

ALCALOIDES DEL *Solanum marginatum*—I — ESTUDIO QUIMICO*

** ANTONIO SANABRIA GALINDO

1—INTRODUCCION

En un estudio químico y farmacológico de los frutos de S. marginatum colectados en Bogotá, Herrera y Kacán (1) encontraron tomatina como uno de los alcaloides presentes; casi simultáneamente apareció una investigación publicada en el Ecuador por Jácome y Proaño (2) en la que parten del hecho de que en los frutos de dicha planta está presente la solasodina. Por otra parte, es sabido que de esa especie fue aislada solamargina (nombre derivado de marginatum) y Briggs y Brooker (3) identificaron solasodamina en los frutos del mismo vegetal.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el presente trabajo tuvo como finalidad aclarar las posibles contradicciones en las publicaciones citadas e identificar de una manera segura los alcaloides de los frutos maduros del Solanum marginatum, con miras a utilizarlo posteriormente como fuente de precursores para la síntesis de hormonas esteroideas (4).

* Estudio parcialmente patrocinado por COLCIENCIAS por medio del programa estudio científico de la actividad medicamentosa y de los principios activos de las plantas de la flora colombiana usualmente empleados como medicamentos.

** Profesor Asistente - Departamento de Farmacia.

2 — MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo fueron utilizados los frutos maduros de *Solanum marginatum* (SOLANACEAE), colectados el 15 de septiembre de 1974 en alrededores del barrio Paulo VI de la ciudad de Bogotá. Los frutos fueron divididos y secados en una estufa con aire circulante a una temperatura de 50°C durante 8 días; una vez secos los frutos fueron molidos y para el estudio se empleó el polvo que pasó por un tamiz número 30 (USP XVIII).

2.1. *Extracción de los alcaloides* (3, 5).

Como se indica en la figura 1, 1,5 Kg. de los frutos maduros y secos del *S. marginatum* fueron desengrasados por extracción en un soxhlet con éter de petróleo (p. eb. 40-60°C) durante 40 horas. El extracto etéreo dio pruebas negativas para alcaloides (Dragendorff y Mayer). El residuo se dejó secar al aire y luego fue extraído al reflujó con una mezcla de etanol del 95%-ácido acético 95:5 v/v empleando los siguientes volúmenes y tiempos: 4 L por 1 hora, 2 L por 0.5 horas y 2 L por 0.5 horas; los tres extractos alcohólicos ácidos fueron filtrados, combinados y finalmente concentrados a presión reducida hasta consistencia siruposa. El residuo luego fue sometido a extracción con 400, 200 y 200 ml. de ácido acético al 5%, se filtró y la solución ácida fue desengrasada con porciones de 400, 200 y 100 ml. de una mezcla de éter de petróleo p. eb. 40-60-éter etílico 1:1; la capa etérea dio reacción negativa para alcaloides (Dragendorff y Mayer). La capa acuosa ácida fue calentada a 70°C y alcalinizada con amoníaco al 30% hasta pH 8-9; se dejó en reposo por 12 horas, el precipitado formado fue separado por filtración al vacío y lavado con 300 ml. de agua a 4°C. El residuo obtenido fue disuelto en 500 ml. de ácido acético al 5%, se calentó a 70°C y los alcaloides fueron nuevamente precipitados con amoníaco; el residuo fue lavado con 200 ml. de agua a 4°C, luego secado a 60°C por 48 horas, se pulverizó y se obtuvieron 35 g. de un polvo de color amarillo (SM1).

Los 35 g. de SM1 fueron purificados tal como se indica en la figura 2 (6):

