

Efecto del humo de NEEM (*Azadirachta Indica*) en el control de contaminación bacteriana en el aire

Effect of NEEM (*Azadirachta Indica*) smoke on the control of bacterial contamination in the air

Liliana Cortez Suárez¹, María Verónica Vega Gordillo², Rafael Calle Chumo³

RESUMEN

El Neem es actualmente uno de los árboles más investigados en el mundo busca mejorar problemas ambientales y de salud a nivel mundial. Ambientalmente, el Neem tiene propiedades bioinsecticidas, antisépticas y antibacterianas, también ayuda a mejorar la fertilidad del suelo y a rehabilitar terrenos baldíos degradados. Se ha descubierto que el humo ha permitido la ausencia de bacterias patógenas como *Corynebacterium urealyticum*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Enterobacter aerogenes* (*Klebsiella mobilis*), *Kocuria rosea*, y disminuye el uso imprudente de productos químicos sintéticos. Se han desarrollado diversos estudios promoviendo su uso donde se puede observar una lista de bacterias frente a la efectividad del humo de Neem y mezclas de otras plantas a una exposición de 12 y 24 horas dando un indicativo a que las bacterias no siguen vivas a ese tiempo de exposición. El propósito del siguiente trabajo bibliográfico es de conocer la importancia de los aspectos etnofarmacológicos del humo de Neem sobre la composición química bacteriana en el aire.

Palabras clave: *Corynebacterium urealyticum*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Enterobacter aerogenes* (*Klebsiella mobilis*), *Kocuria rosea*, etnofarmacológicos, composición

ABSTRACT

Neem is currently one of the most researched trees in the world can help solve environmental and health problems globally. Environmentally, Neem has bioinsecticidal, antiseptic and antibacterial properties, it also helps to improve soil fertility and rehabilitate degraded wastelands. Smoke has been found to have allowed the absence of pathogenic bacteria such as *Corynebacterium urealyticum*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Enterobacter aerogenes* (*Klebsiella mobilis*), *Kocuria rosea*, and decreases the reckless use of synthetic chemicals. Several studies have been developed using it where you can see a list of bacteria against the effectiveness of Neem smoke and mixtures of other plants at an exposure of 12 and 24 hours giving an indication that the bacteria are still alive at that time of exposure or that the bacteria have already died. The purpose of the following bibliographic work is to know the importance of the ethnopharmacological aspects of smoke from natural products on the bacterial chemical composition in the air.

Keywords: *Corynebacterium urealyticum*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Enterobacter aerogenes* (*Klebsiella mobilis*), *Kocuria rosea*, ethnopharmacological, composition

Received: Marzo 25/3/2024

Accepted: Marzo 25/3/2024

Magister en Salud Pública; Diploma Superior en Docencia Universitaria; Doctora en Educación; Bioquímico Farmacéutico; Doctor en Bioquímica y Farmacia; , Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: liliana.cortezs@ug.edu.ec @ug.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4030-7184>

Magister en Gestión de la Productividad y la Calidad; Doctora en Química y Farmacia; , Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: maria.vegago@ug.edu.ec ,Código Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-4706-9660> .

Ing. Químico. Lcdo. Ciencias de la Educación mención Fisicomatemático. Magister en Ciencias de la Ing. Química. Magister en Educación, Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador, Correo electrónico rafael.callec@ug.edu.ec Código Orcid: . <https://orcid.org/0000-0002-0816-6879>



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Introducción

El Neem (*Azadirachta indica*), es un árbol de la familia Meliaceae, nace en los bosques secos del interior de Alto Myanmar, recibe los nombres de «farmacia de la aldea» y «árbol de los mil usos», se conoce en el subcontinente indio desde los tiempos más antiguos esta especie se introdujo y se naturalizó. El presente trabajo aborda ambientalmente las propiedades bioinsecticidas, antisépticas y antibacterianas en el control de contaminación bacteriana en el aire. La introducción del Neem en el subcontinente indio es más probable que haya ocurrido en la antigüedad, ya que los restos de esta especie se han encontrado en el sitio arqueológico de Mohenjo-daro en Pakistán 2600 AC.

