

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**TAMIZAJE FITOQUIMICO de las Hojas de  
Eupatorium semialatum (bacché)  
POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA EN  
CAPA FINA**

**Informe de tesis  
Presentado por:**

**ISBETH PATRICIA MUÑOZ REVOLORIO**

**Para optar el titulo de**

**QUIMICO FARMACEUTICO**

Guatemala, noviembre de 1997

06  
T(1965)  
C.4

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANO	Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar.
SECRETARIO	Lic. Oscar Federico Nave Herrera.
VOCAL I	Lic. Miguel Angel Herrera Gálvez.
VOCAL II	Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalán.
VOCAL III	Lic. Rodrigo Herrera San José.
VOCAL IV	Br. Herbert Raul Arévalo Alvarado.
VOCAL V	Br. Manola Anleu Fortuny.

## TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Lic. Manuel Basilio Muñoz Rodríguez.  
Sra. Berta Esther Revolorio de Muñoz.  
Porque el amor que los une, ha sido  
la base para guiarme en la vida desde  
niña tanto moralmente, como  
espiritual para llegar ha ser  
profesional. Gracias por estar  
conmigo.

A MI HERMANA

Norma Karina Muñoz Revolorio.  
Por ser siempre mi amiga y contar

difíciles.

A MIS FAMILIARES

En especial a mi tío Mario Revolorio.  
Porque aunque ya no te encuentres con  
nosotros físicamente, tu sabiduría en  
vivir con intensidad fue un estímulo  
para alcanzar este logro que te  
dedico.

A mi tia Lidia Adela de la Rosa.

Por su presencia y amor  
incondicional.

A MIS CATEDRATICOS

Lic. Luis Fernando Girón.

Licda. Beatriz Medinilla.

A quienes agradezco sus oportunas  
manifestaciones de apoyo y ayuda.

## I N D I C E

	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	3
3. ANTECEDENTES	5
4. JUSTIFICACION	6
5. OBJETIVO	7
6. HIPOTESIS	8
7. MATERIALES Y METODOS	
7.1. UNIVERSO DE TRABAJO	9
7.2. MEDIOS	9
7.3. PROCEDIMIENTO	9
8. RESULTADOS Y DISCUSION	17
9. CONCLUSION	25
10. RECOMENDACIONES	26
11. BIBLIOGRAFIA	27
12. ANEXOS	31

## 1. RESUMEN

La investigación que se presenta a continuación se realiza como un estudio preliminar con el objetivo de caracterizar los metabolitos secundarios contenidos en las hojas de Eupatorium semialatum (bacché) por medio de cromatografía en capa fina, pues la información científica sobre ella es sumamente escasa. Hasta hoy sólo se cuenta en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, con un trabajo de tesis en el cual se encontró efecto hipoglucemiante del extracto de las hojas, en ratas tratadas con aloxano, y una de las recomendaciones del autor es realizar un estudio fitoquímico sobre el tipo de componentes presentes en ella.(2)

Es importante mencionar que la decocción de las hojas de Eupatorium semialatum (bacché), se utiliza en Alta Verapaz para tratar dolores estomacales, como antidiarréico, amebicida y antiinflamatorio intestinal (3,4,5).

Eupatorium semialatum (bacché) pertenece a la familia Asteracea, que se caracteriza por la presencia de sesquiterpenlactonas, utilizadas actualmente para la quimioterapia del cancer debido a la propiedad citotóxica y antitumoral que posee, además de la antibiótica, antifúngica, antibacterial, antihiperlipidémica y alergena entre otras (12,13).

Se logró determinar mediante cromatografía en capa fina, que las hojas de Eupatorium semialatum (bacché) contienen entre sus metabolitos secundarios: principios amargos,

flavonoides, aceites esenciales, alcaloides, arbutina, cumarinas y antraglicósidos. En base a lo anterior se recomienda continuar la investigación sobre esta planta, tanto desde el punto de vista farmacológico como fitoquímico.

## 2. INTRODUCCION

*Eupatorium semialatum* (bacché) es un arbusto o árbol nativo de Guatemala. Se utiliza tradicionalmente en el tratamiento de diarrea, inflamación intestinal, amebas y diabetes, habiéndose encontrado a través de estudios *in vivo* que posee efecto hipoglucemiante (1, 2).

El presente proyecto tiene por objeto efectuar el tamizaje fitoquímico de las hojas de *Eupatorium semialatum* por medio de cromatografía en capa fina, para caracterizar los metabolitos secundarios presentes en la planta.

### 3. ANTECEDENTES

*Eupatorium semialatum* (bacché) es una planta nativa de Guatemala. La decocción de las hojas se utiliza como remedio especialmente en Alta Verapaz, para tratar dolores estomacales, como antidiarreico, amebicida y antiinflamatorio intestinal (3, 4, 5).

La información científica sobre ella es sumamente escasa. Hasta hoy, sólo se cuenta en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, con un trabajo de tesis en la cual se comprobó el efecto hipoglucemiante del extracto de las hojas, en ratas tratadas con aloxano para inducir diabetes, y una de las recomendaciones del autor es realizar un estudio fitoquímico de la planta, tomando en cuenta que no hay información sobre el tipo de componentes presentes en ella (2).

*Eupatorium semialatum* (bacché) pertenece a la familia Asteraceae, que se caracteriza por la presencia de sesquiterpenlactonas con un clásico sabor amargo, así como por su actividad antibiótica, citotóxica y alergena entre otras. Las sesquiterpenlactonas son encontradas en el género *Eupatorium*, extrayéndose de vellos glandulares (tricomas), glándulas de hojas, bracteas, raíces, maderas, flores y cortezas.

*Eupatorium semialatum* (bacché) es un árbol de 1.5 a 6 metros de altura. Sus raíces son semileñosas y ramificadas. Las hojas, punteadas o salpicadas, son gruesas, con



vellosidades cafés. Sus flores fragantes, menudas, blancas o rosado nacarado, que se encuentran en grupos de 4 a 8 en inflorescencia, presentando vellosidades cafés. Las semillas son estrechas y geométricas. En Guatemala se encuentra en Alta Verapaz, Baja Verapaz, el Progreso, Zacapa, Chiquimula, Quetzaltenango y San Marcos (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11).

