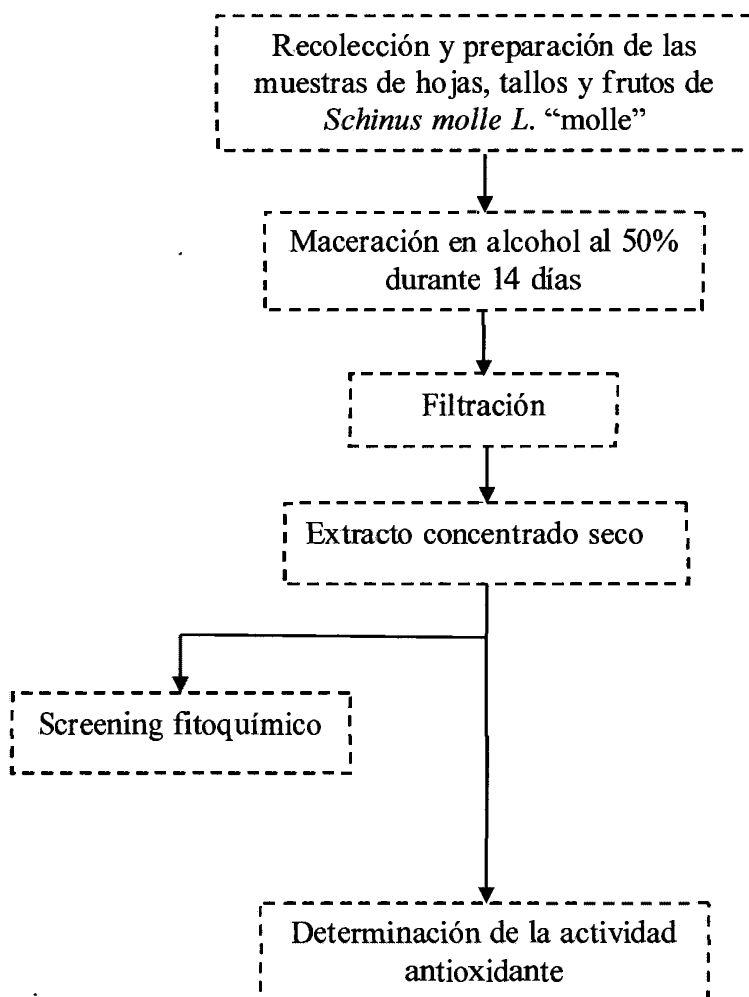
Se expide la certificación correspondiente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho 02 de Diciembre del 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
HERBARIUM HUAMANGENSIS  
  
**Sra. Laura Aucastine Medina**  
JEFE

## ANEXO Nº 02

### Diseño Metodológico



**ANEXO N° 03**

**Cuadro N° 03:** Análisis de varianza de la actividad antioxidante por concentración con respecto a los tratamientos, del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L "molle". UNSCH Ayacucho - 2011.

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

	Método único				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
% de actividad antioxidante	6375.288	1	6375.288	16.416	.000
Covariables	131.974	2	65.987	.170	.844
Efectos principales	6507.263	3	2169.088	5.585	.003
Modelo	15922.943	41	388.364		
Residual	22430.206	44	509.777		
Total					

a. % de actividad antioxidante por Concentración con Tratamientos

b. Todos los efectos introducidos simultáneamente

ANEXO N° 04



**Fotografía N° 01:** Recolectando hojas de *Schinus molle* L. "molle" en los jardines de Campus Universitario. UNSCH.

ANEXO N° 05



Fotografía N° 02: Frutos maduros de *Schinus molle* L. "molle".

ANEXO Nº 06



Fotografía Nº 03: Muestras de extractos de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L.

**ANEXO N° 07**



**Fotografía N° 05:** Reactivo de DPPH listo para su uso en el espectrofotómetro.

## ANEXO N°08



Fotografía N° 07: Muestras preparados para la lectura correspondiente en el espectrofotómetro.

