

ESTUDIO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Piper auritum* KUNTH (CAISIMÓN DE ANÍS)

Yaíma Sánchez*, Oriela Pino*, Teresa M. Correa**, Eber Naranjo*, Aleika Iglesia*

*Grupo de Plagas Agrícolas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana. Cuba. Correo electrónico: ysanchez@censa.edu.cu;

**Laboratorio Anti-doping, Instituto de Medicina Deportiva (IMD). Dirección Postal: 100 y Aldabó, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba

RESUMEN: El género *Piper*, perteneciente a la familia *Piperaceae*, ha sido objeto de estudios fitoquímicos y biológicos, motivados por sus numerosas aplicaciones etnobotánicas. Los aceites esenciales, obtenidos de diferentes plantas pertenecientes a este género, inhiben el crecimiento de un amplio grupo de microorganismos que causan infecciones importantes al hombre, las plantas y los animales. El objetivo del trabajo fue realizar el estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum* (Caisimón de anís). La composición del aceite de las hojas y tallos de esta planta, obtenido por hidrodestilación empleando un equipo Clevenger, fue investigada por CG/EM. El efecto antibacteriano del aceite esencial se evaluó utilizando el método de difusión en agar sobre los serovares I y III de *Xanthomonas albilineans* y *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*. El componente mayoritario identificado en el aceite fue el monoterpeno oxigenado safrol (74,29 %). El aceite presentó una actividad antibacteriana marcada, observándose una inhibición del crecimiento bacteriano de las especies evaluadas. El aceite esencial de caisimón de anís es un candidato botánico con actividad microbiológica promisoriosa.

(Palabras clave: aceite esencial; *Piper auritum*; *Xanthomonas albilineans*; *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*)

CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STUDY OF THE ESSENTIAL OIL OF *Piper auritum* KUNTH (CAISIMÓN DE ANÍS)

ABSTRACT: The *Piper* genus, belonging to the *Piperaceae* family, has been the objective of phytochemical and biological studies because of its several ethnobotanical applications. The essential oils of *Piper* species have been used with many purposes. One of them is that they inhibit the growth of a large number of human, animal and plant pathogens. The aim of this work was to carry out the chemical and microbiological study of the essential oil of *Piper auritum* (Caisimón de anís). The composition of the essential oil of leaves and stems of this plant, obtained by hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus, was researched by GC/MS. The essential oil was tested against *Xanthomonas albilineans* and *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* for antibacterial properties by using the agar diffusion method. The main constituent of the oil was safrole (74,29%). The bioassay showed that the essential oil had a strong bactericidal activity.

(Key words: essential oil; *Piper auritum*; *Xanthomonas albilineans*; *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha evidenciado un extraordinario auge de la química de los productos naturales en el ámbito mundial. Entre los tres grupos de pro-

ductos de origen botánico que con mayor probabilidad tendrán el impacto más notable en la protección de plantas en la próxima década se encuentran los aceites esenciales y sus constituyentes, provenientes de diferentes especies vegetales (1).

Los aceites esenciales son usados como agentes carminativos, estimulantes, diuréticos y antireumáticos; algunos poseen propiedades insecticidas, antifúngicas y antibacterianas frente a microorganismos patógenos y han sido considerados como ingredientes activos en algunos plaguicidas botánicos, debido a su eficacia frente a un número considerable de plagas, su toxicidad mínima en mamíferos y su disponibilidad general (1,2,3,4).

Aunque la actividad biológica de los aceites esenciales ha sido confirmada en muchos estudios, los datos recogidos en esos materiales muestran una gran variabilidad. Las causas de ese comportamiento parecen ser las diferencias en la composición del aceite esencial debido a factores genéticos y ambientales y es por eso que resulta de interés la identificación de los principales constituyentes responsables de la actividad del aceite estudiado (2,5).

