

## **Poliextractos de plantas medicinales en bacterias asociadas a infecciones respiratorias agudas (IRAS) en pollos**

## **Poliextratos de plantas medicinais sobre bactérias associadas a infecções respiratórias agudas em galinhas**

DOI: 10.34188/bjaerv6n1-013

Recebimento dos originais: 20/12/2022

Aceitação para publicação: 02/01/2023

### **Dolores Vargas Álvarez**

Doctora en ciencias en fisiología vegetal

Universidad Autónoma de Guerrero; Facultad de Ciencias Químico Biológicas y Biomédicas; CU (Ciudad Universitaria) Avenida Lázaro Cárdenas S/N col. La haciendita Chilpancingo de los Bravo, México, C. P. 39090  
E-mail: [dvargas@uagro.mx](mailto:dvargas@uagro.mx)

### **Rosa Iris Mayo Tadeo**

Maestría en ciencias agropecuarias y gestión local

Universidad Autónoma de Guerrero; Facultad de Ciencias Químico Biológicas y Biomédicas; CU (Ciudad Universitaria) Avenida Lázaro Cárdenas S/N col. La haciendita Chilpancingo de los Bravo, México, C. P. 39090  
E-mail: [roxina@hotmail.com](mailto:roxina@hotmail.com)

### **David Andrade Pacheco**

Ing. Zootecnista

Universidad Tecnológica de Tehuacán, Prolongación de la 1 sur 1101. San Pablo Tepetzingo. Tehuacán Puebla. CP 75859  
E-mail: [david.andrade@uttehuacan.edu.mx](mailto:david.andrade@uttehuacan.edu.mx)

### **Flaviano Godínez Jaimes**

Doctor en Ciencias agrícolas especialidad Estadística

Universidad Autónoma de Guerrero Facultad de Matemáticas. Avenida Lázaro Cárdenas S/N col. La haciendita Chilpancingo de los Bravo, México, C. P. 39090  
E-mail: [fgodinezj@gmail.com](mailto:fgodinezj@gmail.com)

### **Agustín Damián Nava**

Doctor en Ciencias en Fisiología Vegetal

Universidad Autónoma de Guerrero Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, periférico poniente s/n, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. CP 40011  
E-mail: [agudana@yahoo.com.mx](mailto:agudana@yahoo.com.mx)

### **Francisco Palemón Alberto**

Doctor en Ciencias agrícolas especialidad Genética

Universidad Autónoma de Guerrero Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, periférico poniente s/n, Iguala de la Independencia Guerrero, México. CP 40011  
E-mail: [alpaf75@hotmail.com](mailto:alpaf75@hotmail.com)

## RESUMO

Este trabalho de pesquisa teve como foco o desenvolvimento da formulação de um xarope à base de extratos vegetais de buganvília, canela, calêndula, eucalipto e ítamo para inibir o crescimento de *S. aureus* e *S. pyogenes*, bactérias associadas a infecções respiratórias. Determinar os metabólitos secundários nos extratos metanólicos de cada espécie, bem como avaliar a atividade antibacteriana dos extratos em xaropes, e sua capacidade antioxidante. Verificou-se que o extrato de eucalipto é o melhor para inibir as bactérias, assim como na forma de xarope, e o extrato de canela é o melhor antioxidante.

**Palavras-chave:** metabólitos secundários, atividade antibacteriana, atividade antioxidante.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo el modelaje para la elaboración de la formulación de un jarabe a base de extractos vegetales de bugambilia, eucalipto, canela, calêndula e itamo para inhibir el crecimiento de *S. aureus* y *S. pyogenes*, bacterias asociadas con las infecciones respiratorias. Determinando los metabolitos secundarios presentes en los extractos metanólicos de cada especie, así como también evaluando la actividad antibacteriana de los extractos y de los jarabes, y su capacidad antioxidante. Se encontró que el extracto de eucalipto es el mejor para inhibir a las bacterias, al igual que en su forma de jarabe, y el extracto de canela es el mejor antioxidante.

