

CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE LOS FRUTOS DE *CAESALPINIA SPINOSA* (MOLINA) KUNTZE “TARA”

Jimmy Limaymanta Gonzales^{a*}, Mónica Guadalupe Retuerto-Figueroa^a, Jossimar P. Tarazona Huamani^a, Martha Francisca Cosquillo Rafael^a, Ursula Villafuerte-Montes^a,
Eva Ramos Llica^a

RESUMEN

La *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze es una especie vegetal con un gran potencial en medicina, minería, etc. Los objetivos fueron determinar los parámetros físico químicos y la capacidad antioxidante *in vitro* del extracto acuoso de los frutos de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. En el extracto acuoso se determinaron las características físico-químicas y la presencia de principales grupos de metabolitos mediante *screening* fitoquímico, asociados con actividad biológica. El contenido de polifenoles totales se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante se evaluó *in vitro* mediante el método de DPPH y el método de ABTS. El extracto acuoso de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze tuvo una densidad relativa 1,0024 g/mL. Respecto al *screening* fitoquímico, se identificó algunos metabolitos, destacando compuestos fenólicos, flavonoides, taninos y heterósidos. El contenido de fenoles totales fue 365,75 (µg EAG/mg). La capacidad antioxidante con el método DPPH fue IC50 3,38 µg/mL y con el método de ABTS IC50 4,51 µg/mL. La capacidad antioxidante equivalente a trolox (TEAC-DPPH) fue 2,19 (µg trolox/mg) y la capacidad antioxidante equivalente a trolox (TEAC-ABTS) fue 2,14 (µg trolox/mg). Se concluye que el extracto acuoso de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze presento capacidad antioxidante que guarda correlación con el contenido de compuestos fenólicos.

Palabras clave: *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze; antioxidantes; fenoles.

^a Grupo de investigación de Farmacognosia y Medicina Tradicional. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú *Jimmy.limaymanta@gmail.com

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF THE AQUEOUS EXTRACT OF THE FRUITS OF *CAESALPINIA SPINOSA* (MOLINA) KUNTZE “TARA”

ABSTRACT

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze is a plant species with great potential in medicine, mining, etc. The objectives were to determine the physicochemical parameters and the *in vitro* antioxidant capacity of the aqueous extract of the fruits of *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. In the aqueous extract, the physical-chemical characteristics and the presence of main groups of metabolites were determined through phytochemical screening, associated with biological activity. The content of total polyphenols was determined by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity was evaluated *in vitro* by the method of DPPH and the method of ABTS. The aqueous extract of *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze had a relative density of 1,0024 g/mL. Regarding the phytochemical screening, some metabolites were identified, highlighting phenolic compounds, flavonoids, tannins and heterosides. The total phenolic content was 365,75 (μg EAG/mg). The antioxidant capacity with the DPPH method was IC₅₀ 3,38 $\mu\text{g}/\text{mL}$ and with the ABTS method IC₅₀ 4,51 $\mu\text{g}/\text{mL}$. The trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC-DPPH) was 2,19 (μg trolox/mg) and the trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC-ABTS) was 2,14 (μg trolox/mg). It is concluded that the aqueous extract of *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze presented antioxidant capacity that correlates with the content of phenolic compounds.

Keywords: *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze; antioxidants; phenols

INTRODUCCIÓN

La *Caesalpinia spinosa* “tara” es un árbol originario de Perú, distribuido por todos los Andes Sudamericanos, siendo la tara peruana de mejor calidad frente a la de otros países, se utiliza en la industria del curtido por su alto contenido de taninos (industria química) y gomas (aditivo hidrocoloide) ⁽¹⁾. Es un árbol que tiene una altura de 4 a 8 metros, pero puede llegar hasta 12 metros, si se encuentra en condiciones óptimas. Sus flores se disponen en racimos y sus frutos son vainas aplanadas de un color que varía desde verde hasta rojo – anaranjado, dependiendo del grado de madurez, con tamaño de hasta 10 centímetros de largo y 2 centímetros de ancho. Cada vaina contiene entre 5 a 6 semillas redondeadas de 0,6 a 0,7 centímetros de diámetro, de un color desde verde hasta marrón cuando está madura, que se alcanza al sexto mes después de la floración ⁽²⁾.