El humo del Neem como insecticida ha sido aprobado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU (EPA) para su uso en control de plagas en cultivos para la obtención de alimentos. Se descubrió que no era tóxico para seres humanos, animales e insectos auxiliares, protegiendo las cosechas con más eficacia que los 200 pesticidas químicos sintéticos más usados y costosos.

Se estima más de veinte mil especies de plagas destruyen una tercera parte de la producción mundial de cosechas de alimentos, por lo tanto, es necesario ejecutar alguna acción para controlar dichas plagas. Los plaguicidas no sólo son peligrosos para la salud, sino que contaminan el aire del medio ambiente; junto a esto, los insectos desarrollan cada vez mayor resistencia a los productos químicos que se emplean. A nivel mundial, se considera que el 0.01% de la población fallece a consecuencia de la intoxicación por uso de plaguicidas, se han realizado una serie de estudios donde se evalúa la presencia de insecticidas en acuíferos, alimentos y hasta en leche materna. Ya que los agroquímicos son insumos de los cuales no puede prescindir la agricultura moderna, en la actualidad, se han llevado a cabo numerosas investigaciones para utilizar fertilizantes, insecticidas y plaguicidas de origen natural, que no perjudiquen demasiado al medio ambiente ni a la salud. Entre ellas destacan las realizadas con el árbol de Neem, se ha descubierto que los extractos de semillas, hojas e incluso corteza del Neem tiene efectos insecticidas sobre una gran variedad de insectos, coleópteros, áfidos, langostas, lepidópteros, etc. (1).

El mercado de bioplaguicidas se ha incrementado en los últimos años a nivel mundial en Asia, China es el país que posee el mercado más grande de biopesticidas seguido de India y Japón. En Paraguay es todavía baja la comercialización de biopesticidas, pero con las exigencias actuales de preservar el medio ambiente, resultaría interesante focalizar la atención en estos productos derivados del Neem, aprovechando sus propiedades en el control de plagas como una alternativa válida para una agricultura sustentable. Se ha informado que las hojas de Neem exhibe diversas actividades farmacológicas, que incluyen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas y antivirales. Los componentes activos de la hoja de Neem incluyen: Nimbina, Nimbidina, Isomeldenina, β -sitosterol

El mecanismo de la *Azadirachta indica* es bloquear el receptor láctico y hacer que el mosquito se aleje del lugar es un antialimentario que rompe la metamorfosis del repelente de mosquitos incluso a baja concentración y, por lo tanto, actúa como un repelente de insectos eficaz (2).

Dado que el Neem presenta propiedades insecticidas y de repelencia natural, antiinflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas y antivirales y que es de rápido crecimiento, y muestra una serie

de usos (principalmente medicinales) para ser empleado por los agricultores, se pretende utilizarlo y profundizar su uso en el Ecuador (3,4), con la finalidad de reducir la contaminación provocada por el abuso de plaguicidas sintéticos; incrementar el número de árboles que presentan resistencia a enfermedades, y aportar al desarrollo de las comunidades afectadas, principalmente. Por lo cual, se están removiendo árboles de dicha especie en las áreas agrícolas de esta región, ya que se busca cultivar árboles de Neem (*azadirachta indica*). Existe un gran desconocimiento del impacto ambiental que provocará esta especie introducida a la región, de ahí la importancia de dar a conocer los aspectos positivos y negativos de plantaciones que ya han sido establecidas (5).