Las plantas del género *Piper* son ampliamente utilizadas en la medicina tradicional para el tratamiento de vaginitis, desórdenes intestinales y como citotóxico y antimicrobiano (6,7). Los metabolitos secundarios encontrados en extractos, obtenidos de diferentes partes de estas plantas, muestran actividad antifúngica, insecticida, antialimentaria, estimulante, bactericida y citotóxica (6,8,9). Sus aceites esenciales en particular inhiben el crecimiento de un amplio grupo de microorganismos que causan infecciones importantes en el hombre, las plantas y los animales, siendo particularmente útiles como antivirales, antimicóticos y antibacterianos (9). En este contexto el CENSA ha investigado un grupo de plantas cubanas pertenecientes a este género y el objetivo de este trabajo fue realizar el estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum* Kunth (Caisimón de anís).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las hojas y tallos de *P. auritum* se colectaron durante el mes de abril de 2008 en San José de las Lajas, provincia La Habana. Se partió del material vegetal fresco y no dañado y la extracción se realizó por el método de hidrodestilación empleando un equipo Clevenger según lo establecido en la norma ISO 65-71:84 (10). El tiempo de destilación fue de tres horas. El aceite esencial se secó sobre sulfato de sodio anhidro y se guardó en frío hasta su análisis. Fue caracterizado determinándose su olor, color, composición química y actividad biológica frente a bacterias fitopatógenas.

La composición química del aceite se determinó en un cromatógrafo de gases de la serie Agilent 6890 con un inyector del tipo "split splitless" (relación de

split 20:1), acoplado con un espectrómetro de masas de la serie Agilent 05973; ambos provenientes de la firma Agilent Technologies. El espectrómetro de masas trabajó en modo scan de adquisición a 70eV. Se utilizó un analizador cuadrupolar a 150°C de temperatura del cuadrupolo, el detector trabajó en un rango de masas de hasta 800 uma, las temperaturas de la interfase y de la fuente fueron 280°C y 230°C respectivamente. Se utilizó una columna capilar SPB-5 (L=15m, DI=0,25mm, f=0,10mm) con una inyección de 2 mL. La temperatura del horno fue programada: 60°C (2 min isotérmicos), seguido de una rampa de calentamiento hasta 100°C a razón de 4°C.min⁻¹, otra rampa de 10°C.min⁻¹ desde 100°C hasta 250°C donde finalmente permaneció durante 5 min isotérmicos. Se utilizó Helio como gas portador con un flujo constante de 1,0 mL.min⁻¹. La identificación de los compuestos se realizó mediante el uso combinado de las bases de datos automatizadas NBS-NISTASCI y Wiley 275 y el Atlas Registry of Mass Spectra Data (11).

Las bacterias fitopatógenas utilizadas para la evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial fueron: *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson (los serovares I y III) y *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (Manns) Willems *et al.*, ambas aisladas de muestras procedentes de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Jovellanos e identificadas mediante métodos moleculares (12). Para preparar el inóculo, ambos serovares de la especie *X. albilineans* fueron sembrados en medio de cultivo Wilbrink (BDH) e incubados a 28°C durante 48 horas, mientras que *A. avenae* subsp. *avenae* se sembró sobre placas de agar nutriente (Biocen) y se incubó a igual temperatura durante 24 horas. Una vez activadas las bacterias en estudio, se prepararon suspensiones bacterianas, hasta lograr una turbidez comparable al patrón de turbidez 0,5 Mc Farland. Esta comparación se realizó visualmente y, mediante lecturas en el espectrofotómetro, a una longitud de onda de 625 nm, se ajustó en el rango de 0,08 a 0,1 que equivale a 1-2 x 10⁸ UFC.mL⁻¹. De este inóculo se tomaron alícuotas y se colocaron en placas estériles con 20 mL del medio agarizado correspondiente para cada caso.

Para evaluar la sensibilidad de estos microorganismos al aceite esencial se empleó el método de difusión en agar según la técnica estandarizada por el National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) (13), basada en el método de Kirby-Bauer. Se depositaron 20, 10 y 5 µL del aceite puro en discos de papel de filtro Whatman 1 de 6 mm de diámetro que, posteriormente, fueron centrados sobre el medio inoculado con las suspen-

siones bacterianas. La temperatura de incubación fue de 28°C, la primera bacteria fue incubada durante 24 horas y la última durante 48 horas. Una vez transcurrido este tiempo se midió el halo de inhibición del crecimiento bacteriano. La actividad de las concentraciones del aceite se clasificó en marcada, moderada, ligera o sin actividad, según los rangos de la escala utilizada por Toda *et al.* (14). En todos los casos la evaluación se realizó por triplicado y se empleó un control del crecimiento bacteriano y un control positivo de Cloranfenicol (30 µg.disco⁻¹) (Imefa) para cada bacteria en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aceite esencial extraído de las hojas y tallos de *P. auritum* tiene un olor penetrante, característico y

un color amarillo claro. La identificación de los componentes del aceite esencial y sus cantidades relativas se informan en la Tabla 1.