**Palabras clave:** metabolitos secundarios, actividad antibacteriana, actividad antioxidante.

## 1 INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos se han usado diferentes métodos de conservación de la salud a través de la herbolaria. Actualmente Francia es el país que más ha repuntado en la obtención de nuevas estrategias de generación de conocimiento sobre los productos naturales, por cada proceso de elucidación de metabolitos para identificar los principios activos. Sin embargo, desde tiempo inmemorial las culturas indígenas mexicanas han acostumbrado coleccionar los azahares cada año el primer viernes de marzo en la transición del invierno a la primavera, preámbulo de la floración del 21 de marzo cuando entra con frenesí la primavera. Es costumbre recabar flores, botones florales y cortezas que se vierten en alcohol para masajes o aguardiente para masajes y para tomar, lo que indica que es un solvente sustentable y potable apropiado para el consumo humano. En las culturas popolucas, náhuatl, mixtecas y totonacas esta mezcla se denomina yolispa, curado. cúralo todo, digestivo, relajante, y se acostumbra guardar en un lugar oscuro y en fosas de tierra, con la finalidad de conservarlo hasta ocuparlo. En la construcción del pensamiento científico son poliestractos, que tienen innumerables funciones debido a que traspasan los objetivos de muchos antibióticos desde la actividad antimicrobiana y antioxidante. El desequilibrio que causa estrés oxidativo y el balance del equilibrio de la flora mediante la conjunción de sus metabolitos extraídos en un solvente medianamente polar, esta ventaja comparativa general la detención del estrés oxidativo, manteniendo estable la salud humana y hasta de cualquier ser vivo, por lo tanto, este trabajo tiene

como objetivo revelar el comportamiento de los extractos de forma individual y combinada en la actividad antimicrobiana y antioxidante.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de material vegetal

El material vegetal consta de cinco especies de plantas, de las cuales se obtuvieron flores de bugambilia roja y morada, frutos de eucalipto, corteza de canela y hojas de ítamo obtenidos de diferentes lugares. Las muestras fueron colectadas en la comunidad de Acahuizotla Municipio de Chilpancingo Guerrero. Se estudiaron dos variedades de caléndula (S2 y S3).

### Lavado y secado

Para la canela y eucalipto las plantas se separaron por partes, se lavaron con agua y se secaron a temperatura ambiente. Para la bugambilia y el ítamo se colocaron en bolsas de papel perforadas en una estufa de convección a una temperatura de 60 °C, volteándolas diario durante tres días.

### Obtención de los extractos

Para la obtención de los extractos se pesaron 60 gramos de cada muestra, adicionando 500 ml de etanol al 95 %, mediante el método de soxhlet a diferentes ciclos de lavado. Una vez obtenidos los extractos, fueron concentrados en un rotavapor hasta obtener un volumen mínimo, para luego dejar secarlos a temperatura ambiente con el fin de evaporar el resto del solvente y así obtener un extracto crudo.

### Determinación de la actividad antibacteriana de los extractos

Se utilizaron cepas de bacterias de *S.pyogenes* y *S.aureus*. Se seleccionaron los medios de cultivo agar Mueller-Hinton (anexo 6) para *S. aureus* y agar sangre para *S.pyogenes*.

Primero se preparó el inóculo de las cepas bacterianas a utilizar, ajustándolos con un nefelómetro de 0.5 de la escala de MacFarland, correspondiente a una concentración de  $1.5 \times 10^8$  células /mL.

La evaluación de la actividad antibacteriana se realizó con el método de Kirby-Bauer

Se tomaron 0.5 g de cada uno de los extractos crudos y se aforo en 3 mL de etanol, quedando todos los extractos a una concentración de  $0.166 \text{ mg mL}^{-1}$ . Después se tomaron discos de papel estériles a los que se les adicionó 20  $\mu\text{L}$ , agregando en total de  $3.33 \mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$  de extracto crudo en cada disco, se dejaron secar en una caja de petri, posteriormente se colocaron en los medios de

cultivos. El control positivo fue un disco de penicilina de 10 µg y el negativo fue un disco con 20 µL de etanol. Cada una de las pruebas se realizó por triplicado.

### Determinación de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante de los extractos de las plantas en el estudio, se realizó por el método del DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo). Se tomaron 10 µL de cada extracto, 2 mL de DPPH realizando tres repeticiones. Todas las reacciones fueron incubadas durante 2 horas a temperatura ambiente, en tubos de ensayo protegidas de la luz, después, se midieron las absorbancias a 520 nm en un espectrofotómetro.

El porcentaje de inhibición del DPPH se calculó mediante la expresión:

$$\text{inhibición} = \% I \frac{A - A_1}{A} \cdot 100$$

En donde A = Absorbancia del blanco, A1= Absorbancia de la muestra.

Los resultados se expresaron como concentración inhibitoria IC50 (en mg mL<sup>-1</sup>), esto es, la cantidad de sustancia en 1 ml de reacción, necesaria para disminuir al 50% la concentración inicial de DPPH.