De esta forma, la problemática está orientada a responder la siguiente interrogante ¿El efecto del humo Neem (*Azadirachta indica*) incidirá favorablemente en la contaminación bacteriana del aire? En consecuencia, el propósito es evaluar el efecto del humo de Neem (*Azadirachta indica*) en el control de contaminación bacteriana en el aire. Para ello, es necesario a) enlistar las propiedades bioinsecticidas, antisépticas y antibacterianas de las hojas del árbol de Neem; y, b) identificar los componentes químicos de las hojas de neem (*Azadirachta indica*) que promueven las propiedades bioinsecticidas, antisépticas y antibacterianas.

Por lo expuesto anteriormente este trabajo tiene como finalidad evitar el uso de productos químicos sintéticos el humo producido naturalmente de ciertas plantas tiene un gran potencial para causar la mortalidad de insectos y promover la germinación de semillas y mejorar el crecimiento de las plantas. Esta tecnología de fácil acceso es un buen sustituto de los productos químicos peligrosos y puede ser fácilmente adoptados por las personas sin tener cualquier efecto adverso sobre las cosechas y la salud humana. A la vez el humo también ha sido muy beneficioso para el control de bacterias que se encuentran en el ambiente.

Materiales y métodos

Tipo de investigación: La investigación realizada se basa en un tipo de investigación bibliográfica documental argumentativa-exploratoria que consiste en la revisión de la literatura o material bibliográfico existente en los medios digitales.

Los criterios de inclusión serán los elementos de un artículo que deberán estar presentes para que sean elegibles para su inclusión en la revisión de la literatura. Estos tendrán que cumplir lo siguiente:

- Estudios con tratamientos de datos
- Estudios con datos experimentales.
- Estudios publicados en los últimos 5 años.

Los criterios de exclusión serán los elementos de un artículo que descalifican el estudio para su inclusión en la revisión de la literatura. Se rechazará los documentos donde:

- El estudio haya utilizado un diseño observacional
- El estudio haya utilizado una metodología cualitativa
- El estudio haya sido publicado hace más de 5 años.
- El estudio haya sido publicado en un idioma que no es inglés o español.

Durante la investigación se llevará a cabo diferentes etapas como:

- Observación
- Búsqueda

- Interpretación
- Análisis de la información
- Tabulación de la información

Hipótesis: El efecto del humo Neem (*Azadirachta indica*) contribuirá en el control de contaminación bacteriana en el aire.

Resultados

Estudio del efecto del humo de Neem (*Azadirachta indica*) en el control de contaminación bacteriana en el aire mediante una revisión bibliográfica.

El humo producido a partir de sustancias naturales se ha utilizado ampliamente en muchas culturas y famosos médicos antiguos han descrito y recomendado tal uso (6). El humo producido a altas temperaturas es una forma sencilla de administrar un fármaco, que presenta una rápida respuesta farmacológica cuando se inhala. Varios estudios han demostrado que el humo medicinal emanado de las hojas de plantas sobre alguna población bacteriana aérea muestra efectos de inhibición muy interesantes (7).

El humo medicinal ha permitido la ausencia de bacterias patógenas como *Corynebacterium urealyticum*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Enterobacter aerogenes* (*Klebsiella mobilis*), *Kocuria rosea*, *Pseudomonas syringae* pv. *pérsica*, *Staphylococcus lentus* y *Xanthomonas campestris* pv. *tardicrescens* en habitaciones donde han sido sometidas al humo hasta después de 30 días (8). Es evidente que el potencial bactericida del tratamiento de humo medicinal es efectivo frente a un sinnúmero de bacterias.

En la tabla I se pueden observar una lista de bacterias frente a la efectividad del humo de Neem y mezclas de otras plantas a una exposición de 12 y 24 horas.