De los 32 componentes separados en el aceite esencial, 24 fueron plenamente identificados y representan aproximadamente el 99,45 % de la composición relativa; de ellos, 12 constituyen hidrocarburos monoterpénicos (20,17%), siete hidrocarburos sesquiterpénicos (3,54 %) y cinco compuestos oxigenados (75,73%), los que representan la mayor proporción desde el punto de vista cuantitativo en el aceite esencial. El componente mayoritario fue el monoterpeno oxigenado safrol (74,29%) y se puede considerar la presencia de γ -terpineno (6,21%), α -terpinoleno (4,96 %), β -pineno (2,99 %), α -terpineno (2,65%), α -pineno (1,79%) y trans-cariofileno (1,43%).

TABLA 1. Composición química del aceite esencial de *Piper auritum*. / *Chemical composition of the essential oil of Piper auritum*

Pico	Tiempo de retención (min)	Cantidades relativas (%)	Identificación
1	1,338	0,12	tuyeno
2	1,393	1,79	α - pineno
3	1,473	0,05	canfeno
4	1,742	2,99	β - pineno
5	1,874	0,52	mirceno
6	1,984	0,09	α - felandreno
7	2,179	2,65	α - terpineno
8	2,236	0,08	p- cimeno
9	2,292	0,34	limoneno
10	2,446	0,21	trans- β - ocimeno
11	2,623	0,16	sin identificar
12	2,865	6,21	γ - terpineno
13	3,347	4,96	α - terpinoleno
14	3,383	0,03	sin identificar
15	3,594	0,85	linalol
16	9,275	74,29	safrol
17	10,417	0,61	α - copaeno
18	10,549	0,03	sin identificar
19	10,778	0,06	sin identificar
20	10,852	0,05	β - elemeno
21	11,48	1,43	trans-cariofileno
22	11,98	0,08	sin identificar
23	12,245	0,09	α - humuleno
24	12,789	0,04	sin identificar
25	12,973	0,59	germacreno
26	13,269	0,19	biciclogermacreno
27	13,416	0,73	germacreno+muroleno
28	13,743	0,12	sin identificar
29	13,886	0,16	miristicina
30	14,721	0,37	nerolidol
31	15,058	0,02	sin identificar
32	20,737	0,06	fitol

Se han efectuado estudios acerca de la composición química de varios aceites esenciales del género *Piper*, encontrándose como constituyentes principales fenilpropanoides, monoterpénoides y sesquiterpenoides (8,9,15). Los trabajos relacionados con la composición de *P. auritum* coinciden con la presencia de safrol como componente mayoritario. Por ejemplo Castro y Poveda (16) y Gupta *et al.* (17) informaron como constituyente principal del aceite esencial de caisimón el safrol, encontrándose en un rango de 70 a 85 % de la composición total. Recientemente, Blanco *et al.* (18) plantearon que el aceite esencial de esta especie contiene una fracción oxigenada como componente mayoritario, la cual es rica en safrol, β -linalol, cineol y acetato de terpineol, así como una fracción hidrocarbonada rica en sesquiterpenos.

En nuestro país, el aceite esencial de las hojas de *P. auritum*, obtenido mediante hidrodestilación con equipo Clevenger a partir del material vegetal seco, presentó un 64,5% de safrol como principal componente. Se destaca además la presencia de β -cariofileno (4,65%), germacreno (3,11%), cis-nerolidol (2,8%), linalol (2,29%), γ -terpineno (2,19%), terpinoleno (1,87%), α -terpineno + p-cimeno (1,79%), β -pineno (1,45%) y biciclogermagreno (1,26%) (19); la mayoría de ellos presentes en el aceite evaluado, aunque en diferentes proporciones.