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

#### 4. JUSTIFICACION

Es necesario realizar el tamizaje fitoquímico de las hojas de Eupatorium semialatum (bacché), como un estudio preliminar para caracterizar los metabolitos secundarios contenidos en la planta, pues hasta hoy no se cuenta con información. Es importante mencionar que Eupatorium semialatum (bacché) pertenece a la familia Asteraceae, la cual se caracteriza por contener principios amargos, especialmente sesquiterpenlactonas que se caracterizan por su propiedad: citotóxica y antitumoral, antibacterial, antifúngica, antibiótica, antihiperlipidémica y alérgica entre otras (12,13).

## 5. OBJETIVO

- Caracterizar los metabolitos secundarios contenidos en las hojas de *Eupatorium semialatum* (bacché) por medio de cromatografía en capa fina.

INSTITUTO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

## 6. HIPOTESIS

- Es posible caracterizar, mediante cromatografía en capa fina, el tipo de metabolitos secundarios presentes en las hojas de *Eupatorium semialatum* (bacché). Entre los componentes presentes en dicha planta se encuentran principios amargos.

## 7. MATERIALES Y METODOS

### 7.1. UNIVERSO DE TRABAJO

Hojas de *Eupatorium semialatum* (bacché).

### 7.2. MEDIOS

#### 7.2.1. RECURSOS HUMANOS

- Autor del trabajo:

Lisbeth Patricia Muñoz Revolorio

- Asesora:

Licda. Beatriz Medinilla

#### 7.2.2. RECURSOS MATERIALES

- Biblioteca de las siguientes instituciones:  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,  
Facultad de Agronomía de la Universidad de  
San Carlos de Guatemala, Instituto Técnico  
de Capacitación y Productividad (INTECAP) e  
Instituto Centroamericano de Investigación y  
Tecnología Industrial (ICAITI).

Instalaciones, reactivos y material de  
equipo del Laboratorio de Análisis Aplicado  
de la Facultad de Ciencias Químicas y  
Farmacia de la Universidad de San Carlos de  
Guatemala.

- Placas cromatográficas (sílica gel GF-254).

### 7.3. PROCEDIMIENTO

7.3.1. Revisión bibliográfica sobre la planta

*Eupatorium semialatum* (bacché).

7.3.2. Recolección de la planta.

7.3.3. Caracterización botánica de la planta en la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, por el Ing. Agrónomo Juan José Castillo.

7.3.3 Secado y molienda de la planta.

#### 7.4. METODO

##### CROMATOGRAFIA EN CAPA FINA.

##### 7.4.1. PREPARACION DE EXTRACCIONES:

- Para el análisis de antraglicósidos, antranólidos, arbutina, principios amargos y flavonoides. Extraer 1 gramo de material vegetal pulverizado con 5 ml de metanol, sobre baño maria por 15 minutos. Filtrar. Aplicar entre 20 Y 100 microlitros de el filtrado es aplicado sobre la cromatoplaca.
- Para el análisis de alcaloides. Empapar 1 gramo de material vegetal pulverizado con 1 ml. de solución de hidróxido de amonio al 10% en un tubo de ensayo y agitar por 15 min. a 60 grados centígrados con 5 ml. de metanol; Aplicar entre 20 Y 100 microlitros del filtrado sobre la cromatoplaca.
- Para el análisis de saponinas. Test de Espuma: Pesar 10g de material vegetal y colocarlo en un tubo de ensayo. Agregar 10 ml. de agua destilada; tapar y agitar vigorosamente durante 30' ó 40 segundos.

Dejar reposar los tubos en posición vertical y observar durante un lapso de 30 minutos.

Si una capa de espuma mayor de 3 centímetros persiste en la superficie de líquido después de 30 minutos se presume que la muestra contiene saponinas verificándose los resultados con el test de hemólisis.

- Test de Hemólisis: Preparar una caja de Petri con agar sangre y usando un tubo de ensayo de aproximadamente un centímetro de diámetro remover una capa de agar sangre de tres partes diferentes de la caja, equidistantes entre si:

- Calentar con un mechero un agitador de uno a dos milímetros de diámetro e inmediatamente sellar los bordes del agar de cada copa, de manera que el líquido de las muestras no se difunda por debajo de la capa agar sangre. Es posible que se requiera repetir varias veces el calentamiento hasta sellar adecuadamente.

- Utilizando un gotero o una pipeta Pasteur, añadir suficiente extracto vegetal acuoso a una de las copas hasta casi llenarla, de manera que la muestra no se extienda sobre la superficie de agar-sangre. Llenar la segunda copa con control de saponinas y la

tercera con agua destilada.

- Dejar en reposo durante una hora y observar la peresencia de halos claros de hemólisis que circundan cualesquiera de las copas. Si se encuentran presentes medir la zona desde el punto mas lejano de hemólisis a la orilla de la copa (anotar los resultados). Si el resultado fuese negativo no se procede a la identificación cromatográfica.

Identificación cromatográfica: Pulverizar 1 gramo de la planta y extraer con 5 ml. de metanol, calentando en baño maria por 15 minutos. Evaporar hasta aproximadamente 1 ml., mezclar con 0.5 ml. de agua y luego extraer con 5 ml. de butanol; Aplicar entre 20 y 100 microlitros de la fase butanólica sobre la cromatoplaca.

- Para el análisis de glicósidos cardiotónicos: Extraer 1 gramo de material vegetal pulverizado con 5 ml. de metanol al 50% y 10 ml. de acetato de plomo II al 10%, calentando durante 10 min. en baño maria. Enfriar el filtrado y extraerlo con dos porciones separadas de 10 ml. de diclorometano y evaporar completamente los extractos diclorometánicos combinados.



Disolver el residuo en una proporción de diclorometano-metanol [1:1] (con 1 o 5 ml. de cada uno respectivamente). Aplicar 100 microlitros de esta solución sobre la cromatoplaca.

- Para el análisis de aceites esenciales, cumarinas, ácidos carboxílicos fenólicos y valepotriatos:

\* **EXTRACTO DE DICLOROMETANO:** Pulverizar 1 gramo de la planta desecada y extraerla por calentamiento bajo reflujo por 15 min., con 10 ml. de diclorometano.