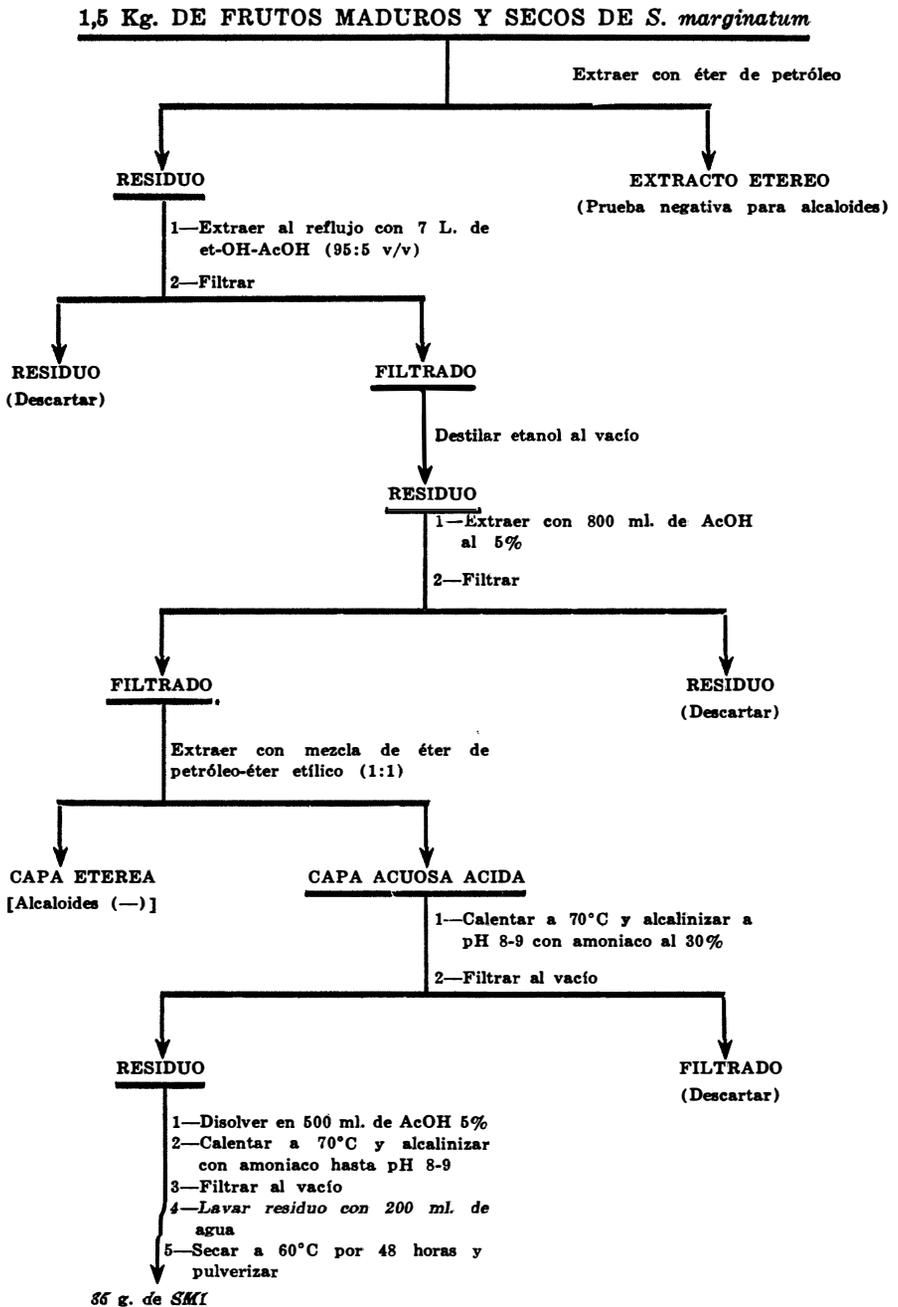


Figura 1. Extracción de los alcaloides del *S. marginatum*

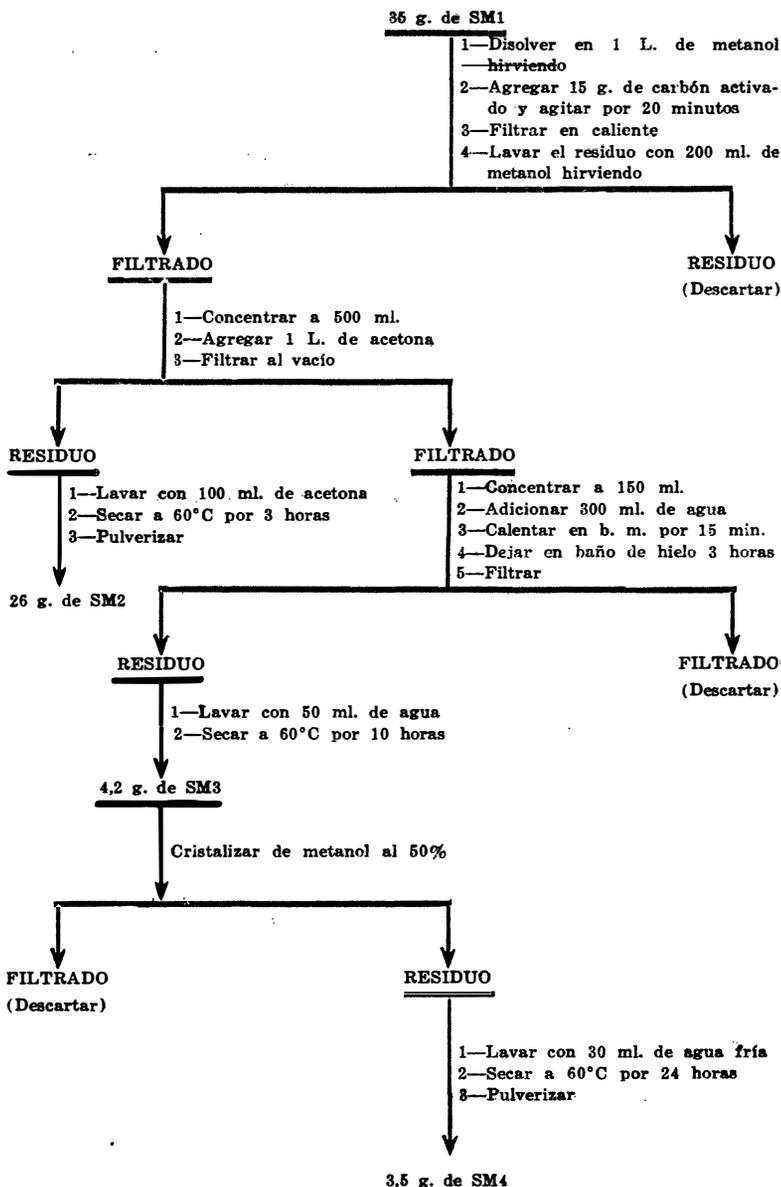


Figura 2. Purificación preliminar de los alcaloides del *Solanum marginatum*

2.2. *Cromatografía en capa delgada.*

Fueron empleados los siguientes sistemas para cromatografía en capa delgada sobre sílica gel G: I. Cloroformo-etanol-amoniaco al 1% (40:40:20). II. Acetato de etilo-piridina-agua (30:10:30). III. Cloroformo-metanol (95:5). IV. Placas de sílica gel G preparadas con una solución al 4% de nitrato de plata; solvente: Cloroformo-metanol (95:5); revelador: Anisaldehído-ácido fosfomolibdico (7).

Una cromatografía en capa delgada de SM1 utilizando el sistema I y revelando con Dragendorff modificado según Munier (8) dio dos manchas de una concentración similar con Rf 0.19 y 0.32 que en adelante serán denominadas alcaloides G₁ y G₂ respectivamente.

Una cromatografía en capa delgada de SM2 utilizando las condiciones anteriores mostró que está constituido por los alcaloides G₁ y G₂ en proporciones similares.

Finalmente, una cromatografía en capa delgada en el mismo sistema I puso de manifiesto que SM4 está constituido por cerca de un 20% del alcaloide G₁ y alrededor de un 80% del alcaloide G₂.

2.3. *Separación de los alcaloides por cromatografía en columna.*

Con el fin de separar los alcaloides G₁ y G₂ se aplicaron 4 g. de SM2 a una columna de 400 mm. de longitud por 40 mm. de diámetro, empacada con alúmina activada neutra y utilizando como eluente butanol saturado con agua (8). Fueron colectadas 110 fracciones de 40 ml., el solvente de cada fracción fue destilado en un evaporador rotatorio, el residuo disuelto en una pequeña cantidad de etanol y por último cada fracción fue controlada por cromatografía en capa delgada empleando el sistema cromatográfico I. En la Tabla I se ilustra la composición de las diferentes fracciones.