Las discrepancias relacionadas con la composición del aceite, en cuanto al contenido de safrol y la abundancia relativa de los otros componentes presentes como componentes minoritarios, pueden explicarse considerando que variaciones en las condiciones ecológicas (clima, tipo de suelo, estación del año, lugar geográfico) en que se desarrolla la planta; así como las condiciones de extracción (método de extracción, tiempo, condiciones de la materia prima), pueden producir en el aceite cambios cualitativos y cuantitativos (2, 5). Por ejemplo: en un estudio realizado en la costa colombiana con el aceite esencial de *P. auritum* obtenido mediante hidrodestilación asistida por microondas (MWHD) durante 30 min, se informó un contenido de 93,2% de safrol y 4,3% de miristicina y 90,3% de safrol y 5,8% de miristicina para los aceites de hojas e inflorescencias de esta planta, respectivamente (20). En otra localidad colombiana, bajo iguales condiciones de extracción, se informó una composición química de 91,4% de safrol y 4,8% de miristicina como componentes mayoritarios del aceite esencial de las hojas de caisimón de anís (3).

Al evaluar la acción antimicrobiana del aceite frente a las bacterias estudiadas, cuando se usaron 20 μ L del aceite puro, se observó una inhibición total del crecimiento bacteriano, y no la formación de halos de

inhibición alrededor del disco; sin embargo, el empleo de 5 μ L del aceite no mostró actividad frente a ninguna de las bacterias tratadas. A la dosis de 10 μ L se observó una inhibición total del crecimiento de ambos serovares de *X. albilineans* y no se evidenció actividad frente a *A. avenae* subsp. *avenae* (Fig. 1).

Estos resultados evidencian que la bacteria *X. albilineans* resulta más sensible a la acción del aceite de caisimón de anís que *A. avenae* subsp. *avenae*; igual ocurre con el control de Cloranfenicol, que mostró una marcada actividad frente a *X. albilineans* y una ligera actividad frente a *A. avenae* subsp. *avenae*, lo que indica las potencialidades antimicrobianas del candidato evaluado y su posible uso en el tratamiento de enfermedades bacterianas.

En estudios realizados se ha encontrado que la actividad antimicrobiana presentada por los aceites esenciales se debe, en gran medida, a la presencia de terpenoides; siguiendo en orden de actividad los terpenoides que contienen grupos alcoholes, luego los que poseen aldehídos y por último los que tienen grupos cetónicos (21,22,23,24,25). Así mismo, algunos autores plantean que los aceites con un alto porcentaje de compuestos terpenoides del tipo fenólicos poseen notables propiedades antimicrobianas (26,27,28). Por ejemplo, el aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stapf. (Lemon grass o hierba limón) posee cantidades considerables de α -citral, β -citral, citronelol, citronelal, linalool y geraniol, los cuales han mostrado poseer actividad antimicrobiana ante *Escherichia coli* (Theodore von Escherich) Migula, *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn y *Staphylococcus aureus* (Rosenbach) (29). Estudios con extractos de canela, tomillo, clavo y orégano demostraron su actividad contra *Clostridium perfringens* (Veillon & Zuber) Hauduroy *et al.* y contra *Salmonella* sp. (30,31,32,33). Además, se encontró que el carvacrol y el timol, componentes del aceite esencial de *Poliomintha longiflora* Gray. (orégano orejón), fueron los responsables del efecto antibacteriano frente a *S. aureus*, *Streptococcus pneumoniae* (Klein) Chester, *Salmonella typhimurium* (Kauffmann & Edwards) Le Minor & Popoff, *Hemophilus influenzae* (Lehmann & Neumann) Winslow *et al.* y *E. coli* (34).

En general, las propiedades antimicrobianas de los aceites esenciales han sido reconocidas durante muchos años y particularmente el género *Piper* ha sido objeto de estudios fitoquímicos y biológicos, motivados por sus numerosas aplicaciones etnobotánicas (8). Este género es bien conocido como fuente de compuestos biológicamente activos como monoterpénos, sesquiterpenos y fenilpropanos (35).