### Formulaciones y preparación de los jarabes

Para la elaboración de un jarabe es importante seleccionar con sumo cuidado la sacarosa y usar agua purificada desprovista de sustancias extrañas, utilizar vasos y recipientes limpios. Esta operación debe ser conducida con cuidado para evitar la contaminación y garantizar la estabilidad del producto.

Tabla 2. Ingredientes de las formulaciones

Materia prima	Función
Extractos de bugambilia, canela, caléndula, eucalipto e itamo	Principio activo
Microencapsulado	Colorante y regulador de Ph
Agua	Vehículo
Sabor uva	Saborizante
Miel	Edulcorante
Peptina	Espesante
Alcohol	Cosolvente

El procedimiento se realizó de acuerdo a lo establecido en el Código PN/L/FF/004/00. Se realizaron formulaciones utilizando los diferentes extractos, por separado y en conjunto para ver la efectividad de cada uno, el procedimiento fue el siguiente:

Se pesaron todos los componentes de la fórmula; se añadió en el agua miel de abeja y se agitó suavemente hasta obtener una mezcla homogénea, después se adicionó un colorante (microencapsulado de jamaica): enseguida se incorporó el saborizante; por último se añadió el principio activo y se agitó suavemente la mezcla

Las cantidades utilizadas no serán proporcionas por qué se quiere patentar la fórmula.

### **Determinación de grados brix y pH**

El pH se define como el valor dado por un instrumento potenciométrico adecuado, estandarizado apropiadamente, capaz de reproducir valores de pH de hasta 0.02 unidades de pH usando un electrodo indicador sensitivo a la actividad del ion hidrógeno, un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia adecuado.

Calibrar el equipo con Buffer pH 4.0 y Buffer pH 7.01, colocar el equipo en la opción medición. tomar 20 mL de jarabe, colocar en beaker de 100 mL, sumergir el electrodo en la muestra y hacer la lectura de pH, para esta prueba no existe especificación, para medir los grados brix de las formulaciones se utilizó el refractómetro modelo WYA (2WAJ) en el cual se colocó una gota de las muestras y se observaron los grados brix que tenían las muestras.

Posteriormente cuando las formulaciones tenían la cantidad de azúcar necesaria se midió el pH de la solución con un potenciómetro de la marca corning.

### **Evaluación de la actividad antibacteriana del jarabe**

Para evaluar el efecto inhibitor de las formulaciones obtenidas sobre el crecimiento de las cepas bacterianas, se utilizó la misma metodología realizada para los extractos crudos de las cinco plantas colocando 10  $\mu$ L en cada disco.

## **3 RESULTADOS**

El cuadro 3 muestra que todos los jarabes tienen grados brix de 59.2 y valores de pH que varían de 5.1 a 5.5, pero cumplen con lo establecido por la NMX-F-169-1984.

Cuadro 4. Determinación pH de las formulaciones realizadas.

Formulaciones	pH	Grados brix
Bugambilia	5.4	59.2
Canela	5.3	59.2
Caléndula	5.1	59.2
Itamo	5.2	59.2
Eucalipto	5.5	59.2
Mezcla	5.4	59.2

Análisis estadístico de los antibiogramas realizados para determinar la actividad antibacteriana de las muestras procesadas.

El análisis estadístico de las variables se realizó con el Software R versión 3.3. Para las tres variables respuesta de interés en el estudio se presentan medias, varianzas y gráficas para 34 tratamientos. Estos se obtienen al considerar los siete extractos, tres fórmulas-cepas y dos bacterias, los cuales se describen en el Cuadro 5.

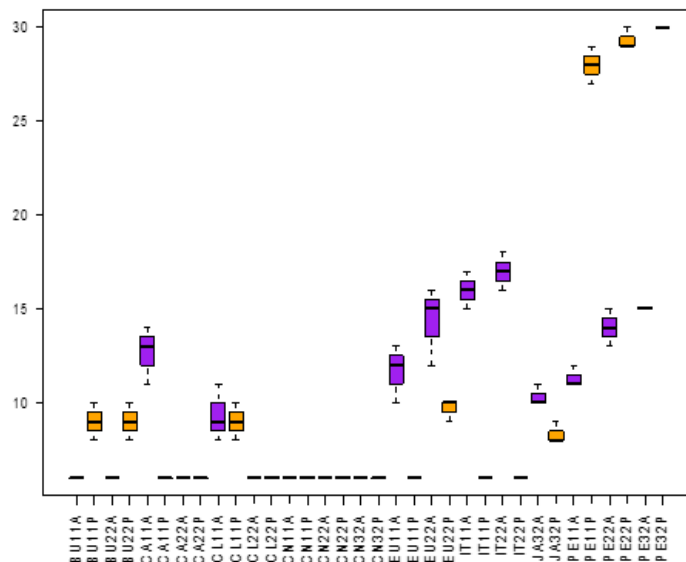
Para determinar si son iguales las medias de los halos de inhibición de los 34 tratamientos se usó un diseño completamente al azar, cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde  $Y_{ij}$  es el halo de inhibición,  $\mu$  es la media general y  $\tau_i$  es el efecto del tratamiento  $i$ . El modelo supone que los errores  $\varepsilon_{ij}$  tienen distribución normal, son independientes y tienen varianzas homogéneas.