El solvente de las fracciones 34 a 55 fue destilado en un evaporador rotatorio, el residuo fue disuelto en 30 ml. de etanol hirviendo, se agregaron 40 ml. de agua y se dejó a temperatura ambiente durante 15 horas; se obtuvo un precipitado blanco cristalino que fue filtrado al vacío, lavado con 10 ml. de etanol al 10% y secado a 50°C durante 4 horas. Se obtuvieron 435 mg. de un polvo blanco cristalino (SM5), que por cromatografía en capa delgada en el sistema I dio una sola mancha con Rf 0.32 revelando con Dragendorff modificado o con tricloruro de antimonio al 20% en cloroformo seguido de calentamiento a 110°C por 15 minutos (9); en el sistema cromatográfico II, SM5 dio también una sola mancha con Rf 0.26. De esta forma queda demostrada la pureza del alcaloide G₂.

El compuesto presente en las fracciones 76 a 95 también fue cristalizado de etanol-agua y se obtuvieron 550 mg. de un polvo blanco cristalino, que por cromatografía en el sistema I dio una mancha con Rf 0.19 y en el sistema II revelando con tricloruro de antimonio también se obtuvo una mancha con Rf 0.15; lo anterior indica que se obtuvo el alcaloide G₁ puro.

TABLA NUMERO I

Composición de las fracciones obtenidas en la separación por cromatografía en columna de los alcaloides del S. MARGINATUM

Fracciones	Composición
1 - 33	No alcaloide
34 - 55	G ₂ (Rf 0.32)
56 - 75	G ₂ + G ₁
76 - 95	G ₁ (Rf 0.19)
96 - 110	No alcaloide

2.4. Hidrólisis de los glicoalcaloides G₁ y G₂.

De acuerdo a la solubilidad de los alcaloides G₁ y G₂ (solubles en metanol y etanol, insolubles en cloroformo), a los puntos de fusión (altos y con descomposición) y a un máximo de absorción ancho entre 980 y 1200 cm⁻¹ en el espectro infrarrojo, se consideró que los alcaloides G₁ y G₂ eran glicoalcaloides y, por tanto, se procedió a hidrolizarlos para estudiar los azúcares y el aglicón.