**ANEXO N°09**



**Fotografía N° 08:** Equipo de espectrofotómetro MARCA UNICO, MODELO 2800 UV/VIS SPECTROPHOTOMETER UNSCH. Ayacucho - 2011.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
Actividad Antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle". Ayacucho 2011	¿Tendrán actividad antioxidante los extractos hidroalcohólicos de hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle"?	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle" por el método de captación de radicales libres.</li> </ul> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los metabolitos secundarios presentes del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle".</li> <li>- Determinar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle".</li> </ul>	<p>Los radicales libres son los que producen daños en el organismo; las células se defienden de estos por diferentes mecanismos: Prevención, remoción y neutralización. Por lo cual los antioxidantes (vit, minerales, enzimas) inhiben la tasa de R.L. dentro en nuestro organismo; por eso la necesidad de investigar en ciertas plantas la acción farmacológica como protectores de nuestro organismo.</p> <p><i>Schinus molle</i> es una planta nativa del Perú; fue un árbol sagrado de los Incas, quienes lo llamaron molle por su inmensa propiedad curativa como: analgésico, antifúngico, antimicrobiano, antiviral, antiespasmódico, astringente, diurético, hipotensivo, laxante, titótoxico.</p>	<p>Los extractos hidroalcohólicos de hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle" tienen actividad antioxidante.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Actividad antioxidante.</p> <p><i>Indicadores:</i></p> <p>Porcentaje de decoloración del radical (DPPH).</p> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle".</p> <p><i>Indicadores:</i></p> <p>Concentración del extracto de 10µg/mL, 50µg/mL y 100µg/mL.</p>	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>Hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle" colectados de los jardines del Campus Universitario.</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p>Hojas, tallos y frutos de <i>Schinus molle</i> L., "molle" 300 g de cada uno.</p> <p><b>MÉTODO</b></p> <p>Se ejecutó por el método de captación de radicales libres con 1,1-difenil-2-picril hidrazilo (DPPH).</p> <p><b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b></p> <p>Los resultados se reportan en cuadros y gráficos, el análisis de varianza, considerando un 95 % de nivel de confianza.</p>

## “Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. “molle” Ayacucho – 2011”

Andrés, MENDOZA <sup>1</sup>Enrique Javier, AGUILAR <sup>2</sup>Johnny Aldo, TINCO <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Formación Profesional de Farmacia y Bioquímica. UNSCH.

<sup>2</sup> Laboratorio del Área de Farmacia - Facultad de Ciencias Biológicas – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Perú.

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de demostrar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. “molle”, desarrollado entre los meses de julio a octubre del presente año, en los Laboratorios del Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Las hojas, tallos y frutos fueron colectados en los jardines del Campus Universitario, los metabolitos secundarios fueron determinados mediante reacciones de coloración y precipitación y la actividad antioxidante mediante la prueba de captación del radical libre DPPH.

Los metabolitos secundarios presentes en las hojas y tallos fueron: saponinas, lactonas y/o cumarinas, flavonoides, fenoles y/o taninos, principios amargos; y en los frutos azúcares reductores, fenoles y/o taninos y principios amargos.

El extracto hidroalcohólico de las hojas obtuvo un 69.44 %, seguido del tallo con un 56.23 % y el fruto con 32.84 % de actividad antioxidante respectivamente; mientras que la actividad antioxidante de la vitamina C y ácido tánico fueron 93.95 % y 88.15% respectivamente. El análisis de varianza de las diferencias de los promedios de actividad antioxidante entre hojas, tallos y frutos mostró significancia estadística al 95% de confianza.

Se concluye que las hojas tienen mayor contenido de compuestos químicos con actividad antioxidante que el tallo y el fruto no tiene actividad antioxidante.

**PALABRAS CLAVE:** *Schinus molle*, extracto hidroalcohólico, actividad antioxidante.

### ABSTRACT

This research work was carried out to demonstrate the antioxidant activity of hydroalcoholic extract of the leaves, stems and fruits of *Schinus molle* L. “molle” developed between July and October this year, in the laboratories of the Department of Pharmacy, School of Biological Sciences, National University of San Cristóbal de Huamanga. The leaves, stems and fruits were collected in the gardens of the University Campus, secondary metabolites were determined by color and precipitation reactions and antioxidant activity by proving uptake of free radical DPPH. The secondary metabolites present in the leaves and stems were: saponins, lactones and / or coumarins, flavonoids, phenols and / or tannins, bitter principles, and reducing sugars in the fruits, phenols and / or tannins and bitter principles. The hydroalcoholic extract of leaves obtained a 69.44%, followed by the stem with a 56.23% and 32.84% of fruit with antioxidant activity respectively, whereas the antioxidant activity of vitamin C and tannic acid were 93.95% and 88.15% respectively. Analysis of variance of differences in mean antioxidant activity between leaves, stems and fruits showed statistical significance at 95% confidence.