Las medias de los tratamientos se muestran en el Cuadro 5. Se observa que las fórmulas basadas en caléndula tienen medias de halos de inhibición muy pequeñas, por el contrario algunas fórmulas basadas en penicilina tienen los mejores resultados. Esto se aprecia mejor en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Distribución de los halos de inhibición de los tratamientos estadísticos estudiados.



El análisis de las medias de los halos de inhibición en los tratamientos mediante un diseño completamente al azar mostró que no se cumplen los supuestos del modelo. Se rechazó que los residuos tienen distribución normal porque las pruebas estadísticas de normalidad tienen valor  $p < 0.05$  (Shapiro-Wilk  $p = 1.474e-09$ ; Anderson–Darling  $p = 2.2e-16$ ; Lilliefors Kolmogorov-Smimov  $p = 2.2e-16$ ). También se rechazó que hay homogeneidad de varianzas de los residuos de los tratamientos ya que algunas pruebas tuvieron valor  $p < 0.05$  (Levene  $p = 0.03471$ ; Bartlett  $p = 2.2e-16$ ; Fligner-Killeen  $p = 0.1325$ ).

El análisis final se realizó con la transformación a rangos de los halos de inhibición mediante la prueba de Kruskal-Wallis que no usa los supuestos mencionados en la prueba anterior. Esta prueba rechaza que las medias de los rangos de los halos de inhibición de los 34. tratamientos sean iguales. Por tanto, al menos una media de los rangos es diferente de las otras. Para identificar que tratamientos tiene mayor media de los rangos de los halos se realizó la prueba de Tukey (Cuadro5).

Se identifican 12 grupos estadísticamente diferentes. En el primer grupo, con las mayores medias están los tratamientos PE32P, PE22P y PE11P. En el segundo grupo PE11P e IT22A. En el tercer grupo IT22A y IT11A. En el cuarto grupo IT11A, PE32A y EU22A. En el quinto grupo PE32A, EU22A y PE22. En el sexto grupo CA11A, EU11A y PE11A. En el séptimo grupo PE11A y JA32A. En el octavo grupo JA32A y EU22P. En el noveno grupo EU22P, CL11A, BU11P, BU22P, CL11P. Y en el último grupo con las medias menores: BU11A, BU22A, CA11P, CA22A, CL22A, CL22P, CN11A, CN11P, CN22A, CN22P, CN32A, CN32P, EU11P, IT11P e IT22P.

Cuadro 5. Tratamientos, medias de los halos de inhibición (MHI) mm, de sus rangos (MRHI) y prueba de Tukey.