La hidrólisis fue llevada a cabo así: 150-mg. del glicoalcaloide G₁ fueron disueltos en 20 ml. de HCl al 5% en etanol del 95% y la solución fue colocada al reflujo durante 3 horas (10). La solución fue concentrada a aproximadamente 3 ml., se agregaron 6 ml. de agua y el precipitado formado fue separado por centrifugación. El sobrenadante (CHG₁) fue utilizado para el análisis de los azúcares. El residuo se lavó con 5 ml. de etanol al 10%, se secó a 60°C durante 6 horas y se obtuvieron 70 mg. de un polvo ligeramente amarillo que corresponde al clorhidrato del aglicón y el cual fue denominado AG₁. HCl. 65 mg. de AG₁. HCl fueron disueltos en 10 ml. de metanol hirviendo,

se adicionó amoniaco al 30% hasta pH 9, se hizo ebulir por 10 minutos, se concentró a 5 ml., se agregaron 10 ml. de agua, se enfrió y el precipitado fue separado por centrifugación; el residuo obtenido fue lavado con 10 ml. de metanol al 10% y luego secado a 60°C por 6 horas, dando lugar a 50 mg. de un polvo grisáceo que por cromatografía en capa delgada en el sistema IV mostró estar constituido por una gran mancha con Rf 0.12 y una mancha pequeña con Rf 0.26. El polvo grisáceo fue cristalizado de metanol-agua dando lugar a 35 mg. de una sustancia blanca denominada AG₁, que por cromatografía en capa delgada en el sistema IV dio únicamente la mancha con Rf 0.12; una cromatografía de AG₁ en el sistema III también produjo una sola mancha con Rf 0.23. De esta forma queda demostrada la pureza del aglicón obtenido por hidrólisis del glicoalcaloide G₁.

Siguiendo el mismo procedimiento indicado para el glicoalcaloide G₁ fue llevada a cabo la hidrólisis del glicoalcaloide G₂, obteniéndose 60 mg. del clorhidrato del aglicón (AG₂. HCl) y 30 mg. del aglicón AG₂ que fue idéntico al aglicón AG₁ por sus propiedades cromatográficas en los sistemas III y IV. En esta hidrólisis también se obtuvo una solución con los azúcares denominados CHG₂.

2.4.1. Identificación de los aglicones.

La identificación de los aglicones AG₁ y AG₂ fue llevada a cabo mediante la determinación de los siguientes parámetros:

Punto de fusión: Fue determinado tanto a los aglicones como a los clorhidratos en un fusiómetro marca BÜCHI-SMP20.

Rotación específica: Se prepararon 2 ml. de soluciones al 1% de los aglicones AG₁ y AG₂ en metanol y se leyó la rotación en un polarímetro marca CARLZEISS JENA Tipo G a 20°C y utilizando un tubo capilar de un decímetro.

Espectro infrarrojo: Fueron preparadas tabletas por compresión de una mezcla de 2 mg. de AG₁ y AG₂ y 300 mg. de bromuro de potasio a 20.000 libras/pulg. durante 20 minutos. A las tabletas obtenidas les fue registrado el espectro en un espectrofotómetro para infrarrojo PERKIN ELMER Mod. 137.

Espectro de masas: Fue determinado a los aglicones AG₁ y AG₂ en un espectrómetro de masas marca JEOL, modelo JMS-20, utilizando un voltaje de ionización de 30 voltios y una temperatura de 160°C; la muestra fue introducida directamente en la fuente de ionización y se usó un barrido magnético de 15 segundos (Figura 3).

2.4.2. Identificación de los azúcares obtenidos por hidrólisis de los glicoalcaloides.

A la solución de los azúcares obtenida de la hidrólisis de G_1 se le agregó cantidad suficiente de una solución saturada de carbonato de plomo, el precipitado obtenido fue separado por centrifugación, el sobrenadante fue concentrado a 5 ml. en un evaporador rotatorio y se obtuvo una solución de los azúcares purificados denominada CHG_1P .

Procediendo de la misma manera fueron obtenidos 5 ml. de una solución de azúcares purificados producidos por hidrólisis del glicoalcaloide G_2 , denominada CHG_2P .

Fueron ensayados varios sistemas cromatográficos (11) para la separación de d-glucosa, d-galactosa, l-rhamnosa y d-xilosa que son los carbohidratos más comunes en los glicoalcaloides del género *Solanum*. La mejor separación se obtuvo en placas de sílica gel G preparadas con una solución 0.02M de acetato de sodio y activadas a 120°C por 1 hora; como solvente se empleó una mezcla de acetona-agua-cloroformo-metanol (75:5:10:10) y como revelador anilina-difenilamina-ácido fosfórico (12) seguido de calentamiento a 100°C por 20 minutos (en adelante sistema cromatográfico V).