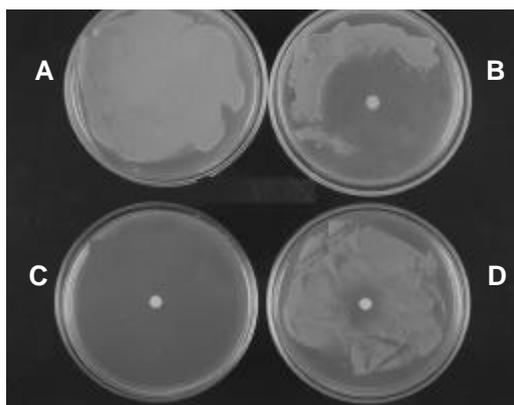
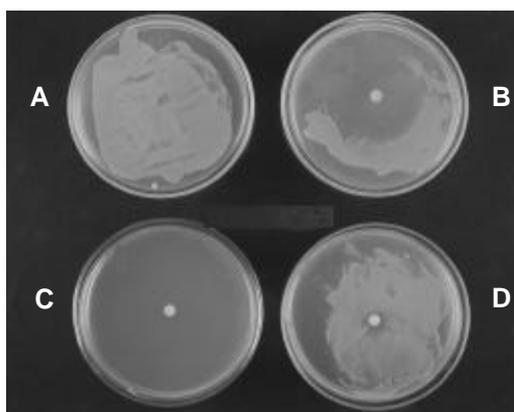
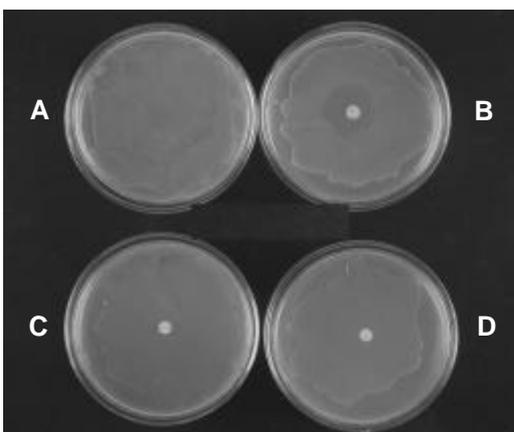
Xanthomonas albilineans (serovar I)*Xanthomonas albilineans* (serovar III)*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*

FIGURA 1. Inhibición del crecimiento bacteriano provocada por el aceite esencial de *P. auritum*./ *Inhibition of bacterium growth caused by P. auritum essential oil.*

- A. Control de crecimiento bacteriano
- B. Control positivo (Cloranfenicol)
- C. 10 μ L del aceite esencial puro
- D. 5 μ L del aceite esencial puro

Entre los compuestos a los que se le atribuyen propiedades antibacterianas, podemos citar: terpenos como el safrol, α - humuleno, β -cariofileno, β -elemeno, germacreno, p- cimeno, γ - terpineno, mirceno, entre otros (19,21); alguno de los cuales se encuentran en proporción considerable en el aceite de caisimón de anís evaluado, que tiene como componente principal al safrol, fenilpropanoide que representa el 74,29% de su composición total. El safrol, además, tiene una alta demanda en la industria de insecticidas y plaguicidas en sentido general (9).

Teniendo en cuenta los antecedentes encontrados en la literatura consultada y los resultados obtenidos, se pudiera atribuir la acción bactericida y/o bacteriostática del aceite esencial de *P. auritum* a sus componentes terpenoides, fundamentalmente los oxigenados, y la mayor contribución a este efecto corresponde específicamente al safrol.

Considerando la gran variedad de compuestos químicos presentes en los aceites esenciales, es muy probable que su actividad antimicrobiana no sea atribuible a un mecanismo específico, sino a la acción combinada de varios de ellos sobre distintas localizaciones de la célula (24). Sin embargo, el mecanismo de acción específico de estos compuestos aún hoy no ha sido claramente caracterizado. Algunos autores plantean que su actividad bacteriostática y/o bactericida se debe, fundamentalmente, a la sobrecarga a la que es sometida la membrana celular de los microorganismos de forma tal que la hace perder el control y la integridad (23,26,29). Uno de los principales mecanismos de acción propuestos para los terpenoides consiste en la disrupción de la membrana celular bacteriana mediante tres posibles vías: aumentando la permeabilidad de la membrana a iones pequeños, afectando la estabilidad estructural de la membrana y desestabilizando el empaquetamiento de la bicapa lipídica, cualquiera de estos efectos produce la muerte en la célula bacteriana (23).