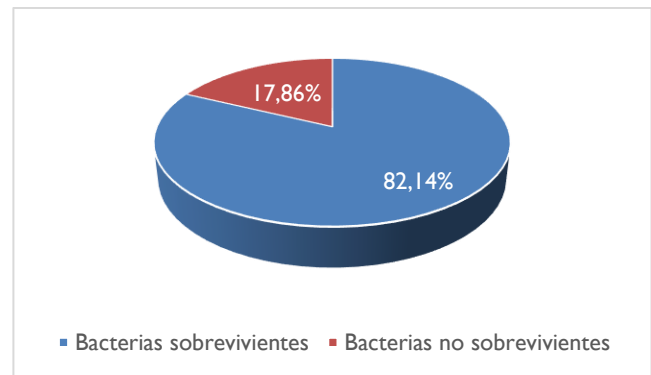
Tabla I. Actividad antibacteriana del humo medicinal emanado de la quema de hojas de Neem y una mezcla de hierbas aromáticas y medicinales frente a las bacterias aéreas cepas, hasta 24 h

Bacterias	Tiempo de exposición	
	12 horas	24 horas
Gram positiva		
<i>Bacillus cereus</i>	+	+
<i>Bacillus megaterium</i>	+	-
<i>Cellulomonas turbata</i>	+	+
<i>Clavibacter agropyri</i>	-	-
<i>Corynebacterium urealyticum</i>	+	-
<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	+	-
<i>Kocuria rosea</i>	-	-
<i>Leifsonia aquatica</i>	+	-
<i>Sanguibacter suarezii</i>	+	+
<i>Sphingomonas yanoikuyae</i>	-	+
<i>Staphylococcus lentus</i>	-	-
<i>Staphylococcus xylosus</i>	-	-
<i>Tsukamurella inchonensis</i>	-	-
Gram negativa		
<i>Burkholderia glumae</i>	-	-
<i>Burkholderia plantarii</i>	-	-

Bacterias	Tiempo de exposición	
	12 horas	24 horas
Gram positiva		
<i>Curtobacterium citreum</i>	-	-
<i>Enterobacter aerogenes</i> (<i>Klebsiella mobilis</i>)	+	-
<i>Flavobacterium johnsoniae</i>	+	+
<i>Pantoea agglomerans</i>	-	-
<i>Pseudomonas bathycetes</i>	-	-
<i>Pseudomonas corrugate</i>	-	-
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	-	-
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>persicae</i>	+	-
<i>Sphingobacterium multivorum</i>	-	-
<i>Sphingobacterium spiritovorum</i>	+	-
<i>Sphingomonas parapaucimobilis</i>	-	-
<i>Sphingomonas sanguinis</i>	-	-
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>tardicrescens</i>	-	-

Nota: El símbolo positivo es indicativo a que las bacterias aún siguen vivas a ese tiempo de exposición mientras que el símbolo negativo las bacterias ya han muerto. Adaptado de Nautiyal (6).

Gráfico I. Porcentaje de efectividad de humo de Neem frente a bacterias 24 horas



Frente a las 28 bacterias que fueron sometidas al humo medicinal 5 aún sobrevivieron hasta las 24 horas de exposición, esto representa el 17.84% de la población total de bacterias con la que realizó el estudio. Por ende, la efectividad del humo de las hojas de Neem frente a diversas bacterias tanto gram positivas como negativas es del 82.14%, porcentaje que demuestra su garantía para este tipo de procedimientos asépticos (ver gráfico I).

Entre las bacterias que los estudios no han tenido efectividad tenemos *Bacillus cereus*, *Cellulomonas turbata*, *Sanguibacter suarezii*, *Sphingomonas yanoikuyae* y *Flavobacterium johnsoniae*. Es evidente que existe una relación directamente proporcional entre el tiempo de exposición y la efectividad, es decir que a mayor tiempo de exposición hay una mayor efectividad del humo medicinal frente a las bacterias.

Esta investigación tiene también implicaciones para aprovechar el humo generado por la quema de leña y una mezcla de hierbas aromáticas y medicinales, dentro de otros espacios confinados

tales como establos de animales y almacenes de semillas/grano para desinfectar el aire y purificar el medio ambiente.