Las soluciones CHG_1P y CHG_2P fueron sometidas a separación cromatográfica en el sistema V junto con los patrones citados anteriormente, encontrándose que la solución CHG_1P contenía d-glucosa (Rf 0.43), d-galactosa (Rf 0.35) y l-rhamnosa (Rf 0.68) y en la solución CHG_2P estaban presentes d-glucosa y l-rhamnosa.

2.5. Identificación de los glicoalcaloides.

A los glicoalcaloides G_1 y G_2 les fue determinado el punto de fusión en un fusiómetro BÜCHI-SMP20 empleando capilares cerrados al vacío.

Fue leída la rotación de una solución de G_1 al 2,5% en piridina y de una solución de G_2 al 1,25% en metanol en un polarímetro CARL-ZEISS JENA Tipo G., utilizando un tubo capilar de un decímetro.

Los espectros infrarrojo de G_1 y G_2 fueron registrados usando las mismas condiciones descritas para los aglicones.

3 — RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Extracción de los alcaloides.

1,5 Kg. de los frutos maduros secos del *S. marginatum* fueron desengrasados con éter de petróleo y siguiendo el procedimiento mostrado en la Figura 1, se obtuvieron 35 g. de un polvo de color amari-

llo (SM1). Por una cromatografía en capa delgada en el sistema I y revelando con el reactivo de Dragendorff se encontró que SM1 estaba constituido por el alcaloide G_1 (Rf 0.19) y el alcaloide G_2 (Rf 0.32) junto con otras impurezas:

Tal como se indica en la Figura 2, los 35 g. de SM1 fueron purificados por tratamiento con carbón activado (6) y luego por precipitación con acetona de una solución metanólica concentrada que contenía los alcaloides, obteniéndose 26 g. de un precipitado (SM2) y un filtrado que produjo 3,5 g. de SM4. Una cromatografía utilizando el sistema I mostró que SM2 está constituido por los alcaloides G_1 y G_2 en concentraciones similares. Empleando las anteriores condiciones cromatográficas se encontró que en SM4 está presente cerca del 20% del alcaloide G_1 y alrededor del 80% del alcaloide G_2 .

3.2. Separación de los alcaloides por cromatografía en columna.

4 g. de SM2 fueron aplicados en una columna empacada con alúmina activada neutra y se empleó para la elución butanol saturado con agua (8), fueron colectadas 110 fracciones de 40 ml. con la composición que se muestra en la Tabla I. Por cristalización del residuo de las fracciones 34-55 de etanol-agua se obtuvieron 435 mg. de un polvo blanco cristalino que por cromatografía en el sistema I dio una sola mancha correspondiente a G_2 (Rf 0.32) y en el sistema II una mancha con Rf 0.26; de la misma manera una cristalización de etanol-agua del residuo de las fracciones 76-95 produjo 550 mg. de un polvo blanco cristalino que por cromatografía en el sistema I dio una mancha con Rf 0.19 y en el sistema II una mancha con Rf 0.15 que corresponde al alcaloide G_1 puro.

3.3. Hidrólisis de los glicoalcaloides.

Teniendo en cuenta que los alcaloides G_1 y G_2 son solubles en metanol y etanol e insolubles en acetona y cloroformo, tienen puntos de fusión altos y con descomposición y que en el espectro infrarrojo mostraron un máximo de absorción entre 980 y 1.200 cm^{-1} característico de sustancias polihidroxiladas, se asumió que estos compuestos son glicoalcaloides y por tanto fueron sometidos a hidrólisis ácida para identificar los aglicones y azúcares que los constituyen.

Siguiendo el procedimiento de hidrólisis descrito en los métodos, a partir de 150 mg. de G_1 se obtuvieron 65 mg. del clorhidrato del aglicón ($AG_1 \cdot HCl$); la alcalinización con amoníaco de una solución metanólica de éste produjo 50 mg. de un polvo grisáceo que por cro-

matografía en capa delgada en el sistema cromatográfico IV dio una gran mancha con Rf 0.12 y una mancha pequeña con Rf 0.26; el polvo grisáceo fue cristalizado en metanol al 50% dando lugar a 35 mg. de una sustancia blanca que por cromatografía en el sistema IV presentó únicamente la mancha de Rf 0.12; la pureza de este compuesto, denominado AG₁, fue demostrada al obtener una sola mancha con Rf 0.23 en el sistema cromatográfico III. Los carbohidratos producidos fueron purificados por precipitación del ácido clorhídrico con carbonato de plomo dando lugar a 5 ml. de una solución con los carbohidratos purificados denominada CHG₁P.