It is concluded that the leaves have a higher content of chemical compounds with antioxidant activity than the stem and the fruit does not have antioxidant activity.

**KEY WORDS:** *Schinus molle*, hydroalcoholic extract, antioxidant activity

### INTRODUCCIÓN

La amplia y variada flora Peruana es y seguirá siendo uno de los recursos naturales más importantes, sobre todo por su aplicación en el campo de la medicina, debido a ello se ha incrementado el interés por el estudio científico de las plantas, por lo cual surgen una serie de trabajos de investigación encaminados a demostrar las propiedades medicinales de las plantas y a la búsqueda de nuevos agentes terapéuticos (Brack, 1999)

Los recursos vegetales constituyen una buena fuente de sustancias con propiedades antioxidantes, en las que podemos citar a la vitamina C, los compuestos fenólicos, los flavonoides, los taninos y otros compuestos químicos de naturaleza análoga.

La fitofarmacología y la fitoterapia buscan una investigación en procura de mantener el uso y forma medicinal en beneficio de la población. Por tanto urge la necesidad de continuar la investigación de plantas medicinales en nuestro medio.

En el Perú, especialmente a nivel popular, numerosas plantas son utilizadas en el tratamiento de diversas enfermedades.

La incorporación y utilización de las plantas medicinales en el tratamiento de diversas enfermedades, son prácticas comunes en la medicina tradicional, hoy en día es evidente que el interés de las sustancias de origen vegetal va en aumento, porque ofrecen en algunos casos ventajas en relación a los medicamentos clásicos, como en la baja incidencia de efectos secundarios, por ello nace el interés de evaluar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L. “molle”.

El molle es, utilizado desde tiempos muy antiguos debido a sus propiedades medicamentosas y alimentarias, lo cultivaban por sus frutos para la preparación de la chicha, bebida que era muy consumida por sus propiedades curativas para los riñones y la vejiga; evaporando el líquido para preparar la chicha obtenían un jarabe, miel de molle y continuando la fermentación preparaban vinagre (Torres, 1978)

#### Correspondencia:

Andrés M. mendoza\_urbano@hotmail.com

Fac. Cs. Biológicas UNSCH. Av. Independencia S/n Ciudad Universitaria.

Tel: (066) 812510 Anexo 145

biounsch\_decano@latinmail.com

El sistema antioxidante provee al organismo de defensas contra la acción dañina de los radicales libres; estas defensas son múltiples, variadas y operan en diferentes niveles y momentos. La salud de la población se relaciona con el adecuado balance oxidativo; es decir, los radicales libres y antioxidantes estén en equilibrio de modo tal que se minimice el daño celular y se retarde la aparición de enfermedades (Goodman y Gilman, 1998)

Los radicales libres están presentes en muchas enfermedades como son los procesos inflamatorios crónicos: artritis reumatoidea, hipertensión arterial, diabetes y cáncer, por lo tanto existe la necesidad urgente de buscar especies vegetales con la capacidad de neutralizar los efectos de dicha sustancia, (Suarez, y Oré, 1999)

Los radicales libres causan peroxidación de lípidos en la membrana neuronal, con la consiguiente lesión y pérdida de su función. Por ello se investiga la capacidad de los productos antioxidantes para prevenir las alteraciones metabólicas y las lesiones histológicas provocadas por la isquemia cerebral en animales de experimentación (Flores, 1997)

Por estas consideraciones y con el propósito de contribuir al conocimiento de las bondades que nos ofrece nuestra flora peruana, se ha planteado identificar los metabolitos secundarios y determinar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L "molle" por el método de captación de radical libre DPPH.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en los Laboratorios del Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, durante los meses de julio a octubre del 2011.