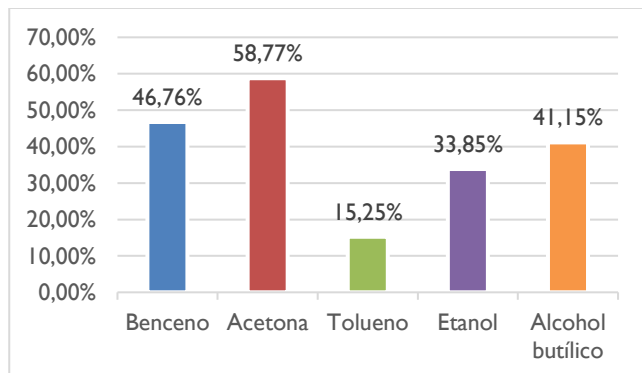
Estos resultados se corroboran con otro estudio de (9) donde se demuestra la eficiencia de la fumigación tradicional utilizando estos productos naturales para desinfectar aire y superficies. El efecto de la fumigación tradicional sobre la calidad microbiológica del aire se reveló mediante un muestreo periódico activo del ambiente.

Listado de las propiedades bioinsecticidas, antisépticas y antibacterianas de las hojas del árbol de Neem

Se ha demostrado durante mucho tiempo que las hojas de neem son antibacterianas, antivirales y antifúngicas, lo que significa que pueden ser resistentes frente a varias enfermedades transmisibles como la varicela o alguna una infección viral, así como también otros microorganismos (10).

La actividad antibacteriana de las hojas de neem se ha demostrado con diferentes investigaciones empleando extractos del neem en 6 disolventes orgánicos como benceno, tolueno, acetona, agua, acetato de etilo, etanol y alcohol butílico durante 24 horas frente a la bacteria *Echerichia coli*. Todos los extractos de hojas de *Azadirachta indica* mostraron su actividad antibacteriana contra las cepas de *E. coli*. En el gráfico 2, se muestra que el extracto de benceno tiene una máxima inhibición del crecimiento 46.56% contra *E. coli*, los extractos de acetona 58,77%, los extractos de tolueno 15,25%, los extractos etanólicos 33,85 % y los extractos de alcohol butílico 41,15% (11).

Gráfico 2. Inhibición de crecimiento frente a diferentes extractos



Nota: Adaptado de Sahrawat (11).

Las diferentes partes de la planta de Neem contienen compuestos biológicos responsables de actividades antibacterianas, antivirales y antifúngicas. Se considera una planta medicinal segura. Algunos de los compuestos activos que contiene el Neem poseen actividades biológicas, como la raíz, la corteza, la hoja, la flor, la semilla y la fruta (12).

La actividad aséptica se ha demostrado con el humo medicinal proveniente de diferentes plantas o hierbas ya que tiene la posibilidad de contener diversas bacterias patógenas del aire que respiramos.

El desarrollo de plaguicidas/insecticidas alternativos amigables con el medio ambiente ayudan a un sistema de control de plagas eficiente y también a la prevención de exposiciones crónicas que conduzcan a enfermedades. Una de esas estrategias es el uso de ingredientes activos de la planta de Neem que exhiben propiedades agromedicinales que confieren propiedades insecticidas, inmunomoduladoras y anticancerígenas (13).

Varios estudios han demostrado que los biopesticidas de Neem fueron efectivos contra plagas en granos almacenados como arroz, trigo, maíz y legumbres, así como en alimentos como papas y tomates en India. Neem tiene un efecto insecticida sobre los insectos que chupan la savia de las plantas (14).