De la misma manera, a partir de 150 mg. del glicoalcaloide G₂ fueron aislados 60 mg. del clorhidrato del aglicón (AG₂. HCl) y 30 mg. del aglicón AG₂, que fue idéntico al aglicón AG₁ en el comportamiento cromatográfico en los sistemas III y IV. Igualmente se obtuvieron 5 ml. de la solución de los azúcares purificados denominados CHG₂P.

3.3.1. Identificación de los aglicones.

A los aglicones AG₁ y AG₂ les fueron determinados los puntos de fusión de los clorhidratos y de las bases, la rotación específica, el espectro infrarrojo y el espectro de masas (Figura 3).

La Tabla II resume los resultados de las constantes físicas de los aglicones AG₁ y AG₂ y las compara con los datos aportados por la bibliografía para la solasodina.

TABLA NUMERO II
Constantes físicas de los aglicones (10, 13).

AGLICON CONSTANTE	AG ₁ y AG ₂	SOLASODINA (10, 13)
p. f. °C	205	203-205
p. f. . HCl	278-282	277-280
[α] _D ²⁰	-86 (metanol)	-90 (metanol)
INFRARROJO (Cm ⁻¹)	3.340, 2.860, 1.650, 1.450, 1.380, 1.320, 1.240, 1.200, 1.130, 1.060, 1.030, 980, 970, 900, 840, 810, 790.	3.340, 2.860, 1.640, 1.440, 1.390, 1.360, 1.300, 1.250, 1.200, 1.140, 1.080, 1.040, 990, 980, 910, 850, 810, 790.
PESO MOLECULAR Espectro de masas	M+ = 413,5	413,62

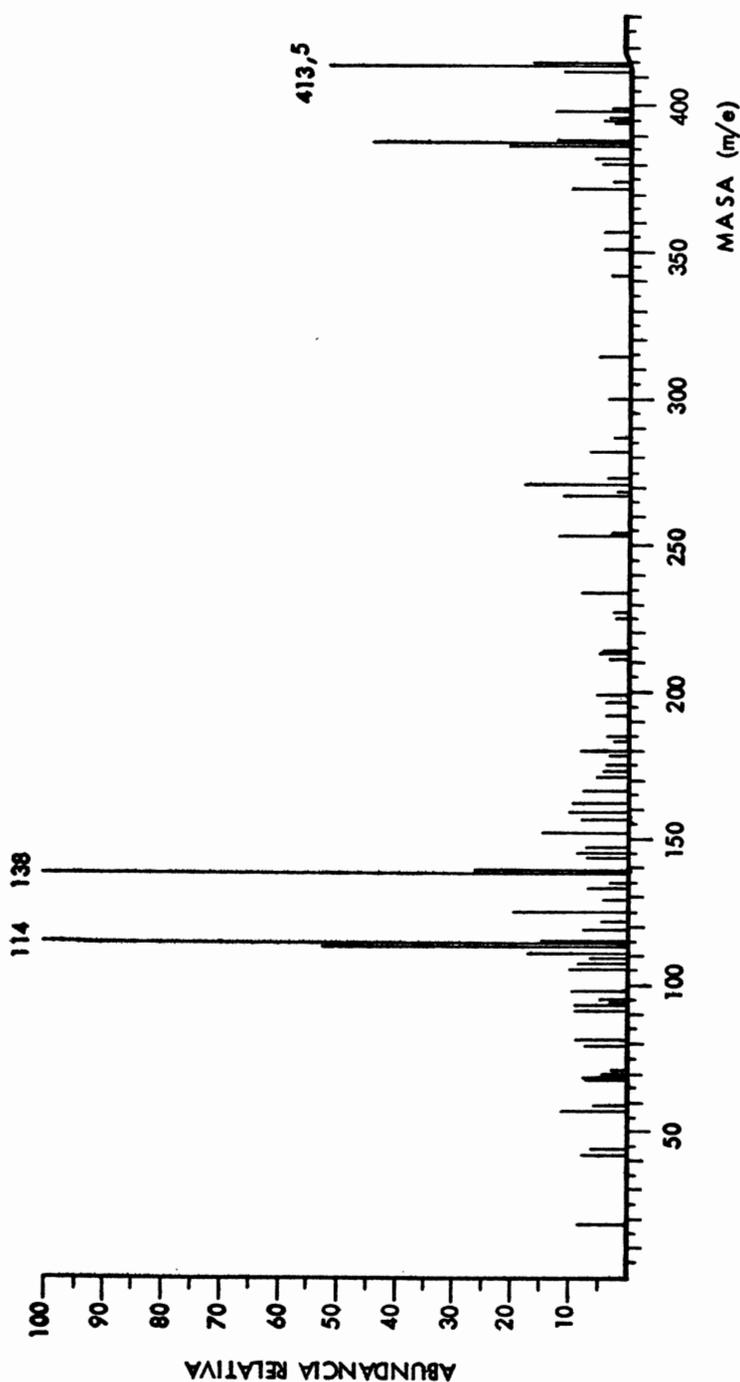


FIGURA 3

Espectro de masas del aglicón AG₁

Las constantes determinadas fueron idénticas para AG_1 y para AG_2 lo cual significa que son el mismo aglicón.