Evaporar el filtrado a sequedad y disolver el residuo en 1 ml. de tolueno; Aplicar entre 20 y 100 microlitros de la solución sobre la cromatoplaca.

#### 7.4.2. PREPARACION DE LOS SISTEMAS DE SOLVENTES:

- **Acetato de etilo-metanol-agua (100:13.5:10):**  
Para el análisis de antraglicósidos, arbutina, glicósidos cardiotónicos, principios amargos, flavonoides, alcaloides y saponinas.

- **Tolueno-acetato de etilo (93:7):**  
Para el análisis de aceites esenciales, cumarinas, valepotriatos y ácidos de las plantas.

detectar flavonoides (amarillo/verde/  
anaranjado en luz ultravioleta 365nm).  
Asperjar con difenil- boro-oxietilamina (NP)  
al 1% seguido por polietilenglicol-4000  
(PEG) al 5% en etanol (10 ml y 8 ml  
respectivamente).

**Reactivo de Vainillina-ácido sulfúrico:**

Detecta principios amargos (rojo-café o  
amarillo-café), saponinas (azul) y aceites  
esenciales (azul, café o rojo)

(Solución I): Acido sulfúrico al 5% en  
etanol.

(Solución II): Vainillina al 1% en etanol.

Asperjar la placa con 10ml de la Solución I,  
seguido inmediatamente por 5-10ml. de la  
solución II.

**Reactivo de ácido clorhídrico-ácido**

**acético:** Detecta valepotriatos (azul-café).

Mezclar 8 partes de ácido clorhídrico  
concentrado y 2 partes de ácido acético  
glacial.

**Reactivo de amonio-hidróxido de potasio:**

Detecta cumarinas. Hidróxido de potasio al  
5% o 10% (Reactivo de Bornträger)

(14, 15, 16).

*ANALISIS DE DATOS:*

*Se realizó un analisis iconográfico, es decir se describió y compararon las fotografías a color que se obtuvieron de los cromatogramas. POR LO TANTO NO SE REQUIERE DE ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS.*

## RESULTADOS Y DISCUSION

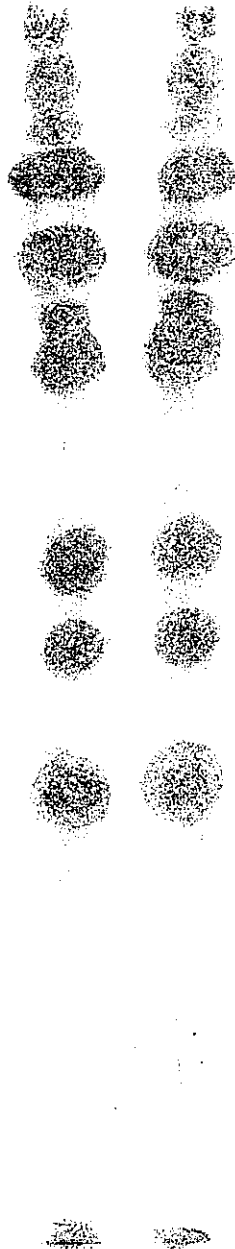


Figura 1. PRINCIPIOS AMARGOS

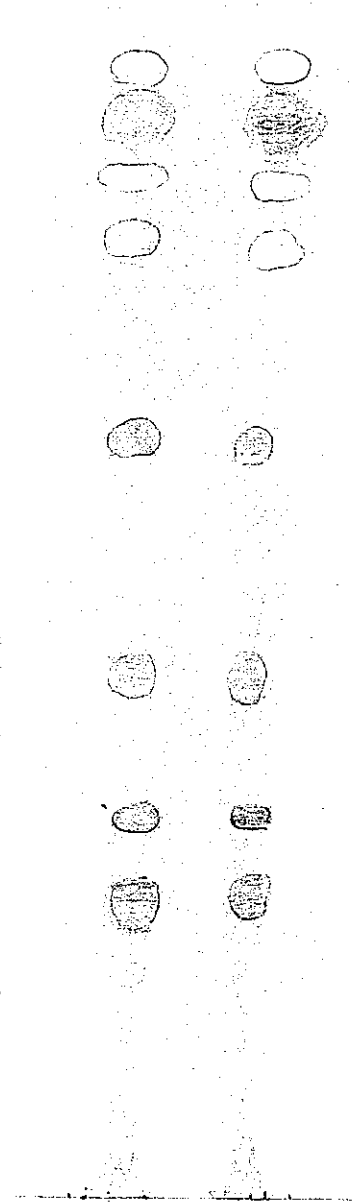


Figura 2. ALCALOIDES

La figura 1 muestra el cromatograma obtenido para la detección de principios amargos. Se aislaron 9 componentes (Rf: 0.36, 0.42, 0.56, 0.72, 0.75, 0.81, 0.87, 0.91 y 0.94) cuya coloración café rojiza los caracteriza (14). Los principios amargos son compuestos de estructura terpenoide, denominados así precisamente por su sabor extremadamente amargo (15). La mayor parte son derivados de monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos y triterpenos (14). La presencia de diversos tipos de principios amargos entre ellos las sesquiterpenolactonas, es evidente en las Compuestas de la tribu Eupatorieae. Los resultados obtenidos en el presente cromatograma podrían sugerir la presencia de este tipo de compuestos en las hojas de *Eupatorium semialatum* (bacché), por pertenecer a dicha familia.

**Sistema de solventes:** Acetato de etilo-metanol-agua.

(100:13.5:10).

**Deteccion:** Reactivo vainillina-ácido sulfúrico (visible).

La figura 2 permite observar el cromatograma de alcaloides. Se encontraron 8 bandas (0.25, 0.32, 0.44, 0.64, 0.77, 0.86, 0.91 y 0.96) en la región visible, luego de la adición del reactivo revelador.

**Sistema de solventes:** Acetato de etilo-metanol-agua

(100:13.5:10).