Además de los numerosos usos y beneficios asociados con los productos del árbol de Neem que incluyen sus propiedades antifúngicas y pesticidas, el pesticida orgánico Neem tiene las siguientes ventajas:

- Está fácilmente disponible en la mayoría de las localidades de los trópicos, menos costoso, fácil de aplicar y preparar, es menos tóxico para las personas y el medio ambiente y su aplicación es fácil de realizarla.
- Un dato importante es que las hojas de Neem se pueden utilizar como acondicionador del suelo y abono orgánico. La torta de Neem específicamente (subproducto del prensado de frutos y granos de Neem), se puede utilizar como abono orgánico y típicamente contienen alrededor de 4% de nitrógeno, 0,5% de fósforo y 0,5% de potasio y menos cantidades de micronutrientes. La mezcla de NPK es de gran importancia para el sector agrícola para el crecimiento de especies vegetales y frutales.
- Los extractos de Neem ya han sido aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. para su uso en cultivos alimenticios. Varios estudios han demostrado que el Neem no es tóxico para las aves, insectos benéficos o humanos y protege los cultivos de más de 200 de las plagas más costosas (15).

Tomando como referencia todo lo que antecede se puede indicar que el Neem es una planta de gran utilidad en diferentes áreas, por su gran amplitud de aplicaciones y propiedades.

Identificación de los componentes químicos de las hojas de neem (*Azadirachta indica*) que promueven las propiedades bioinsecticidas, antisépticas y antibacterianas.

El Neem está conformado de varios constituyentes como la quercetina, azadiractina, liminoides y nimbosterol distribuidas en diferentes partes de las plantas, respectivamente. Las hojas contienen una mezcla de compuestos que incluyen nimbin, nimbanene, 6-desacetylnimbinene, nimbandiol, nimbolide, ácido ascórbico, n-hexacosanol y diferentes aminoácidos, y nimbiol y varios otros tipos de ingredientes. Además de esto, la corteza también contiene nimbina, nimbinwina y nimbidina. Todos estos constituyentes promueven sus propiedades bioinsecticidas, antisépticas y antibacterianas (16).

Las actividades antibacterianas del Neem y su especificidad están relacionadas con su principal ingrediente, azadiradiona o nimolicina el mismo que es un tetranortriterpenoides. Es posible que esta actividad también sea atribuida a otros metabolitos secundarios presentes en la hoja de Neem como alcaloides, flavonoides u otros subtipos de terpenoides.

El componente más destacado del Neem es la azadiractina, que se ha establecido como un ingrediente insecticida fundamental. Actúa como agente antialimentario, repelente e insectífugo que induce la esterilidad en los insectos al prevenir la oviposición e interrumpir la producción de esperma en los machos (13).

No se conoce aún el mecanismo de acción específico a nivel molecular de este compuesto ya que puede variar según las especies. De manera general la mayoría de estudios indican que

la azadiractina interviene en los mecanismos hormonales de algunos insectos, Por su mecanismo de acción la azadiractina no mata a la mayoría de los parásitos adultos inmediatamente, sino que actúa interrumpiendo el ciclo vital, lo que acaba reduciendo la población. Pero pueden ser necesarios varios tratamientos hasta lograrlo su efecto (17).

En la Tabla 2 se puede observar de manera condensada la actividad del humo de Neem junto con su ingrediente activo.

Tabla 2. Correlación de actividad del humo de Neem frente a su componente activo

Actividad	Componente activo
Antibacteriana o antiséptica	Azadiradiona o nimolicina
bioinsecticida	Azadiractina

DISCUSIÓN

El Neem es un árbol tropical considerado por tener un gran potencial para el control de las plagas, la protección al medio ambiente y en el campo de la medicina (18). El nombre científico es *Azadirachta Indica* y pertenece a la familia de las Meliaceae (las caobas). Es originario de la India, pero crece también en Asia y en África (19). En el Ecuador, el 62% de las especies pertenecientes a esta familia se ubican por debajo de los 1200 m de altitud y solo 11 especies son estrictamente andinas, por arriba de los 1500 m de altitud (20,21). Los múltiples usos del Neem le han dado apodos como "árbol de milagros" o "farmacia del pueblo". Las hojas son verde oscuras y los frutos amarillos son ovalados con una semilla en el centro (5).