Como lo indica la Tabla II, los puntos de fusión de los aglicones y de sus clorhidratos fueron muy similares a los de la solasodina; la rotación específica de los dos aglicones en metanol presentó un valor (-86) cercano al de la solasodina (-90); los espectros infrarrojo de AG_1 y AG_2 mostraron máximos de absorción muy semejantes a los de la solasodina. El espectro de masas de los aglicones AG_1 y AG_2 (Figura 3) presentó el ion molecular M^+ a 413,5 unidades de masa, valor perfectamente comparable con el peso molecular exacto de la solasodina que es 413,62; en el espectro además se observan dos picos con máxima intensidad a m/e 114 y m/e 138, característicos de derivados del solasodano (14, 15).

Por los resultados discutidos anteriormente se llegó a la conclusión de que los aglicones AG_1 y AG_2 son la solasodina, hecho comprobado al comparar AG_1 y AG_2 con un patrón de solasodina (p. f., Rf e I. R.).

La pequeña mancha con Rf 0.26 en el sistema cromatográfico IV, obtenida de la hidrólisis de G_1 y G_2 puede tratarse del 3,5-solasodieno, compuesto que normalmente se produce por deshidratación de la solasodina en el proceso de hidrólisis (16).

3.3.2. *Identificación de los carbohidratos obtenidos por hidrólisis de los glicoalcaloides.*

Por cromatografía en capa delgada de la solución CHG_1P en el sistema V y por comparación con patrones de azúcares, se encontró que el glicoalcaloide G_1 tiene como carbohidratos constituyentes de la molécula d-glucosa, d-galactosa y l-rhamnosa.

De la misma forma se determinó que en la molécula del glicoalcaloide G_2 están presentes d-glucosa y l-rhamnosa.

3.4. *Identificación de los glicoalcaloides.*

A los glicoalcaloides G_1 y G_2 les fue determinado el punto de fusión, la rotación específica y el espectro infrarrojo. Estos resultados junto con la identidad de los aglicones y de los azúcares aparecen en la Tabla III comparados con la solasonina y la solamargina.

TABLA NUMERO III

Propiedades físicas y químicas de los glicoalcaloides (10, 13)

GLICOALCALOIDE	G ₁	SOLASONINA	G ₂	SOLAMARGINA
p. f. °C	283-287 (d)	286-289 (d)	300-307 (d)	303-305 (d)
[α] _D ²⁰	-80 (Piridina)	-73,2 (Pir.)	-96 (Me-OH)	-96,5 (Me-OH)
INFRARROJO (Cm ⁻¹)	3280, 2820, 1650, 1440, 1370, 1240, 1140, 1130, 1040, 980, 910, 900, 830, 810.	Ver (13)	3280, 2820, 1650, 1440, 1370, 1240, 1130, 1040, 980, 910, 900, 890, 840, 810.	Ver (13)
AGLICON	SOLASODINA	SOLASODINA	SOLASODINA	SOLASODINA
AZUCARES	d-glucosa d-galactosa l-rhamnosa	d-glucosa d-galactosa l-rhamnosa	d-glucosa l-rhamnosa	d-glucosa l-rhamnosa l-rhamnosa

Según la anterior tabla, el punto de fusión del glicoalcaloide G_1 es similar al de la solasonina y el de G_2 al de la solamargina. G_1 tiene una rotación específica en piridina semejante a la solasonina y G_2 una rotación en metanol idéntica con la solamargina. Además el espectro infrarrojo de G_1 es muy parecido al de la solasonina y el espectro de G_2 al de la solamargina (13).

Por otra parte, ya fue demostrado que por hidrólisis del glicoalcaloide G_1 se obtiene solasodina como aglicón y como azúcares d-glucosa, d-galactosa y l-rhamnosa que son los constituyentes de la molécula de solasonina.

Igualmente se encontró que por hidrólisis del glicoalcaloide G_2 se obtiene el aglicón solasodina y los azúcares d-glucosa y l-rhamnosa que son los constituyentes de la molécula de solamargina (solasodina, 1 mol de d-glucosa y dos moles de l-rhamnosa).

Todas las consideraciones anteriores llevan a la conclusión de que el glicoalcaloide G_1 es la solasonina y el G_2 es la solamargina. Esta afirmación fue comprobada por comparación directa de algunas propiedades físicas (p. f., $[\alpha]_D$, I. R., Rf) de G_1 con un patrón de solasonina y de G_2 con un patrón de solamargina.