**Deteccion:** Reactivo de Dragendorff (Visible).

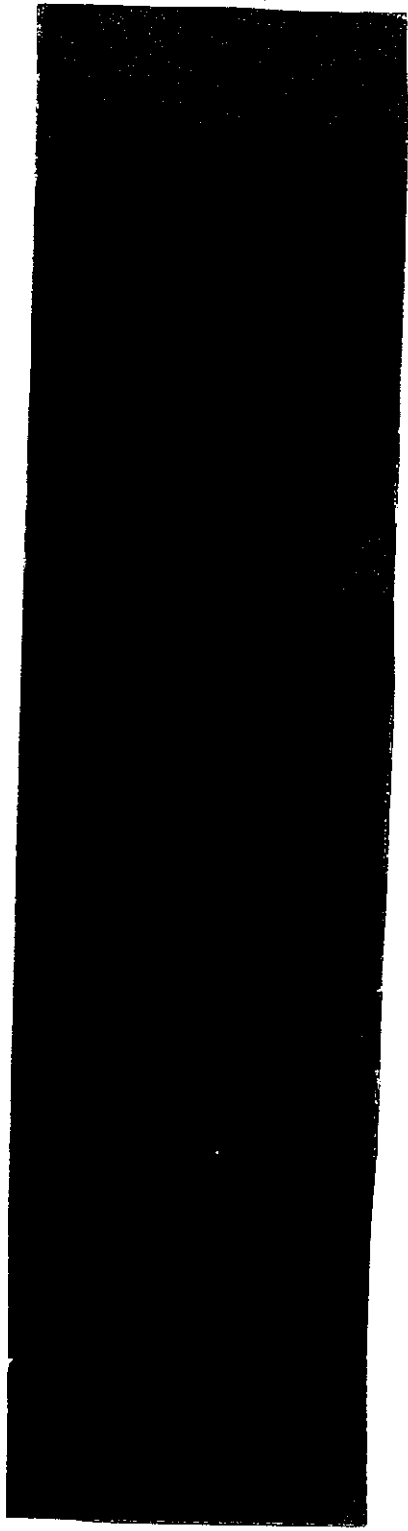


Figura 3. ARBUTINA

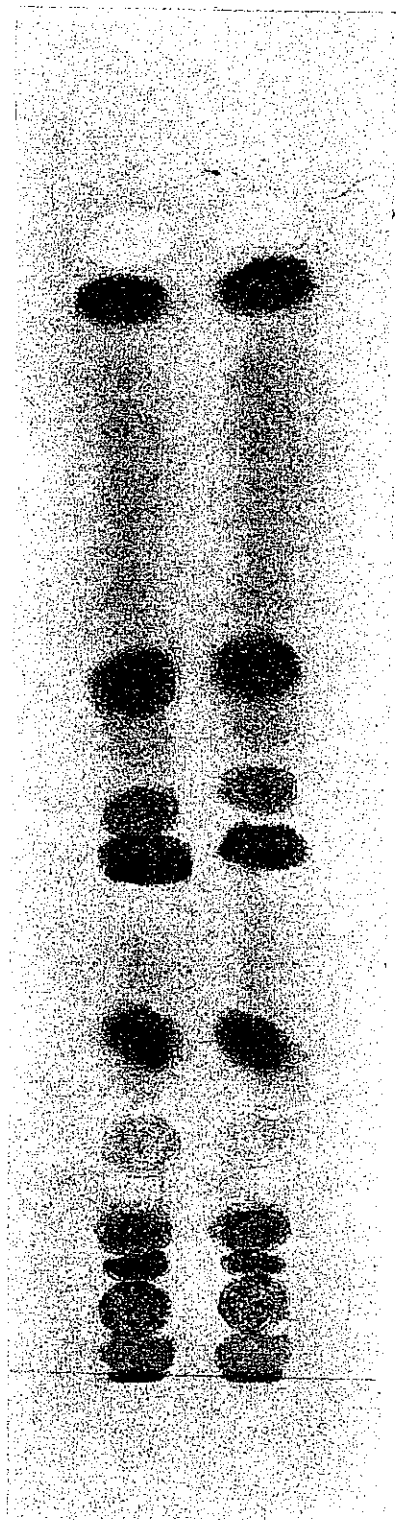


Figura 4. CUMARINAS

La figura 3 identifica con las 9 bandas detectadas (Rf: 0.01, 0.09, 0.24, 0.34, 0.46, 0.65, 0.77, 0.81 y 0.90) arbutina, que es un compuesto que demostró ser muy sensible al revelador e inestable para mantener el color azul que lo identifica probablemente por su propiedad de ser muy higroscópico. (26)

Sistema de solventes:

Acetato de etilo-metanol-agua (100:13.5:10).

Deteccion: Reactivo Berlin Blue (Visible).

La figura 4 evidencia con el color azul y café observado bajo luz ultravioleta-365nm la presencia de cumarinas, separándose 3 bandas cromatográficas (Rf: 0.06, 0.09 y 0.44), que aunque son compuestos ampliamente distribuidos principalmente en las familias Umbeliferaceae y Rutaceae sí se observó en este caso su presencia en la familia Asteraceae a la que pertenece Eupatorium semialatum (bacché).

Sistemas de solventes: Tolueno-acetato de etilo (93:7).

Deteccion: Reactivo de amonio-hidróxido de potasio.