Los compuestos fenólicos por ejemplo producen efectos a dos niveles, sobre la integridad de la pared celular y la membrana citoplasmática y sobre la respuesta fisiológica del microorganismo, sensibilizan a la membrana celular y cuando se saturan los sitios sobre los cuales actúan se produce un grave daño a la membrana citoplasmática. Además pueden desnaturar las enzimas responsables del inicio de la germinación de las esporas o interferir con el uso de aminoácidos para iniciar el proceso de germinación (36,37). Se pudo demostrar concretamente que derivados fenólicos tales como el carvacrol y el eugenol provenientes de clavo y tomillo causan la desintegración de la membrana de *E. coli* y *S. typhurium*. El

eugenol (componente mayoritario del aceite de clavo) y el cinamaldehído (componente de la canela) actúan inhibiendo la producción de enzimas intracelulares, tales como amilasas y proteasas, lo que provoca el deterioro de la pared y un alto grado de lisis celular (30,33).

Aunque ha sido extensamente estudiada y comprobada la actividad antibacteriana de diferentes extractos de *P. auritum* (18), la acción de sus aceites esenciales frente a las bacterias en estudio se informa por primera vez; estas bacterias provocan enfermedades de importancia para el cultivo de la caña de azúcar. *A. avenae* subsp. *avenae* y *X. albilineans* son responsables de las enfermedades conocidas como la raya roja y la escaldadura foliar respectivamente, esta última considerada la enfermedad bacteriana más importante de este cultivo y que provoca pérdidas millonarias en la producción cañera de Cuba y el mundo.

Resulta necesario realizar nuevas evaluaciones que permitan determinar la concentración mínima inhibitoria del aceite frente a cada bacteria; pero estos resultados sirven de punto de partida para experimentos posteriores, además de demostrar la actividad antibacteriana promisorio del aceite esencial de caisimón de anís frente a las bacterias evaluadas.

Nuevos plaguicidas basados en este aceite podrían constituir una alternativa eficaz y ambientalmente segura para el control de enfermedades bacterianas en el cultivo de la caña de azúcar, tomando en consideración la amplia disponibilidad y facilidad de cultivo de esta especie vegetal, así como la gravedad de las afectaciones provocadas por los fitopatógenos estudiados.

REFERENCIAS

1. Isman MB. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Ann Rev Entomol.* 2006;51:45-66.
2. Gil EP, Sáez AV. Evaluación a escala de planta piloto del proceso industrial para la obtención de aceite esencial de cardamomo, bajo la filosofía cero emisiones. Universidad EAFIT. 2005. (Consultado: 5 jul 2008). Disponible en: www.eafit.edu.co/NR/rdonlyres/E5DAC709-C033-4BBF-8939-78683B9 EC5C0/0/ Cuaderno30.pdf
3. Castañeda ML, Muñoz A, Martínez JR, Stashenko E. Estudio de la composición química y la actividad biológica de los aceites esenciales de diez plantas aromáticas colombianas. *Scientia et Técnica.* 2007;XIII(033):165-166.
4. Copping LG, Duke SO. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Manag Sci.* 2007;63:524-554.
5. Durán DC, Monsalve LA, Martínez JR, Stashenko EE. Estudio comparativo de la composición química de aceites esenciales de *Lippia alba* provenientes de diferentes regiones de Colombia y efecto del tiempo de destilación sobre la composición del aceite. *Scientia et Técnica.* 2007; 33:435-437.
6. Mesa AC, Montiel J, Martínez C, Zapata B, Pino N, Bueno JG, et al. Actividad *in vitro* anti-candida y anti-aspergillus de aceites esenciales de plantas de la familia *Piperaceae*. *Scientia et Técnica.* 2007;XIII(033):247-249.
7. Scott IA, Jensen HR, Philogene BJR, Arnason JT. A review of *Piper* spp. (*Piperaceae*) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. *Phytochemistry Reviews.* 2008;7(1):65-75.
8. Oliveira LHW, Ehringhausm Ch, Yoshio PK. Genetic diversity of *Pimenta longa* genotypes (*Piper* spp., *Piperaceae*) of the Embrapa Acre germplasm collection. *Genetics and Molecular Biology.* 2004;27(1):74-82.
9. Delgado AW, Cuca SLE. Composición química del aceite esencial de *Piper hispidum*. *Rev Productos Naturales.* 2007;1(1):5-8.
10. International Standardization Organization. ISO 6571. Spices, condiments and herbs- Determination of volatile oil content. 1984. (Norma ISO).
11. Stenhagen E, Abrahamsson S, McLafferty FW. Atlas Registry of Mass Spectra Data. 1974.
12. Iglesia A, Días M, Álvarez E, Arocha Y. Diagnóstico de enfermedades bacterianas de la caña de azúcar en Cuba. En: Actas del VI Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba. 2008. Septiembre. (Conferencia).
13. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility test. National Committee for Clinical Laboratory Standards. 1997;17:234-238.