El Perú, es el mayor productor de tara con el 80% de la producción mundial, su producción es básicamente de bosques naturales y en algunas zonas de parcelas agroforestales, las principales regiones productoras son Ayacucho y Cajamarca. Se usa tradicionalmente para curtir pieles. Como medicina natural, se usa el polvo de los frutos secos para combatir la sarna de la piel de humanos, perros y ganado; para combatir el dolor de dientes se coloca el polvo de los frutos en las caries, y se usa la cocción de las vainas para el lavado íntimo de la mujer (contra las infecciones). Asimismo, es utilizada

por sus propiedades medicinales como antiinflamatorio mediante gárgaras; alivia la inflamación de los ojos; contra infecciones bronquiales, sinusitis; infecciones vaginales y micóticas, heridas crónicas y en piezas dentales con caries dental; alivia el dolor de estómago, las diarreas, cólera, reumatismo y como depurativo del colesterol ⁽³⁾.

La tara es una de las fuentes más importante de materia prima para la obtención de compuestos con estructura pirogálica; su uso se está aumentando en la industria farmacéutica para la producción del trimethoprim (antibiótico base del Bactrim), trimetoxibenzoato de metilo, trimetoxiacetofenona, antioxidantes, curtientes, etc. Los principales componentes de la tara son los compuestos polifenólicos, que provee la propiedad quelante y capacidad antioxidante. El contenido de taninos en la cáscara del fruto es de 62%, la semilla resalta por su contenido de gomas e hidrocoloides, el principal tanino de la tara se basa en la estructura del ácido gálico ⁽⁴⁾. Los objetivos fueron determinar los parámetros físico químicos y la capacidad antioxidante *in vitro* del extracto acuoso de los frutos de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.

PARTE EXPERIMENTAL

Material vegetal

Se recolectaron los frutos de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze en la localidad de Calquis, distrito de Calquis, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca, a finales de julio del 2020. La clasificación taxonómica y certificación botánica fue realizada por el Biólogo José Campos De la Cruz.

Preparación del extracto acuoso

Para la obtención del extracto, de los frutos recolectados, se seleccionaron sólo las que estaban en su “estado galleta” y se eliminaron aquellas que se encontraban deterioradas. De un promedio de 5 kg de frutos de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, se eliminó las semillas, luego se secó a temperatura ambiente por 24 horas, se llevó a una estufa a 70 °C por 24 horas. Luego se redujo el tamaño de partícula con un molino de cuchillas (Arthur H. Thomas CO, standard Model ROY Willey Mill) y con la ayuda de un tamiz se obtuvo un tamaño de partícula mayor a 400 µm y menor a 630 µm. Se realizó la extracción acuosa usando 25 g de material seco en polvo con 100 mL de agua, se calentó en baño maría a 65 °C por 30 minutos, se filtró con papel Whatman N° 40. El extracto obtenido, se llevó a baño maría hasta la completa evaporación ⁽⁵⁾.

Tamizaje fitoquímico

Se preparó una solución acuosa al 5% a partir del extracto seco, se procedió a realizar un *screening* fitoquímico según la técnica descrita por Lock de Ugaz ⁽⁵⁾.

Determinación de los parámetros fisicoquímicos ⁽⁶⁾

- a) Densidad relativa: Se midió 10 mL en un picnómetro marca ADAM modelo HCB 123 y se pesó en una balanza analítica OHAUS (220 mg d= 0,1 mg). La determinación se hizo por triplicado.

- b) Sólidos totales: Se determinó por diferencia del peso del recipiente (placa Petri) con 5 mL del extracto (llevado a sequedad en una estufa a 105 °C hasta peso constante) y el peso del recipiente vacío. Se usó una balanza analítica OHAUS (220 mg d= 0,1 mg) La determinación se hizo por triplicado.
- c) Índice de refracción (IR) y grados Brix: Se determinaron por triplicado mediante un refractómetro de grados Brix (ATAGO ® 43125). Se usó 50 µL del extracto.
- d) pH: Se determinó utilizando el potenciómetro HANNA modelo HI 8424. La determinación se hizo por triplicado.

Análisis de la actividad antioxidante

Método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Según Brand-Williams *et al.* ⁽⁷⁾. El ensayo se fundamenta en la reducción de los radicales DPPH en metanol que causa una caída de la absorbancia a 517 nm. La absorbancia disminuye como resultado de un cambio de color de púrpura a amarillo. Se prepararon diluciones del extracto de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze hasta obtener concentraciones de 0,1944 a 2,4667 µg/mL. Después de 30 min en oscuridad se realizaron las lecturas a 517 nm. Se empleó como estándar trolox de Sigma Aldrich. La curva se preparó en concentraciones de 1,25 a 6,25 µg/mL de trolox con un $R^2= 0,9979$. Los resultados se expresaron en capacidad antioxidante equivalente a trolox (TEAC-DPPH). También se calculó el IC50 (µg de muestra seca/mL). Este valor corresponde a la concentración del extracto que reduce en un 50% la absorbancia de una solución metanólica de DPPH.