Siendo las muestras de hojas, tallos y frutos *Schinus molle* L "molle" que fueron colectados en los jardines del Campus Universitario UNSCH Ayacucho y tomados como muestra 300 g de cada uno de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L "molle"

El tratamiento que se le dio a la muestra fue de la siguiente manera:

Luego de la recolección de las hojas, tallos y frutos de *Schinus molle*, se procedió al secado a temperatura ambiente, en un lugar ventilado bajo sombra.

- Se pesó la cantidad de 300 g de hojas, 300 g de tallos y 300 g de frutos de *Schinus molle* y luego se procedió a reducir de tamaño mediante la utilización de un molino de mano.
- Se humedeció con la cantidad del solvente para su maceración, con 400 mL de solvente al 50% aproximadamente.
- La mezcla (droga – solvente) se colocó en un recipiente oscuro bien tapado.
- La maceración se realizó durante 14 días, previa agitación para la buena extracción de los metabolitos responsables de la actividad a ensayar.
- Luego transcurrido del tiempo se procedió al filtrado respectivo, y cada filtrado se colocó en un recipiente de porcelana para luego poder eliminar el solvente hasta obtener las muestras secas.

La determinación de la actividad antioxidante por el método de captación del Radical Libre (DPPH)

#### MÉTODO EXPERIMENTAL

##### Procedimiento

Se prepararon

1. Una solución de DPPH (1,1 difenil-2-picril hidrazilo) de 20 mg/L en metanol.
2. Se preparó una solución metanólica de los extractos en una concentración de 300 mg/mL (Solución A).
3. Un blanco con metanol: agua (2:1) para calibrar el espectrofotómetro a cero.
4. Un blanco de muestra con 0,75 mL de muestra (Sol. A) y 1,5 mL de metanol.
5. Un patrón de referencia con 1,5 mL de solución de DPPH y 0,75 mL de metanol.
6. La muestra con 0,75 mL de solución A, y 1,5 mL de solución DPPH, obteniéndose una concentración final de 100 µg/mL, se dejó a temperatura ambiente por 15 minutos y se procedió a la lectura de la absorbancia a 515 nm en un espectrofotómetro marca UNICO; Modelo 2800 UV/VIS SPECTROPHOTOMETER.
7. Las lecturas de las absorbancias del patrón de referencia (1) y del blanco de la muestra (4).
8. La dilución de la solución A (2) con metanol en una proporción de 5:5 (solución B) para obtener una concentración final de 50 µg/mL y en una proporción de 2:8 (solución C) para obtener una concentración final de 10 µg/mL.
9. Con estas soluciones B y C se procedió igual a lo establecido en el numeral 6 y 7.

Para la comparación el estándar (vitamina C, ácido tánico) se prepararon al igual que la muestra, los cuales se mezclaron a la solución DPPH (0,75 mL estándar con 1,5 mL DPPH), obteniéndose las concentraciones finales en la mezcla de 100 µg/mL, 50 µg/mL y 10 µg/mL, respectivamente.

El cálculo de la actividad antioxidante por captación de radicales libres, se determinó empleando la siguiente fórmula:

#### RESULTADOS

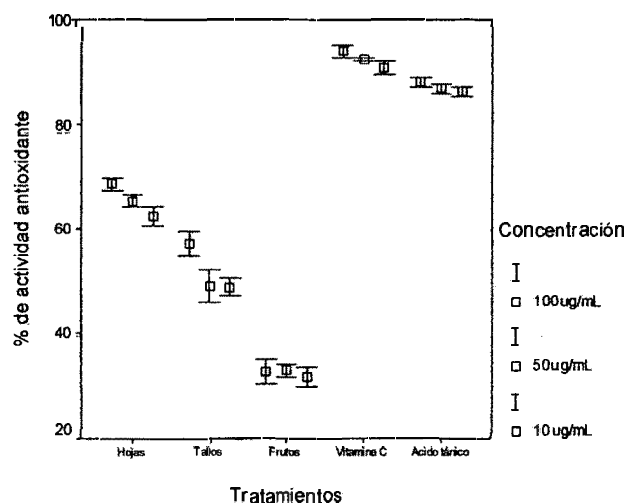


Gráfico N° 01: Variación de la actividad antioxidante por captación de radicales libres (DPPH) del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y frutos de *Schinus molle* L "molle". Ayacucho – 2011.