14. Toda M; Okubo S; Mara Y; Shimamura T. Antibacterial and bactericidal activities of tea extracts and catechins against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. Jap J Bacteriol. 1991;46(5):845-9.
15. Bottia EJS, Díaz OLF, Mendivelso DI, Martínez JR, Stashenko EE. Comparación de la composición química de los metabolitos secundarios volátiles de cuatro plantas de la familia *Piperaceae* obtenidos por destilación extracción simultáneas. Scientia et Técnica. 2007;XIII(033):193-195.
16. Castro O, Poveda LJ. *Piper auritum* H.B.K. familia *Piperaceae*. Estudio preliminar del aceite esencial de sus hojas. Ing Cienc Quim. 1983;7:24-25.
17. Gupta MP, Arias TD, Williams NH, Bos R, Tattje DHE. Safrole, the main component of the essential oil from *Piper auritum* of Panamá. J Nat Prod. 1985;48:330.
18. Blanco NH, Ramos AR, Vizoso AP. Evaluación tóxica y genotóxica del extracto fluido de *Piper auritum* H.B.K. Rev Cubana Plant Med. 2006;11(3-4).
19. Hernández LD, Rodríguez MJ, García D, Pino AJ. Actividad antidermatofítica in vitro de aceites esenciales. Rev Cubana Plant Med. 2003 Marz; 8(2). (Consultado: 9 oct 2008). Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/pla/vol18_2_03/plasu203.htm.
20. García AR, Leyva MA, Martínez JR, Stashenko EE. Determinación de la composición química y actividad antioxidante *in vitro* del aceite esencial de *Piper auritum* Kunth (*Piperaceae*) difundida en la costa colombiana. Scientia et Técnica. 2007;XIII(033): 439-442.
21. Nanasombat S, Lohasupthawee P. Antibacterial activity of crude ethanolic extracts and essential oils of spices against *Salmonellae* and other enterobacteria. Sci Tech J. 2005;5(3): 527-538.
22. Mitiaë-Æulafia D, Vukoviaë-Gaëia B, Kneževiaë-Vukëeviaë J, Stankoviaë S, Simiaë D. Comparative study on the antibacterial activity of volatiles from sage (*Salvia officinalis* L.). Arch Biol Sci., Belgrade. 2005;57(3):173-178.
23. Maguna FP, Romero AM, Garro OA, Okulik NB. Actividad antimicrobiana de un grupo de Terpenoides. (Comunicaciones Científicas y Tecnológicas en Internet). Facultad de Agroindustrias, UNNE, Argentina. 2006. (Consultado: 9 oct 2008). Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/08-Exactas/2006-E-057.pdf>.
24. Fabio A, Cermelli C, Fabio G, Nicoletti P, Quaglio P. Screening of the antibacterial effects of a variety of essential oils on microorganisms responsible for respiratory infections. Phytother Res. 2007;21: 374-377.
25. Vera RJ, Pastrana PF, Fernández K, Viña A. Actividad antimicrobiana in vitro de volátiles y no volátiles de *Lippia alba* y extractos orgánicos y acuoso de *Justicia pectoralis* cultivadas en diferentes pisos térmicos del departamento de Tolima. Scientia et Técnica. 2007; XIII(33): 345-348.
26. López LMT. Tomillo. Propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. Fitoterapia. 2006;25(1): 74-77.
27. Raybaudi-Massilia RM, Soliva RF, Martín OB. Uso de agentes antimicrobianos para la conservación de frutas frescas y frescas cortadas. En: Actas del I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, SP Brazil. 2006 Abril; 15-21.
28. Kotan R, Kordalic S, Cakird A. Screening of Antibacterial Activities of Twenty-One Oxygenated Monoterpenes. Z. Naturforsch. 2007; 62:507-513.
29. Griffin S. Aspects of Antimicrobial Activity of Terpenoids and the Relationship to their Molecular Structure. Physic Bulletin. 1979;30:262.
30. Mitsch P, Zitterl-Eglseer K, Kohler B, Gabler C, Losa R, Zimpermik I. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. Poultry Science. 2004;83(4):669-675.
31. Gutiérrez J. Estudio de la actividad antimicrobiana de aceites esenciales frente a diferentes serotipos de *Salmonella* spp. Universidad de Córdoba. 2006. (Tesina de Licenciatura).