Método de ABTS (ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)

Según Re *et al.* ⁽⁸⁾. Se prepararon diluciones del extracto acuoso de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. hasta obtener concentraciones de 0,1944 a 3,11 µg/mL. Después de 30 min en oscuridad, las lecturas se realizaron a 734 nm. Se usó como estándar trolox, elaborando curvas de calibración del estándar trolox de 0,7813 a 9,375 µg/mL, con un $R^2= 0,9982$. Se calculó el IC50 (µg de muestra seca/mL). Este valor corresponde a la concentración del extracto que reduce en un 50% la absorbancia de una solución de ABTS.

Determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu

La determinación de metabolitos fenólicos totales se cuantificó por el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton *et al.* ⁽⁹⁾. Se preparó una curva de calibración de ácido gálico cuyo rango de concentración fue de 10 - 80 µg/mL. Para este ensayo se preparó un extracto acuoso al 1%, se calentó en baño maría por 65 °C por 30 minutos, se filtró y a lo obtenido se le realizó una dilución 1 en 100, de esta nueva dilución se tomó 0,5 mL, se le añadió 2,5mL de la solución de Folin-Ciocalteu se agito por 1 minuto y se dejó reposar durante cinco minutos, luego se adicionó 2 mL de Na₂CO₃ 7,5%, se agitó vigorosamente y se llevó a baño maría a 45 °C por 15 minutos, se cubrió de la luz y se dejó enfriar a temperatura ambiente por 15 minutos. Las absorbancias respectivas fueron medidas a 760 nm en un espectrofotómetro. Las muestras fueron analizadas por triplicado y el contenido de compuestos fenólicos totales fue expresado en mg de ácido gálico/g de tara.

Análisis estadístico

Todos los parámetros fisicoquímicos, capacidad antioxidante y metabolitos fenólicos fueron realizados por triplicado. Los resultados se expresaron como promedio y desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presenta el estudio fitoquímico que se realizó al fruto de la tara y se encontró carbohidratos, compuestos fenólicos libres, flavonoides, catequinas, antraquinonas, taninos, triterpenos, grupos amino y saponinas; resultados similares a lo obtenido por Callohuari *et al.* Quien hizo su estudio en tara adquiridas del fundo Mostacero del departamento de Tacna. ⁽¹⁰⁾ y Avilés que encontraron principalmente taninos, compuestos fenólicos y flavonoides. Se evidenció que la capacidad antioxidante de esta planta se debe principalmente a la presencia de taninos, compuestos fenólicos, etc. Es decir, a la sinergia de todos los metabolitos presentes en la planta, además poseen propiedades benéficas atribuidas a sus polifenoles como su carácter astringente, antimicrobiano y antiinflamatorio ⁽¹¹⁾. Estos compuestos tienen la capacidad de secuestrar radicales libres inhibiendo enzimas tales como oxigenasas, lipoxigenasas, ciclooxigenasas, etc. Así como la quelación de metales como el hierro el cual puede formar oxiradicales a través de las reacciones de Fenton, de estas dos formas van a detener la reacción en cadena de las especies reactivas de oxígeno. Los polifenoles van a poseer grupos hidroxilos que van a ser responsables de la inhibición enzimática mediante reacciones con grupos sulfhídrico mientras que el grupo funcional ceto forma complejos con los aminoácidos de las enzimas ⁽¹²⁾.

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico del extracto acuoso de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze

Constituyente químico	Reactivo	Resultado
Carbohidratos	Molish	++
Compuestos fenólicos libres	Cloruro férrico	+++
Flavonoides	Shinoda	+++
Catequinas y leucoantocianidinas	Rosenheim	+
Antraquinonas	Borntrager	+
Taninos	Gelatina al 5%	+++
Esteroides y triterpenos	Lieberman-Burchard	+
Grupos aminos primarios y secundarios	Ninhidrina	+
Alcaloides	Reactivo de Dragendorff	-
Grupos carbonilos	Hidroxilamina	-
Saponinas	Espuma	+
Glicósidos	Vainillin-ácido sulfúrico	+

Leyenda

+++ : Abundante

++ : Regular

± : Poco

· : No tiene

Otro estudio realizado por López, *et al.* encontró mayor presencia de flavonoides, glicósidos, compuestos fenólicos y taninos en el extracto acuoso del material vegetal recolectado en Tarma, Picoy y Santa Fe del departamento de Junín ⁽¹³⁾.