4 — CONCLUSIONES

De los frutos maduros del *S. marginatum* que crece en Bogotá fueron aislados puros dos glicoalcaloides identificados como solasonina y solamargina mediante la determinación de sus propiedades cromatográficas, el punto de fusión, la rotación específica, el espectro infrarrojo y el estudio de sus productos de hidrólisis. Los azúcares producidos en dicha hidrólisis fueron identificados por cromatografía en capa delgada y el aglicón por el punto de fusión de la base y del clorhidrato, la rotación específica, Rf, espectro infrarrojo y espectro de masas.

Por otra parte, en los frutos de esta planta no fue encontrada tomatina que sí aislaron Herrera y Kecán (1), ni la solasodamina que obtuvo Briggs y Brooker (3). En el primer caso se puede pensar en una confusión entre tomatina y solamargina que tienen propiedades cromatográficas algo similares y en el segundo caso se explicaría por variaciones de condiciones ecológicas y en la madurez del fruto.

RESUMEN

De los frutos maduros del *Solanum marginatum*, el cual crece en Bogotá, fueron aislados dos glicoalcaloides, los cuales se sometieron a hidrólisis ácida; del primero de ellos se obtuvo el aglicón y d-glucosa, d-galactosa y l-rhamnosa, y del segundo, el aglicón, d-glucosa y l-rhamnosa. Los aglicones fueron idénticos y correspondieron a la solasodina. Los glicoalcaloides fueron identificados como solasonina y solamargina.

SUMMARY

Two glycoalkaloids were isolated from the nature fruits of *Solanum marginatum* a plant grown in Bogotá. These glycoalkaloids produced, by acid hydrolisis, the aglycon, d-glucose, d-galactose, and l-rhamnose, and the aglycon d-glucose and l-rhamnose.

The aglycons were identified as solasodine.

The glycoalkaloids were identified as solasonine and solamargine.

BIBLIOGRAFIA

1. HERRERA, A., KECÁN, G. *Análisis fitoquímico y farmacológico del Solanum marginatum*, Rev. Col. Cienc. Quím. Farm., 1 (3), 41-87, 1970.
2. JÁCOME, W., PROAÑO, O. *Obtención de la solasodina a partir del fruto de Solanum marginatum*, Politécnica, 2 (1), 155-248, 1970.
3. BRIGGS, L. H., BROOKER, E. G. *Solasodamine. A new tetrasaccharide derivate of solusodine from Solanum auriculatum, S. sodanorum and S. marginatum*, J. Chem. Soc., 1419-1421, 1958.
4. SOVOROV, N. N., MOROZOVSKAYA, L. M. y col. *Conversion of solusodine to pregnane derivatives*. Chem. Abstr., 61, 3164, 1964.
5. SALEH, M. *The steroidal constituents of Solanum arundo*. Planta Médica, 23, 377-78, 1974.
6. RIZK, A. M., ABON-ZIED, E. N. *The steroidal constituents of Solanum cyananthum*. Planta Médica, 18, 347-49, 1970.
7. RÖNSCH, H., SCHREIBER, K. *Solanum-alkaloide LXXXIII. Analytische und präparative dunnschicht-chromatographische trennung von 5 α -Gesättigten BZW. Δ^5 -Ungesättigten steroidalkaloiden und sapogeninnen an silbernitrat-haltigen adsorptionsschichten*. J. Chromatog., 30, 149-54, 1967.

8. LEWIS, D. C., LILJEGREN, D. R. *Glycoalkaloide from Archaesolanum species*. *Phytochem.*, 9, 2193-95, 1967.
9. STAHL, E. *Thin-layer chromatography*, 2^a ed., Springer-Verlag Berlin, p. 857, 1969.
10. FAYEZ, M. B. E., SALEH, A. A. *Constituents of local plants X. The steroidal alkaloids of Solanum Wrightii Benth.* *Phytochem.*, 6, 433-36, 1967.
11. STAHL, E. *Idem.*, 9, p. 813.
12. STAHL, E. *Idem.*, 9, p. 816.
13. MOTIDOME, M., LEEKNING, M. E., GOTTLIEB, O. R. *A Quimica de Solanáceas Brasileiras. I-A presença de solamargina e de solasonina no juá e na lobeira.* *An. Acad. Brasil. Cienc.*, 42, 375-76, 1970.
14. BUDZIKIEWICZ, H., DJERASSI, C., WILLIAMS, D. H. *Structure elucidation of natural products by mass spectrometry*, Vol. III, Flolden-day, Inc., London, p. 114, 1964.
15. BUDZIKIEWICZ, H. *Mass spectroscopic fragmentation behavior of steroid alkaloids.* *Chem. Abstr.*, 62, 110, 1965.
16. KUSANO, G., BEISLER, J., SATO, Y. *Steroidal constituents of Solanum xanthocarpum.* *Phytochem.*, 12, 399-401, 1973.