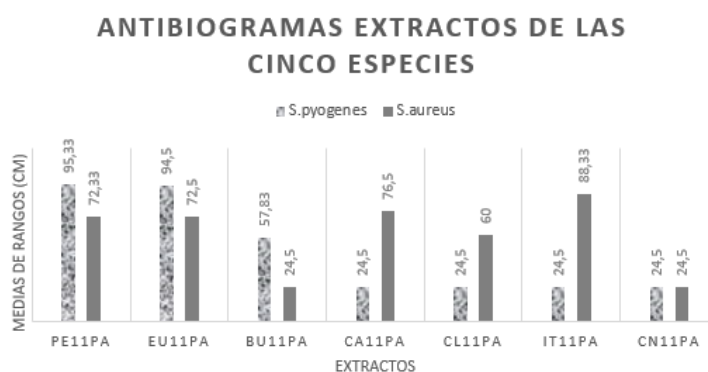
Tratamientos	MRHI	MHI
Penicilina, Jarabe, <i>S.pyogenes</i> (PE32P)	100.5	30.00 <sup>a</sup>
Penicilina, Jarabes individuales, cepa dos <i>S.pyogenes</i> (PE22P)	98.2	29.33 <sup>a</sup>
Penicilina, Extractos individuales, cepa uno <i>S.pyogenes</i> (PE11P)	95.3	28.00 <sup>ab</sup>
IT22A	91.2	17.00 <sup>bc</sup>
IT11A	88.3	16.00 <sup>cd</sup>
PE32A	84.5	15.00 <sup>de</sup>
EU22A	82.8	14.33 <sup>de</sup>
PE22A	81.0	14.00 <sup>ef</sup>
CA11A	76.5	12.67 <sup>fg</sup>
EU11A	72.5	11.67 <sup>g</sup>
PE11A	72.3	11.33 <sup>gh</sup>
JA32A	66.7	10.33 <sup>hi</sup>
EU22P	62.2	9.67 <sup>ij</sup>
CL11A	60.0	9.33 <sup>j</sup>
BU11P	57.8	9.00 <sup>jk</sup>
BU22P	57.8	9.00 <sup>jk</sup>
CL11P	57.8	9.00 <sup>jk</sup>
JA32P	53.5	8.33 <sup>k</sup>
BU11A	24.5	6.00 <sup>l</sup>
BU22A	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CA11P	24.5	6.00 <sup>l</sup>

CA22A	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CA22P	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CL22A	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CL22P	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CN11A	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CN11P	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CN22A	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CN22P	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CN32A	24.5	6.00 <sup>l</sup>
CN32P	24.5	6.00 <sup>l</sup>
EU11P	24.5	6.00 <sup>l</sup>
IT11P	24.5	6.00 <sup>l</sup>
IT22P	24.5	6.00 <sup>l</sup>

En las gráficas siguientes se describen los resultados obtenidos del análisis estadístico de los antibiogramas realizados de las muestras utilizadas, con los controles positivo en este caso se utilizó un disco con 10 µg de penicilina y el control negativo fue un disco de papel con 20 µL de alcohol con diámetro de 6mm. En la gráfica 2. Se observa que para *S. pyogenes*, los tratamientos

Tratamientos con la misma letra tienen medias poblacionales estadísticamente iguales. CA11P, CL11P e IT11P presentaron un rango de 24.5 al igual que el control negativo CN11A, lo que indica que no inhiben la bacteria, mientras que el tratamiento BU11P fue el que presentó el poder inhibitorio mínimo frente a este microorganismo con un rango de 57.83, mientras que el tratamiento EU11P presentó la mejor actividad inhibitoria teniendo de 94.5 que se acercan más al PE11 con un valor de 95.33.

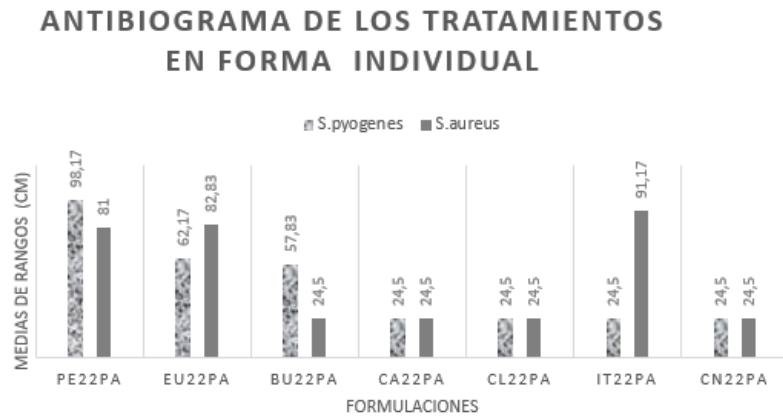
Gráfica 2. Medias de rango de halos de inhibición con extractos (PE11PA: control positivo, BU11PA: bugambilia, CA11PA: canela, CL11PA: caléndula, EU11PA: eucalipto, IT11PA: itamo, CN11PA: control negativo, todos se retaron contra *S. pyogenes* y *aureus*, utilizando 3.32 mg de cada extracto en la una primera cepa).



Para la cepa de *S. aureus*, el tratamiento BU11A presento un rango de 24.5 al igual que el control negativo CN11A, mientras que el tratamiento CI11A obtuvo el menor rango de inhibición de 60, es decir, que el poder inhibitor de este tratamiento es mínimo. Se observa también que frente a este microorganismo los tratamientos que presentaron un mayor rango fueron: IT11A, seguido de CA11A y EU11A los cuales tuvieron valores de 88.33, 76.5 y 72.5 por arriba del PE11A presentando un rango de 72.33 que se usó como control positivo.