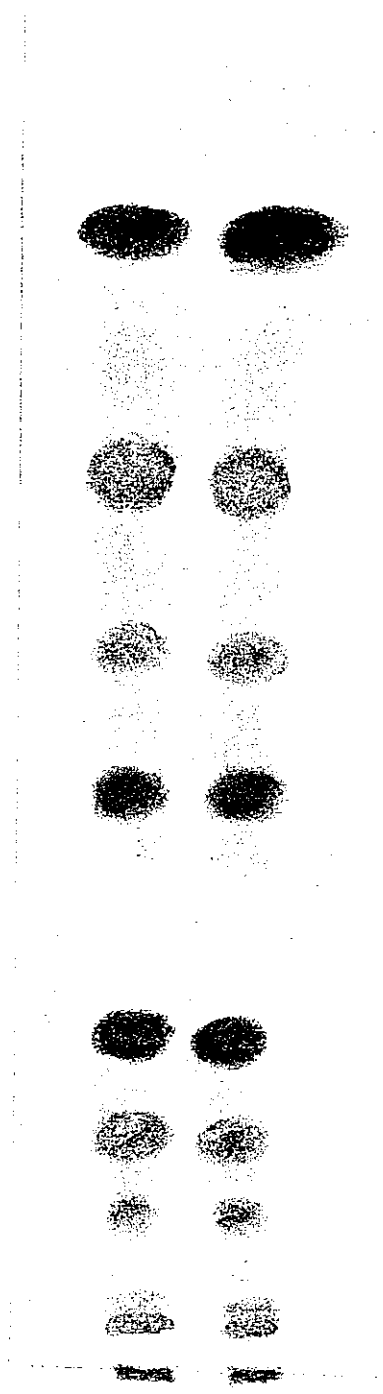
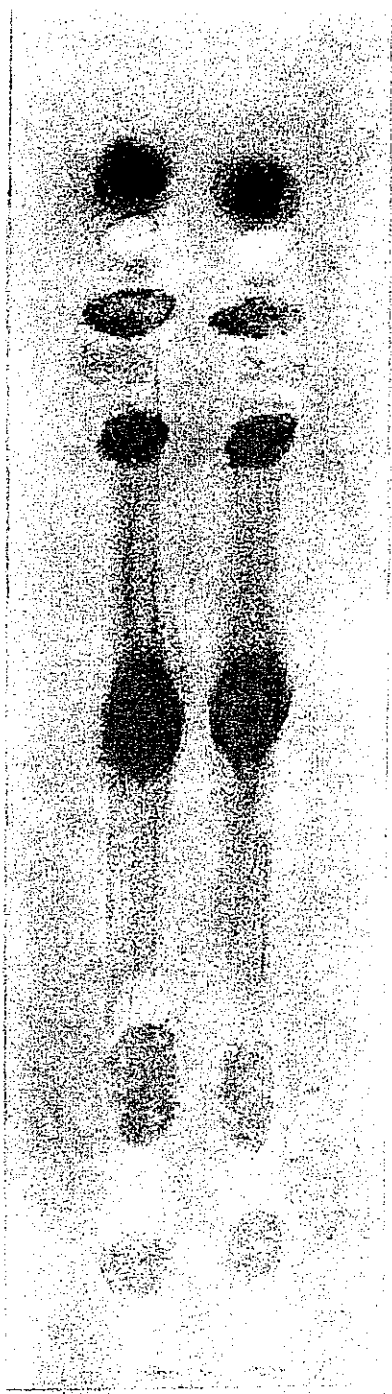
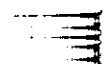


Figura 5. ANTRAGLICOSIDOS

Figura 6. FLAVONOIDES

Figura 7. ACEITES ESENCIAL





La **figura 5** muestra el contenido de antraglicósidos con el color amarillo que identifica antronas y antranólidos y el rojo antraquinonas en la región ultravioleta-365nm. Las antraquinonas constituyen el grupo más grande de sustancias del tipo quinona presentes en la naturaleza, que en ocasiones pueden observarse de color rojo-anaranjado "in situ" (a nivel de los radios medulares).

**Sistema de solventes:** Acetato de etilo-metanol-agua  
(100:13.5:10).

**Deteccion:** Reactivo de Bornträger (Ultravioleta-365nm).

La **figura 6** identifica a los flavonoides, mostrando 7 bandas en la cromatoplaca (Rf: 0.10, 0.24, 0.55, 0.77, 0.83, 0.87 y 0.92) de colores amarillo, verde y anaranjado en ultravioleta-365nm. Mostraron intensa absorción en la región ultravioleta, debido a su caracter fenólico y presencia de sistemas aromáticos conjugados. También pudieron detectarse en visible.

Este resultado positivo para flavonoides ya se esperaba, por ser uno de los grupos más numerosos y ampliamente distribuidos en las plantas, siendo en su mayoría responsables de los colores amarillo y blanco de flores, hojas y frutos.

**Sistema de solventes:** Acetato de etilo-metanol-agua  
(100:13.5:10).

**Deteccion:** Reactivo de productos naturales  
(Ultravioleta-365nm).

La figura 7 muestra el contenido de aceites esenciales, por medio de las 6 bandas (0.05, 0.20, 0.29, 0.49, 0.77 y 0.99), de color azul, café o rojo característicos, observados bajo luz ultravioleta-365nm. Esta prueba positiva ya se sospechaba por el olor que caracteriza a estos constituyentes odoríferos, presentando múltiples aplicaciones en industria y medicina.

**Sistema de solventes:** Tolueno-acetato de etilo (93:7).

**Deteccion:** Reactivo de vainillina-ácido sulfúrico.

En base a los componentes encontrados en las hojas de *Eupatorium semialatum* puede afirmarse que dicha planta podría poseer un gran potencial, sobre todo tomando en cuenta que algunos de dichos compuestos poseen propiedades farmacológicas e industriales importantes, tales como:

**Principios Amargos:** Actividad citotóxica, antitumoral, analgésica, antimalárica, amebicida, antimicrobiana entre otras.

**Alcaloides:** Actividades farmacológicas muy variadas.

**Arbutina:** Estabilizador de imagenes fotográficas a color, diurético y para infecciones urinarias.

**Cumarinas (figura 5):** Acción anticoagulante, antibacterial, hepatotóxica y carcinogénica.

**Antraglicosicos:** Acción catártica.

**Flavonoides:** Propiedad antioxidante, edulcorante, insecticida, espasmolítica, antimicrobiana y fungitóxica.

**Aceites esenciales:** De amplia aplicación en perfumería, como saborizantes de alimentos y en medicina como

analgésicos, sedante, anestésico y antiespasmódico. (15, 26, 27).

Es por ello que se considera importante continuar la investigación de la especie *Eupatorium senialatum* (bacché).

## 9. CONCLUSION

- El análisis por cromatografía en capa fina efectuado, permitió establecer que las hojas de *Eupatorium semialatum* (bacché) contienen principios amargos, alcaloides, arbutina, cumarinas, antraglicósidos, flavonoides y aceites esenciales.

## 10. RECOMENDACIONES

- Realizar un tamizaje farmacológico de las hojas de Eupatorium semialatum (bacché) con el objeto de establecer si ésta posee otro tipo de acción, aparte de la antidiabética, única reportada hasta hoy.
- Efectuar el fraccionamiento fitoquímico de la planta, para posteriormente proceder a establecer las estructuras químicas de los compuestos contenidos en Eupatorium semialatum (bacché).