Uno de los hallazgos fue que el humo de Neem pueden controlar plagas tales como la mosca blanca, pulgones, cochinilla blanca y ácaros. La actividad sistémica del extracto de la semilla de neem contiene azadiractina (ingrediente activo), es el principal agente de la planta para combatir los insectos. La azadiractina, es un compuesto químico que pertenece a los Limonoides, la fórmula molecular es $C_{35}H_{44}O_{16}$, es un tetranortriterpenoide altamente oxidado que tiene gran cantidad de funcionalidades del oxígeno, éstas comprenden enol éter, acetal, hemiacetal, y oxirano tetra substituido como así también una variedad de ésteres carboxílicos (22). Ha probado ser eficaz en dosis microscópicas contra más de 250 especies testadas (23,19).

Los componentes de las hojas de Neem incluyen proteínas (7,1%), carbohidratos (22,9%), minerales, calcio, fósforo, vitamina C, caroteno, etc. Pero también contienen ácido glutámico, tirosina, ácido aspártico, alanina, praliné, glutamina y cistina como aminoácidos y varios ácidos grasos (dodecanoico, tetradecanoico, elcosánico, etc.) (24,25).

Bajo estos argumentos, es estudio pudo comprobar:

La información documental evidencia el potencial bactericida del tratamiento de humo de las hojas de Neem para el control de bacterias del aire es efectivo frente a bacterias gran positivas y negativas a una exposición de 24 horas.

Las diferentes partes de la planta de Neem contienen compuestos biológicos que cumplen la función de promover las actividades antibacterianas, antiséptica y bioinsecticida de la misma.

El componente Azadiradiona o nimolicina es el que promueve la actividad antibacteriana y antiséptica mientras que el compuesto químico Azadiractina la actividad bioinsecticida.

Referencias

1. Botanipedia. Botanipedia. Formas de hojas compuestas. [Online].; 2021. Available from: https://www.botanipedia.org/index.php?title=FORMAS_DE_HOJAS_COMPUESTAS.
2. Khan SA, Aslam J. Study on the Effect of Neem (*Azadirachta indica*) Leaves Smoke in Controlling Airborne Bacteria in Residential Premises. *Current Research in Bacteriology*. 2008; 1(2): p. 64-66.
3. Navarrete B, Valarezo O, Cañarte E, Solórzano R. Efecto del nim (*Azadirachta indica* JUSS.) sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y controladores biológicos en el cultivo del melón *Cucumis melo* L. La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*. 2017 diciembre; 25(1): p. 33-50.
4. Contexto ganadero. Usar humo, truco ancestral pero no obsoleto para evitar insecticidas. [Online].; 2014. Available from: <https://www.contextoganadero.com/regiones/usar-humo-truco-ancestral-pero-no-obsoleto-para-evitar-insecticidas>.
5. Heuzé V, Tran G, Archimède H, Bastianelli D, Lebas F. Neem (*Azadirachta indica*). *Feedipedia*. 2015 octubre; 15(40).
6. Nautiyal CS, Chauhan PS, Nene YL. Medicinal smoke reduces airborne bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007 Agosto; 114(3): p. 446-451.
7. Sparg S, Sparg SG, Kulkarni MG, Light ME, J. VS. Improving seedling vigour of indigenous medicinal plants with smoke. *Bioresource Technology*. 2005 Agosto; 96(12): p. 1323-1330.
8. Flematti GR, Ghisalberti EL, Dixon KW, Trengove RD. A compound from smoke that promotes seed germination. *Science*. 2004 Agosto; 305(5686): p. 977-977.
9. Bhatwalkar SB, Shukla P, Srivastava RK, Mondal R, Anupam R. Validation of environmental disinfection efficiency of traditional Ayurvedic fumigation practices. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*. 2019 agosto; 10(3): p. 203 - 206.
10. Mathew S. The Hindu, Traditional leaf remedies your grandmother would tell you about. [Online].; 2020. Available from: <https://www.thehindu.com/sci-tech/energy-and-environment/world-environment-day-traditional-ayurveda-leaf-remedies/article27417269.ece>.
11. Sahrawat A, Sharma J, Nandan S, Tiwari S. Phytochemical analysis and Antibacterial properties of *Azadirachta indica* (Neem) leaves extract against *E.coli*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018 junio; 7(4): p. 1368-1371.
12. Herrera-Calderon O, Ejaz K, Wajid M, Shehzad M, Tinco-Jayo JA, Enciso-Roca E, et al. *Azadirachta indica*: Antibacterial Activity of Neem Against Different Strains of