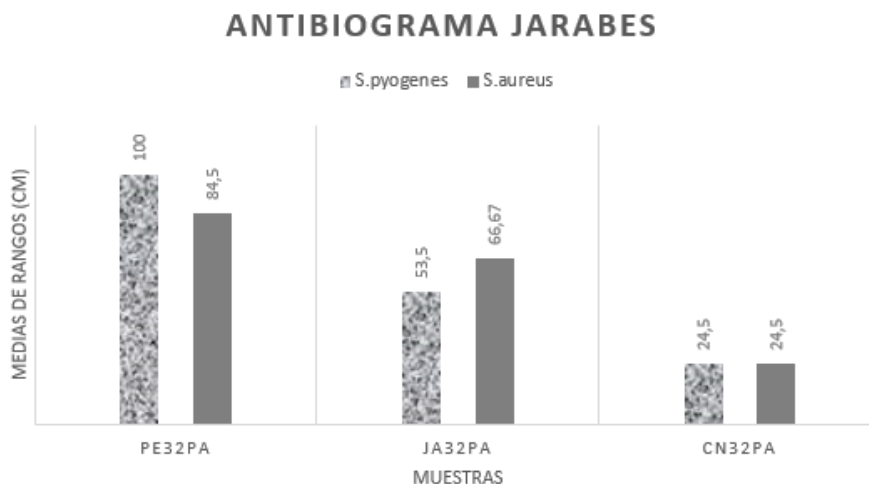
Gráfica 3. Medidas de rango de halos de inhibición de los jarabes con extractos individuales (PE22PA: control positivo, BU22PA: jarabe de bugambilia, CA22PA: jarabe de canela, CL22PA: jarabe de caléndula, EU22PA: jarabe de eucalipto, IT22PA: jarabe de itamo todos se retaron contra *S. pyogenes* y *aureus*, utilizando una segunda cepa).



En la gráfica 3. Para *S. pyogenes*, se muestra que los tratamientos CA22P, CL22P e IT22P no presentaron halos de inhibición teniendo una media de rango igual que el CN22P (control negativo), mientras que los jarabes de BU22P tiene una media de rango de inhibición de 57.83 y el EU22P presentó una media de rango de 62.17, el PE22P (antibiótico) fue el que obtuvo un mayor halo de inhibición esto debido a que es un tratamiento específico para esta bacteria.

En la cepa de *S. aureus*, se observa que los jarabes BU22A, CA22A, CL22A tienen medias de rangos de inhibición de 24.5 al igual que el CN22A (control negativo), por otro lado los tratamientos de EU22A tiene un valor de 82.83 e IT22A de 91.17 de medias de rango de inhibición mayores que el PE22A teniendo solo 81.00 (antibiótico) el cual se utilizó como control positivo.

Gráfica 4. Medidas de rango de halos de inhibición del jarabes (PE32PA: control positivo, JA32PA: jarabe mezcla, CN32PA: control negativo, todos se retaron contra *S. pyogenes* y *S. aureus*, utilizando la segundas cepas).



En la gráfica 4. Se muestra que el tratamiento que tiene mayor rango es PE32P, el cual era de esperarse debido que este es un antibiótico específico para estas bacterias, mientras que el jarabe (JA32A) presentó mayor sensibilidad frente a *S.aureus* con un rango de 66.67, en comparación con *S. pyogenes* con un valor de 53.5.

Determinación de la actividad antioxidante por el método DPPH.

En el cuadro 6 se muestra que todas las plantas presentaron actividad antioxidante en diferentes grados, siendo la canela la que presentó mayor actividad antioxidante, lo cual se vio reflejado en el análisis estadístico del IC50 (Cantidad de extracto necesaria para reducir el 50 % del radical), en el cual el mejor antioxidante es aquel del que se necesita una menor cantidad para reducir solo el 50 % del radical libre (DPPH).

Cuadro 6. Actividad antioxidante de extractos metanólicos de las plantas.

Especie	Potencial antioxidante (%)	CI50 (mg) <sup>§</sup>
Canela	100 ± 0.0	0.25 <sup>a</sup>
Eucalipto	29.9 ± 0.3	0.80 <sup>c</sup>
Caléndula (S2)	33.1 ± 0.3	0.70 <sup>c</sup>
Ítamo	12.1 ± 0.8	2.08 <sup>d</sup>
Bugambilia roja	73.7 ± 3.5	0.34 <sup>b</sup>

± Desviación estándar. <sup>§</sup> Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ).