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. Dieseldorff, E. Las Plantas Medicinales del Departamento de Alta Verapaz. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Septiembre 1, 1977. (pp. 21, 27.)
2. Martínez, N. Efecto del extracto acuoso de las hojas de *Eupatorium semialatum* (bacché) sobre la concentración de glucosa sanguínea en ratas normales y en diabéticas inducidas con aloxano. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Enero, 1, 1990. (P. 47).
3. Morton, J. Atlas of "Medicinal of Middle America"; Bahamas to Yucatan. Springfield, Illinois, USA: Charles C. Thomas publisher, 1, 1981. 14-20 p. (pp. 277-278, 933-934)
4. Gola, G., Negri G., y Cappelletti, C. "Tratado de Botanica" Fontquer, P. (Trad.) 2. ed. Barcelona: Labor, 1, 1965. IV-1, 160 pp. (pp. 2-10, 868, 978, 1006-1007)
5. Nash DL Williams LD. "Flora of Guatemala, Chicago: pub. Field Botany Mus. Nat. Hist. vols. 24, vol. 12, 1, 1976. 79 pp. (pp. 603)
6. Stanley PC. Steyemark J. Flora of Guatemala, Chicago: pub. Field Botany Mus. Nat. Hist. vols. 24, vol. 5, Tomo I, 1, 1976. 500pp. (pp. 96-97)
7. Jones, S. JR. "Botánica-Nomenclatura" María de Lourdes Huesca Tapia (Trad.). México: Graw-Hill, 1, 1987. (pp. 810-113)
8. Gutiérrez, G. "Botánica Taxonómica" Colombia. 1, 1953. (pp. 112-117)

9. Standley, PC. Flora of Yucatan. Chicago; pub. 279 Field Mus. Nat. Hist. Bot. Ser. Vol. 9, 1,930. 859 pp. (pp. 157-492)
10. Steggerda, M. Some ethnological data concerning one hundred Yucatan plants. Washington: American ethnology, Smithsonian Inst. Antrop. papers No. 29, bull 29, 1,943.
11. Westtin; R.; Himer, M. and Sussenguth, K. Tratado de Botanica Sistemática. Fontquer, P. (Trad.) 7 ed. Barcelona: Labor, 1,944. II-1,039 pp. (pp. 571-573, 719-725)
12. Fisher, N. "Sesquiterpenlactonas" Department of Chemistry Louisiana State University. U.S.A. 1,972. (pp. 187-192).
13. Burnett, W. and Jones, S. Evolution of Sesquiterpenlactonas Plant-Animal. Department of Botanic. University of Georgia. U.S.A. 1,974. (pp. 233-251)
14. Wagner, H; Blatt, S. and Zgainski, E. "Plant Drug Analysis, a Thin Layer Chromatography, Atlas. Springer-Verlag. New York 1,984. (pp. 22-48, 66-90, 102-114, 132-142, 172-190, 204-220, 234-244 291-295, 300, 302, 304)
15. Medinilla, B. Manual de Laboratorio de Fitoquímica. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1,993. (P.29)
16. Stahl, E. "Thin-Layer Chromatography" 2 ed. Springer-Verlag New York. Heidelberg. Berlin 1,969. (pp.216, 225-229)

649, 779, 862, 925, 1,163, 1190, 1,270, 1,292, 1,360, 1,450, 1,459, 1,786)

18. Herout, V. "Chemistry in Botanical Classification" (Bendz, G. and Santesson, J., eds) Academic Press, New York and London 1,973. (pp. 55-62)

19. Herz, W. "Chemistry and Biology of the Compositae" (Heywood, V., Harborne, J. B. and Turner, B.L., eds) Academic Press New York and London 1,977. (pp. 337-358)

20. Mabry, T. "Chemistry in Botanical Classification" (Bendz, G., Santesson, J. and Runnstrom-Reio, V., eds) Nobel Foundation, Stockholm, and Academic Press, New York, 1,974. (pp. 63-66)

21. Mabry, T. and Bohlmann, F. "Chemistry and Biology of the Compositae" (Heywood, V., Harborne, J. and Turner, B., eds), Academic Press, New York and London, 1,977. (pp. 1,097-1,104)

22. Cassady, J. and Suffness, M. (1,980) "Anticancer Agents Based on Natural Prod Models" (J.M. Cassdy and J.D. Douros, eds). Academic Press, Lond Catalan, Legname, P., Crist B. and Iglesias, D. Phytochemistry 24, 1,980. (pp. 2,113-2,115)

23. Kupchan, S. "Recent Advances in Phytochemistry". Col. 9 (V.C. Runeckles, ed.), Plenum, New York. (pp.167-180)

24. Pettit, G. "Biosynthetic Products for Cancer Chemotherapy". Plenum Press, New York. 1,977. (pp. 5-8)

25. Mishra, R. and Pandey, R. "Antitumor Compounds of Natural Origin: Chemistry and Biochemistry", Vol. 2 (A. Aszalos, ed) CRC Press, Boca Raton, 1,981. (pp. 145-192)



26. The Merck Index. 11 ed. Merck & Co., inc. USA. 1,989.  
(pp.122)
27. Domínguez, X. Métodos de Investigación  
Fitoquímica. Limusa. México. 1,973. (pp. 93, 111, 195, 211  
y 229)

## 12. ANEXOS

Clasificación botánica de *Eupatorium semialatum* (bacché).

Reino	Vegetal
Tipo	Fanerogama, espermátofitas
Subtipo	Angiosperma o estigmada
Clase	Dicotiledoneas
Subclase	Metaclámideas, simpétalas, gamopétalas
Orden	Synandreae
Familia	Compuestas
Género	<i>Eupatorium</i>
Especie	<i>semialatum</i>
Nombre vulgar	bacché

(3, 4, 5, 6, 7, 8).

## PRINCIPIOS AMARGOS

Se denomina comunmente "principios amargos" a un grupo de sustancias químicas de gran interés por su uso tan variado, caracterizadas por su sabor extremadamente amargo, y su estructura terpenoide. La mayor parte de ellos derivan de monoterpenos, sesquiterpenos diterpenos y triterpenos.