32. Huerta BL, Ponsa F, Ordóñez G, Fernández N, Peñalver P. Estudio de eficacia de aceites esenciales ante una infección experimental de *Salmonella enteritidis* en gallinas ponedoras en producción. En: Actas del XLII Symposium de Avicultura Científica. Cáceres, España. 2005.
33. Huerta BL. Aceites esenciales en el control de las patologías aviarias. Universidad de Córdoba. 2007. (Consultado: 9 oct 2008]. Disponible en: <http://www.wpsa-aeca.com/img/informacion/wpsa1177323612a.pdf>.
34. Garrido M, Pérez BE, Escandón. MA, Villavicencio N. Composición química, actividad antibacteriana de aceites esenciales y morfología glandular de *Poliomintha longiflora*. Centro de Investigaciones Biológicas. Laboratorio de Etobotánica. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 3º Reunión Nacional sobre orégano. 2007 Agosto; Edición Especial N° 1 Enero 2008.
35. Saralegui BH. Flora de la República de Cuba. *Piperaceae*. 2004;9(3):1-5.
36. Juven BJ, Kanner J, Schved F, Weisslowicz H. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J Appl Bacteriol*. 1994;76(6):626-631.
37. Nychas GJE. Natural antimicrobials from plants. *New Methods of Food Preservation*. Chapman & Hall. London. 1995;4:59-89.

(Recibido : 27-6-2008 ; Aceptado : 5-1-2009)

Manejo Agroecológico de Plagas en cultivos Tropicales

Período de ejecución: 21 al 29 de junio de 2009

Modalidad del curso: Teórico-práctico-participativo

Tiempo de duración: 50 horas

Temas:

- Evolución y tipos de agricultura
- Taxonomía, sistemática y diagnóstico en el Manejo Agroecológico de Plagas
- Bases ecológicas, sociales y económicas del Manejo Agroecológico de Plagas
- Alternativas que pueden ser usadas en el Manejo Agroecológico de Plagas
 - Parasitoides
 - Depredadores (insectos y ácaros)
 - Bacterias y virus entomopatógenos
 - Hongos nematófagos y entomopatógenos
 - Trampas para el monitoreo y manejo de plagas
 - Nematodos entomopatógenos
 - Prácticas agronómicas
 - Extractos naturales
 - Feromonas
- Manejo integrado de plagas
- Riesgos y manejo de plaguicidas sintéticos.

Costo de colegiatura:

280 € para estudiantes de posgrado.

150 € para estudiantes de pregrados.

Este precio incluye CD con conferencias y otros documentos, materiales para notas, almuerzos y transportación.

DIRIJA SUS SOLICITUDES A:
Dr. Jesús G. Rodríguez Diego
E. mail: jesus@censa.edu.cu
Jesus122001mx@yahoo.es



Posgrado