Ayala en estudios realizados en Ayacucho, utilizo un extracto hidroalcohólico al 50 % a los frutos de la *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze recolectado en el distrito de Acos Vinchos de la provincia de Huamanga y observo abundante presencia de fenoles, taninos, quinonas, flavonoides, cumarinas, etc ⁽¹⁴⁾.

Tabla 2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos del extracto de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze

Extracto	DR ⁽¹⁾	ST ⁽²⁾	IR ⁽³⁾	BX ⁽⁴⁾	pH 23.2 °C
	1,0024 ± 0,0000	9,3333 ± 0,0231	1,3342 ± 0,0001	1,0000 ± 0,0000	3,2633 ± 0,0058

Valores (DS ± medio, n=3) a p = 0,005

(1) Densidad relativa: densidad del extracto/densidad del agua a temperatura de 23,2 °C.

(2) Sólidos totales: del extracto mg/ mL, determinado por gravimetría.

(3) Índice de refracción.

(4) Grados Brix: extracto seco disuelto en el solvente a 23.2°C

Los parámetros evaluados fueron la densidad relativa, los sólidos totales, índice de refracción, grados Brix y el pH. Se determinó un pH de 3.26 que se le puede atribuir a la presencia de ácido tánico y polifenoles que se encuentran en sus frutos. Los datos reportados contribuyen a incrementar la información sobre esta especie, además debemos tomar en cuenta que la variabilidad geográfica influye en la composición de sus metabolitos, indicando que los obtenidos de Cajamarca y La libertad son los que tienen mayor cantidad de polifenoles ⁽³⁾. Las características organolépticas del extracto acuoso fueron de color marrón naranja, olor característico y aspecto líquido.

Los resultados obtenidos sobre pH, densidad relativa, índice de refracción y grados Brix son, de acuerdo con la literatura revisada, iniciales, por lo que los datos reportados contribuyen a incrementar la información sobre esta especie.

Tabla 3. Contenido de polifenoles totales de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.

Extracto	CPT ⁽¹⁾	DPPH		ABTS	
		IC50 ⁽²⁾	TEAC ⁽³⁾	IC50 ⁽²⁾	TEAC ⁽³⁾
	365,75 ± 1,03	3,38 ± 0,0006	4,51 ± 0,0003	2,19 ± 0,0003	2,14 ± 0,0003

1) Contenido de polifenoles totales: mg de ácido gálico equivalente (EAG)/mg de extracto seco del fruto.

2) Concentración inhibitoria media: µg extracto/mL necesario para reducir al 50 % la concentración inicial del radical DPPH o ABTS.

3) Capacidad antioxidante equivalente a Trolox: µg de Trolox/mg extracto seco.

La evaluación de la capacidad antioxidante del extracto de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. mediante la técnica de DPPH, determinó que el IC₅₀ 3,38 ± 0,0006 µg/mL y mediante la técnica de ABTS fue IC₅₀ 4,51 ± 0,0003 µg/mL. La sustancia estándar trolox en el ensayo con DPPH, tuvo un IC₅₀ de 3,378 ± 0,0003 µg/mL, mientras que en el ensayo con ABTS el IC₅₀ fue de 18,809 ± 0,0003 µg/mL.

Un estudio realizado por Nuñez encontró un valor de capacidad antioxidante por el método de DPPH de IC50 de 4,52 µg/mL y 5,04 µg/mL para la solución patrón trolox de una muestra de 2 kg provenientes de la provincia de Huanta, región Ayacucho a 2628 metros de altitud, extraída con una solución hidroalcohólica en una proporción de 7:3, la diferencia podría deberse al origen geográfico, además podemos indicar que la presencia de polifenoles le da propiedad antioxidante y los taninos propiedad curtidora y biorremediador ⁽¹⁵⁾.

Un estudio realizado por Aviles halló 149 mg EAG/g de muestra proveniente de Ayacucho, de polifenoles totales, y capacidad antioxidante por el método de DPPH de IC50 de 10,1 µg/mL en un extracto acuoso (10 g de muestra en 100 mL de agua) reposando en 2 semanas ⁽¹¹⁾.