Todos ellos tienen en común unidades de isopreno dentro de su molécula. Así, por ejemplo, los monoterpenos (C-10) contienen dos unidades de isopreno, los sesquiterpenos (C-15) 3 unidades, los diterpenos (C-20) 4 unidades y los tripeterpenos (C-30) 6 unidades.

Dentro de los principios amargos de importancia farmacéutica se encuentran las sesquiterpenlactonas, limonoides, meliacinas y simaroubalidanos. (15 y 27)

### SESQUITERPENLACTONAS

#### BIÓGENESIS, APARICIÓN Y DISTRIBUCIÓN:

Durante las últimas décadas han emergido como los grupos más grandes con más de 3,000 especies naturalmente conocidas que están siendo revisadas.

La clasificación de los diferentes tipos esqueléticos de las lactonas está basado en el esqueleto carboxílico en la cual el subfijo ólido indica la presencia de una función lactónica.

La mayoría de tipos estructurales de las lactonas de Asteraceas y otras familias vegetales típicamente contienen el grupo alfa-metileno-gama-lactona. Los

germacranólidos pueden considerarse como los precursores biogénéticos para varios tipos de lactonas.

Las sesquiterpenlactonas han sido reportadas en un número grande en las familias de Angiospermas que incluyen a la Acantacea, Amarantacea, Asteracea, Burceracea, Bombacacea, Illiciacea, Magnoliacea, Lauracea, Menispermacea, Lamiacea, Poligonacea y Winteracea siendo la mayoría de compuestos aislados de Asteraceas (18, 19, 20, 21).

La mayoría de las sesquiterpenlactonas han sido aisladas de las partes aéreas de las plantas, más comunmente localizadas en los vellos glandulares (tricomas), sobre las hojas y en los tallos de las plantas. Sin embargo en algunas ocasiones se localizan en las raíces.

En recientes estudios de las Asteraceas se demuestra que en las partes florales contienen ésteres y pseudoguaianólidos; así como en las hojas y raíces el angelato de Tamaulipina (12, 13).

#### REFERENCIA HISTORICA

Las familia Asteracea incluye gran número de especies muy utilizadas en preparación de remedios folclóricos de sabor muy amargo. Así se tiene, por ejemplo, que el principio amargo lactucina fue aislado del látex de *Lactucarium*, el jugo de la lechuga silvestre (*Lactuca virosa* L.,) un remedio con actividad hipnótica. Esto fue 100 años después que la estructura de la lactucina fuera elucidada. El ajeno (*Artemisia absinthium*) contiene como principio amargo el guaianólido absintina (12, 13).

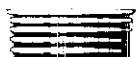
*Cnicus benedictus*, con su potente lactona amarga cnicina, que es el ingrediente de licores amargos. El descubrimiento de que la vernolipina poseía propiedades antitumorales estimuló la investigación de las lactonas citotóxicas y anticancerígenas durante los años 1,970. (22, 23, 24, 25)

#### ACTIVIDAD Y POSIBLE PAPEL ECOLOGICO:

La característica de funcionabilidad de la mayoría de sesquiterpenlactonas es por el grupo alfa-metileno-gama-lactona.

Muchas sesquiterpenlactonas exhiben actividades, tales como las siguientes:

- Antibacterial y más con las Gram (+), como *Bacillus subtilis* y *Estafilococcus aureus*.
- Antituberculosis del antiséptico helenina.
- Antifúngica contra *Cándida albicans*.
- La yerba medicinal *Artemissia annua* (qing hao), usada en China contra la malaria, contiene la sesquiterpenlactona artemisina (qinghaosu).
- Estudios clínicos han mostrado que los derivados sintéticos de la artemisina, poseen actividad parasiticida contra el *Plasmodium*, considerándose una alternativa para las drogas relacionadas con la cloroquina, las cuales han empezado a presentar menor actividad contra cepas resistentes de *Plasmodium falciparum*.
- El costunólido y algunos derivados de lactonas



presentes en el aceite de madera de *Brasilia* (Asteracea), previene la penetración del tremátodo *Schistosoma* a través de la piel.

- Actividad antiprotozoaria y antihelmíntica.
- Las sesquiterpenlactonas representan uno de los grupos más grandes con actividad citotóxica y antitumoral demostrada. Tal actividad es por la presencia del alfa-metileno-gama-lactona en los compuestos con propiedad citotóxica y antitumoral. Las lactonas con actividad antitumoral incluyen a los siguientes tipos de esqueletos moleculares: Helenalina, vernolipina eupatólido, eupatoriopirina, melampodina A, partenina, partenólido y tenulina. En espera de un mayor número de sesquiterpenlactonas con actividad antitumoral, ninguna de estas se ha considerado para ensayo clínico, por su alta toxicidad.
- La helenalina de la *Inulina helenium* es un agente expectorante y estimulante de secreción intestinal.
- La lactucina y lactucopirina presentan acción sedativa.
- Los constituyentes lactónicos de la *Helenium amarum*: Helenalina, tetulina y amarilina muestran actividad analgésica, antiinflamatoria y antihiperlipidémica (disminuye colesterol sérico y triglicéridos).
- La inulisina seco-pseudoguinólido de *Inulina japonica* exhibe propiedad antiulcerosa, diurética y estimulante del sistema nervioso central y músculo liso de los intestinos.

- El alfa-metileno-gama-lactona ha demostrado ser el agente causante de la dermatitis por contacto, siendo la partenina de *Parthenium hysteriferus* el representante de los mayores alergenicos.
- La vernonia (Asteracea) es repelente de insectos por poseer el glaucólido A.
- La heleangina del girasol jerusalem (*Helianthus tuberosus* L.) promueve la formación de raíces adventicias del *Faccolus mungo* (12, 13).

## ALCALOIDES

Los alcaloides representan los metabolitos secundarios más abundantes de las plantas. En la actualidad se conocen aproximadamente 5,500 de ellos. No hay una definición del término "alcaloide" satisfactoria, pero en general puede afirmarse que son sustancias básicas que contienen uno o más átomos de nitrógeno, que usualmente forma parte de un sistema heterocíclico. Los alcaloides son frecuentemente tóxicos para el ser humano, y puesto que muchos de ellos presentan marcada acción fisiológica, se emplean ampliamente en medicina. Son generalmente incoloros en muchos casos presentan actividades óptica; la mayor parte son cristalinos pocos son líquidos a temperatura ambiente como la nicotina.