-
- Bacteria and their Active Constituents as Preventive in Various Diseases. *Pharmacognosy Journal*. 2019 Noviembre; 11(6): p. 1597-1604.
13. Chaudhary S, Kanwar RK, Sehgal A, Cahill DM, Barrow CJ, Sehgal R, et al. Progress on *Azadirachta indica* Based Biopesticides in Replacing Synthetic Toxic Pesticides. *Front. Plant Sci*. 2017 mayo; 8(610): p. 1-13.
 14. Tulashie SK, Adjei F, Abraham J, Addo E. Potential of neem extracts as natural insecticide against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)). *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. 2021 diciembre; 4(2021): p. 1-7.
 15. The Fankaso Women Marketing Federation. A Guide to Organic Pesticide preparation from Neem seed extract. [Online].; 2017. Available from: <https://ru.scribd.com/document/402969574/Assembly-Tutorial>.
 16. Rahman AH, Almatroudi A, Alrumaihi F, Khan AA. Pharmacological and Therapeutic Potential of Neem (*Azadirachta indica*). *Pharmacognosy Reviews*. 2018 diciembre; 12(24): p. 250-255.
 17. Junquera P. Parasitipedia: Compuestos químicos parasiticidas naturales, vegetales o minerales, bioplaguicidas. [Online].; 2022. Available from: https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=77:antiparasitarios-naturales&catid=212&Itemid=277.
 18. Islas JF, Acosta E, G-Buentello Z, Delgado-Gallegos JL, Moreno-Treviño MG, Escalante B, et al. An overview of Neem (*Azadirachta indica*) and its potential impact on health. *Journal of Functional Foods*. 2020 agosto; 74: p. 1-13.
 19. Frienvis. Neem Book: Neem (*Azadirachta indica*). [Online].; 2018. Available from: <http://www.frienvis.nic.in/writereaddata/userfiles/file/pdfs/neem.pdf>.
 20. Aguirre Z. Especies Forestales de los Bosques Secos del Ecuador. Guía Dendrológica para su Identificación y caracterización. Quito: Proyecto Manejo Forestal Sustentable ante el Cambio Climático; 2012.
 21. Palacios W, Valenzuela JC. Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [Online]. Quito; 2017. Available from: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/ListaEspeciesPorFamilia/500294>.
 22. Aarthy T, Mulani FA, Pandreka A, Kumar A, Nandikol SS, Haldar S, et al. Tracing the biosynthetic origin of limonoids and their functional groups through stable isotope labeling and inhibition in neem tree (*Azadirachta indica*) cell suspension. *BMC Plant Biology*. 2018 octubre; 18(1).
 23. Jibrin MM, Mohammed AD. Repellency Effect of Prepared Neem Tree Leaves Smoke against Mosquito. *Asian Journal of Research in Zoology*. 2020 julio; 3(3): p. 1-6.
 24. Hussein KA, Joo JH. Chemical composition of neem and lavender essential oils and their antifungal activity against pathogenic fungi causing ginseng root rot. *African Journal of Biotechnology*. 2017; 16(52): p. 2349-2354.
 25. Hossain MA, Al-Toubi WAS, Weli AM, Al-Riyami QA, Al-Sabahi JN. Identification and characterization of chemical compounds in different crude extracts from leaves of Omani neem. *Journal of Taibah University for Science*. 2013 Abril; 7(4): p. 181-188.