Existen diferencias entre los resultados obtenidos y otros estudios. Esto podría deberse a diversos factores que influyen durante su producción y cosecha, ya que se ha descrito que la capacidad antioxidante no proviene sólo de sus componentes, sino también el ambiente, influye en los metabolitos. Sin embargo, en la tara hay que considerar la presencia de metabolitos antioxidantes, como fenoles y flavonoides, cuyo contenido puede ser influido por la altitud y la radiación de la región de origen. ⁽¹²⁾

Se muestra la cuantificación de polifenoles mediante el método de Folin-Ciocalteu expresándolo en ácido gálico como 365,75 ± 1,03 mg de ácido gálico por gramo de muestra resultados similares a lo obtenido por Callohuari que obtuvo 383,76 de una muestra tomada en la localidad de Magollo a 150 m.s.n.m de la provincia y departamento de Tacna ⁽¹⁰⁾.

CONCLUSIÓN

Los parámetros fisicoquímicos (densidad relativa, sólidos totales, índice de refracción, grados brix y pH) sirven para los datos de control de calidad, así tener una referencia para próximas investigaciones.

La *Caesalpinia spinosa* presenta alto contenido en polifenoles y taninos. Los resultados obtenidos en el presente estudio de los frutos de la *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze lo hacen con un gran futuro para ser usado en la industria alimentaria, cosmética y/o farmacéutica.

AGRADECIMIENTO

Al laboratorio de Farmacognosia y Medicina Tradicional – Q.F. Bertha Jurado Teixeira de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silva L. Estudio de pre factibilidad para una empresa dedicada a la exportación de polvo de tara, goma de tara y la producción de una gama de productos naturales medicinales derivados de la tara. [Tesis de pregrado]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencia e Ingeniería; 2016. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6656>

2. Melo M, Glorio P, Tarazona G. Efecto de la madurez en los componentes de valor comercial (taninos y goma) de tara *Caesalpinia spinosa (molina) kuntze*. Rev Soc Quím Perú [Internet]. 2013; 79(3): 2018-28. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v79n3/a04v79n3.pdf>
3. Martorell O. Efecto antibacteriano del extracto acuoso y etanólico de la *Caesalpinia spinosa* (tara) sobre el *Streptococcus mutans* ATCC 25175 - estudio in vitro. [Tesis de pregrado]. Puno: Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ciencias de la Salud; 2020. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1634>
4. Goycochea R. Evaluación de taninos y goma del fruto de la tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa, Arequipa - Perú. [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales; 2010. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/419>
5. Lock O. Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. (2016). 3ra. Edición. Departamento de Ciencias-Pontificia Universidad Católica del Perú.
6. Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official methods of analysis of the AOAC International. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
7. Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. "Use of free radical method to evaluate antioxidant activity". Lebensm Wiss Technol. 1995; 28: 25-30.
8. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999; 26: 1231-7.
9. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic. [Internet]. 1965; 16:144-158. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>
10. Callohuari R, Sandoval M, Huamán O. Efecto gastroprotector y capacidad antioxidante del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* "tara", en animales de experimentación. An Fac med. [Internet]. 2017; 78(1): 61-66. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v78n1/a10v78n1.pdf>
11. Avilés R, Carrión J, Huamán J, Bravo M, Rivera D, Rojas N y Santiago J. Actividad antioxidante, polifenoles totales y contenido de taninos de extractos de tara, *Caesalpinia spinosa*. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. [Internet]. 2010; 13(2): 5-11. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4588>
12. Fukumoto L, Mazza G. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2000; 48: 3597-3604.
13. López A, Oré R, Miranda C. *Caesalpinia spinosa*: efecto protector frente a radiación UV en la lipoperoxidación hepática en ratas y detección de fitoconstituyentes. Revista de Investigación Científica. [Internet]. 2020; 40 (1): 13 – 20. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/2990/3318>
14. Ayala E. Efecto genotóxico in vitro de plantas medicinales antibacterianas *Spartium junceum* L. "retama", *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "tara" y *Eucaliptus globulus* Labill "eucalipto". [Tesis de pregrado]. Huamanga: Universidad Nacional

- de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas; 2013. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en:
https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915853/efecto-genotoxico-in-vitro-de-plantas-medicinales-antibacterian_hgPJVjM.pdf
15. Nuñez W, Quispe R, Ramos N, Castro A, Gordillo G. Actividad antioxidante y antienzimática *in vitro* y antiinflamatoria *in vivo* del extracto hidroalcohólico de *Caesalpinia spinosa* “tara”. Ciencia e Investigación. [Internet]. 2016; 19(1): 35-42. [Citado 24 de junio 2023]. Disponible en:
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13626/12030>