#### 4 DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos de la actividad antibacteriana de los extractos frente a *Staphylococcus aureus* se establece que los extractos de canela, itamo, caléndula y eucalipto funcionan como inhibidores bacterianos contra estas cepas utilizando 20 µL (gráfica.2). Estudios realizados por Márquez *et al.*, (2005) demuestran que el itamo puede inhibir a *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, y *Pseudomona aeruginosa* con 10 mg ml<sup>-1</sup> de extracto etanólico. Lu *et al.*, (2011) establece que el aceite esencial de canela es fuerte agente antibacteriano frente a *S.aureus*, *B. cereus*, *B.subtilis*, *E.coli* y *S. typhimurium*. Martín *et al.*, (2010) en la investigación de composición química y propiedades antimicrobianas del aceite esencial de tres especies de eucalipto demuestran la actividad antibacteriana frente a *S.aureus*. Lastra y Piquet., (1999) mostraron la actividad antibacteriana de caléndula especialmente contra *S. aureus*, *S. fecalis*, *S. Schipochliev* y *S. Fleischner*. El extracto de bugambilia fue el único que no inhibió a la bacteria, tal como se establece en un estudio realizado por Cáceres., (1990), en el que demuestra que los extractos acuoso y etanólico de hojas y flores de bugambilia son inactivos contra *E.coli* y *S. aureus*. Sin embargo es conveniente utilizar concentraciones mayores del extracto para corroborar la inactividad.

*Streptococcus pyogenes* fue sensible a los extractos de eucalipto y bugambilia, (gráfica.3) presentando resistencia a los demás extractos, esto puede deberse a que la bacteria presenta una capsula y proteína M, que están asociadas a una mayor virulencia (Alós *et al.*, 2000).

Por lo anterior, se puede decir que la acción antibacteriana de los extractos de canela, caléndula, itamo y bugambilia, están relacionados con los taninos y principalmente con los flavonoides, ya que presentaron una alta concentración de este último. La actividad antibacteriana del eucalipto está dada por los triterpenos, esto se pudo confirmar con la cromatografía de capa fina donde muestra una alta concentración del metabolito.

Avila *et al.*, (2006) relacionaron la acción antibacteriana frente a *S.aureus* a la presencia de terpenos y flavonoides en la especie *Diplostephium tominse*. Tabares *et al.*, (2007) describió que la identificación de triterpenos en una placa revelan la conexión entre su composición química, ya que estos atraviesan la barrera superficial de las bacterias y después se fijan sobre su membrana celular. La actividad de los flavonoides frente a los microorganismos probablemente se debe a que forman complejos con las proteínas solubles, extracelulares y con las células de la pared bacteriana. Se cree que la actividad antimicrobiana de los taninos se debe a su interacción sobre las adhesinas, proteínas de la pared celular, y a su capacidad de unirse a polisacáridos (Cowan., 1999).

En base a las formulaciones realizadas se observa que la fórmula más adecuada sería utilizando solo un extracto vegetal porque se obtiene mejores resultados, ya que en la mezcla de los extractos se puede presentar una sinergia negativa. Además el mejor extracto es el de eucalipto porque es el único que inhibió las dos bacterias utilizadas.

Por otra parte, al manejar un extracto crudo y no fracciones puras, es posible que exista una acción antagónica de otros metabolitos presentes en el extracto que actúen sobre los compuestos responsables de la actividad biológica inhibiendo su efecto (Ávila *et al.*, 2006).

Cabe mencionar que las formulaciones realizadas presentan un pH variado que va de 5.1 a 5.5 y grados brix de 58.9, valores que están dentro de lo establecido por la NMX-F-169-1984. El pH es uno de los factores de calidad a controlar en los jarabes, tanto como indicadores de las condiciones higiénicas; un valor bajo de este favorece la inactivación de microorganismos, (FAO 2004).

En la evaluación de la actividad antioxidante realizado por el método del DPPH, observamos que el extracto de canela mostró la mayor capacidad antioxidante en un 100 % a una concentración de  $0.1\text{g mL}^{-1}$  de extracto metanólico, así mismo Ramos *et al.*, 2008 demostraron la capacidad antioxidante del extracto de canela obteniendo 90.11% del potencial antioxidante a una concentración  $1\text{ug mL}^{-1}$ . Los extractos de bugambilia, caléndula, eucalipto e itamo que presentaron un menor potencial antioxidante en comparación con la canela lo cual se ve reflejado en (tabla 6).