Los precursores más comunes de los alcaloides son aminoácidos, aunque muchos de ellos son de naturaleza terpenoide otros son modificados esteroides, aromáticos entre otros.

Puesto que los alcaloides se encuentran generalmente en las plantas como sales acuosolubles, la extracción con agua en medio ácido podría permitir su detección al añadir reactivo precipitadores de alcaloides. Sin embargo, de esta manera se corre el riesgo de obtener un resultado falso-positivo, debido a la presencia de sustancias interferentes tales como proteínas, peptonas, purinas, aminas metiladas, sales de amonio, glicósidos, carbohidratos, betaina, colina y taninos. Por ello necesario purificar el extracto previo a la adición del reactivo precipitante, alcalinizando o extrayendo con un solvente orgánico inmiscible con el agua.



### ARBUTINA

USO: Estabilizador de imágenes a color.

USO TERAPEUTICO: Diurético y para infecciones urinarias.

PROPIEDADES: Soluble en agua y en álcalis. Muy higroscópico (26).

### CUMARINAS

Las cumarinas se encuentran con frecuencia en los extractos de leguminosas, Orchidaceae, Rutaceae y Umbeliferae, y en cualquiera de los órganos vegetales, desde raíces hasta flores y frutos. Las cumarinas son sustancias fluorescentes, comunmente fotosensibles. Las cumarinas son muy fluorescentes con luz UV. Se han encontrado que pueden ser anticoagulantes, espasmolíticas e hipercolestéremicas o inhibidoras del crecimiento vegetal.

Todas las cumarinas se caracterizan por el sistema benzo-alfa-pirona y su carácter lactónico hacen que sean solubilizadas por soluciones alcalinas con la aparición de un color amarillo.

## ANTRAGLICOSIDOS

### ANTRAQUINONAS

Las antraquinonas constituyen el grupo más grande de sustancias del tipo quinona presentes en la naturaleza.

Suelen ser compuestos de color rojo-anaranjado, que en ocasiones pueden observarse en los radios medulares, como lo es en la cáscara sagrada. Aunque se les usa ampliamente como colorantes, su principal valor medicinal proviene de su acción catártica. Los derivados antraquinónicos presentes en las drogas purgantes pueden ser dihidroxifenoles, como el crisofanol; trihidroxifenoles como la emodina, o tetrahidroxifenoles, como el ácido carmínico. Cuando estas sustancias se hallan formando heterósidos, el azúcar puede estar unido en posiciones diversas. (25 y 27)

## FLAVONOIDES

Los flavonoides son pigmentos vegetales que poseen un esqueleto carbonado  $C_6-C_3-C_6$ .

Se conocen unos 200 flavonoides naturales; se encuentran distribuidos entre las plantas tanto libres como glicosidos; estos últimos dan color a flores, frutos y hojas. Las agliconas son más frecuentes en los tejidos lenosos.

Los flavonoides presentan todos los matices de solubilidad desde totalmente solubles en agua hasta insolubles en ella pero solubles en eter etílico (las agliconas muy eterificadas), pasando por los solubles en etanol (agliconas).

Por regla general los flavonoides son insolubles en eter de petróleo, lo que permite desengrasar un material antes de extraerlos.

Los flavonoides son muy solubles en agua y escasamente en disolventes orgánicos. La posición ocupada por la porción de azúcar influye en la solubilidad de la molécula y su capacidad para formar lacas insolubles con los metales.

Los flavonoides son sintetizados por numerosos grupos de plantas y con excepción de algunos localizadas en alas de mariposas, probablemente por ingestión. (27)

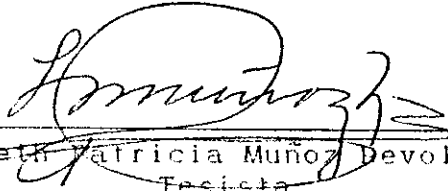
## ACEITES ESENCIALES

Se llaman así a los constituyentes odoríferos o esencias de una planta. El término aceite se origina probablemente del hecho que el aroma de una planta existe en las glándulas o entre las células en forma líquida, el cual al igual que los aceites grasos son inmiscibles con el agua.

Los aceites esenciales derivan del isopreno; están formados en su mayoría por monoterpenos, sesquiterpenos y compuestos aromáticos.

Se les encuentra en muchas especies de las familias de las Umbeliferae (apio, comino, perejil, anís), de Rutaceae (limón, naranja), de Labiateae (romero, orégano), de Mirtaceae (eucalipto, clavo), Piperaceae (pimienta), entre otras.

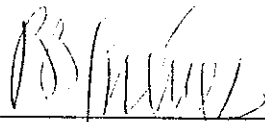
Los aceites esenciales son obtenidos del material fresco que los contiene utilizando principalmente el clásico procedimiento de destilación por arrastre de vapor. (15)



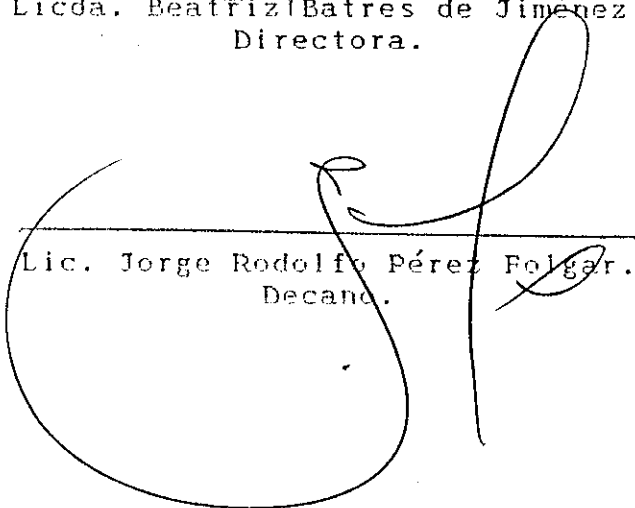
Lisbeth Patricia Muñoz Devolorio.  
Tesisista.



Licda. Beatriz Medinilla.  
Asesora.



Licda. Beatriz Batres de Jiménez.  
Directora.



Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar.  
Decano.