El organismo está expuesto a una gran variedad de ROS (especies reactivas del oxígeno) y RNS (especies reactivas del nitrógeno) que se pueden generarse a partir de fuentes endógenas, relacionadas con el metabolismo del oxígeno y con las diversas reacciones de defensa de nuestro

sistema inmunitario (Dreosti, 2000). En las infecciones respiratorias, hay un gran incremento de células fagocíticas (leucocitos neutrófilos, macrófagos y eosinófilos), las cuales al activarse por medio de mediadores proinflamatorios o de productos bacterianos, víricos o de parásitos, destruyen las células infectadas por medio de un ataque oxidativo en el que se producen grandes cantidades de  $O_2^-$ ,  $H_2O_2$ ,  $\cdot OH$ ,  $NO\cdot$  y  $OCl^-$  (Forman y Torres 2001). Es importante evaluar la actividad antioxidante de los extractos para ayudar a retardar o inhibir el estrés oxidativo en el tratamiento de muchas enfermedades y en las infecciones.

## 5 CONCLUSIONES

La canela demostró una mayor capacidad antioxidante en comparación con los demás extractos utilizados; la mezcla utilizada con los cinco extractos funcionó mejor como inhibidor contra la cepa *S.aureus*; el eucalipto presentó el mejor efecto antibacteriano como extracto solo, así como también en forma de jarabe contra *S.aureus* y *S.pyogenes*.

## REFERENCIAS

- Alós, J. I., B. Aracil, J. Oteo, C. Torres, J. L. Gómez. 2003. Significant increase in the prevalence of erythromycin-resistant, clindamycin- and miocamycin-susceptible (M phenotype) *Streptococcus pyogenes* in Spain. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 51, 333–337.
- Argueta, V., A. Cano y M. Rodarte. 2000. Atlas de las plantas de la medicina tradicional Mexicana. Tomo III, Instituto Nacional Indigenista (Ed). México.
- Ávila, L., E. Baquero, A. Viña y E. Murillo. 2006. Actividad antibacteriana de *Diplostephium tolimense* Cuatrec. (*Asteraceae*) frente a *Staphylococcus aureus*. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*. 13:55-60
- Caceres, A., C. Moreles, L. M. Giron y Navarro. 1990. Demostración de la actividad antimicrobiana de algunas especies vegetales usadas popularmente como medicinales en la Cuenca del Caribe. *Ciencia y Tecnología*. 81-87.
- Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol.* 12: 564-582.
- Dreosti, I. E. 2000. Antioxidant polyphenols in tea, cocoa, and wine. *Nutrition*. 16:692-694.
- Edwin E, Sheeja E, Toppo E, Tiware y Dutt K. 2007. Efecto antimicrobiano, antiulceroso y antidiarreico de las hojas de buganvilla (*Bougainvillea glabrata Choisy*). *Ars Pharm.* 48:135-144.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2004. Emergencia café y reducción de la acratoxina A en el café.
- García, C. H., A. R. Quert, R. C. Becquer y M. Castañera. 2004. Fotoquímica del eucalipto sp. *Revista Forestal Baracoa* 1.
- Harborne, J. B. 1997. Biochemical plant ecology. *Plant biochemistry*. Ed. Elsevier. pp503-516.
- Lastra, V. H. y G. R. Piquet. 1999. *Calendula officinalis*. *Revista Cubana Farmacológica*. 33:188-94
- LU, F., Ding, Y. C., X. Q. Ye and Y.T. Ding. 2011. Antibacterial Effect of Cinnamon Oil Combined with Thyme or Clove Oil. *Agricultural Sciences in China*. 10:1482-1487.
- Márquez, V. R., P. A. Mercado, M. C. Vargas and T. C. de La Rosa. 2005. Antibacterial activity of *Pedilanthus tithymaloides* (L.) Poit (Ultimorrial) *Actual Biol.* 27: 21-25.
- Martin, G., Z. Jian, A. Min and A. Samson. 2010. Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian *Eucalytus* species. *Food chemistry*. 119:731-737.
- Osorio, E., G. Montoya y G. Bastida. 2009. Caracterización fotoquímica de una fracción de bioflavonoides de *Garcinia madruno*: su inhibición de la oxidación de LDL humana y su mecanismo de estabilización de especies radicalarias. *Vitae*. 16:369-377.
- Tabares P, L. Ávila, F. Torres, D. Cardona, W. Quiñones y J. Forero. 2007. Metabolitos secundarios antivirales de algunas especies de la familia *Euphorbiaceae*. *Scienti et techica*. 13:107-110.