

Aislamiento e identificación de compuestos esteroidales de los frutos del *Solanum jamaicense* Mill

Isolation and identification of steroidal compounds from fruit of Solanumjamaicense Mill.

Dr. C. Anselmo Enrique Ferrer-Hernandez^I; Lic. Eliane Ferreira-Coelho^I; Lic. Faiane Tenório-Feitosa^{II}; Lic. Karina Santana-Brito^{II}; Lic. Maria Eunice Aiardes-Ferrer^{III}

ansenrique@yahoo.es

^I *Laboratório de Produtos Naturales, (L.P.Q. P. N), Universidad Federal de Rondônia, UNIR, Rondônia, Brasil;* ^{II} *Facultad São Lucas, Rondônia, Brasil;* ^{III} *Fio Cruz Mato Grosso do Sul /Fio Cruz Rondônia, Universidad Federal de Rondônia, Rondônia, Brasil*

Recibido: 10 de octubre de 2016

Aprobado: 28 de enero de 2018

Resumen

De los frutos de *Solanum jamaicense* Mill. fueron aislados e identificados nueve compuestos esteroidales, por medio de cromatografía de capa delgada y espectroscopia RMN H¹ y RMN C¹³. Los compuestos identificados son: Solasodina, Solasodieno, Diosgenina, Dieno Diosgenina, Yucagenina, Yamogenina, Tigogenina, Soladulcidina y Clorogenina.

Palabras clave: *Solanaceae, Solanum jamaicense* Mill, compuestos esteroidales.

Abstract

The fruits of *Solanumjamaicense*Mill were isolated and identified nine steroidal compounds, through chromatographic and spectroscopic studies of H-NMR and C13-NMR. The identified compounds are Solasodine, Solasodieno, Diosgenin, Diene Diosgenin, Yucagenin, Yamogenin, Tigogenin, Soladuldicin and Clorogenin.

Keywords: *Solanaceae, Solanum jamaicense* Mill, steroidal compounds.

Introducción

La familia *Solanaceae* es constituida por cerca de 3 000 especies, distribuidas en 96 géneros con distribución cosmopolita, siendo la América del Sur uno de los principales centros endémicos y de mayor diversidad. El género *Solanum* es el mayor de la familia *Solanaceae*, con aproximadamente 1 400 especies y 5 000 epítetos descritos [1]. En la región Nordeste de Brasil existen, aproximadamente, 20 especies endémicas de la misma [2].

Las especies de este género pueden ser hierbas o arbustos, muchas de las cuales son comúnmente conocidas como “Jurubebas” y utilizadas en la medicina popular, especialmente como tónico y diurético [3].

El Solanum jamaicense Mill, es una mala hierba exótica, de pastos y pastizales y nativa del Caribe, América Central y América del Sur (tropical) [4]. La planta está registrada como invasora de Categoría II por Florida Exotic Pest Plant Council (Consejo de Plagas Vegetales Exóticas de la Florida) [5], y fue identificada en la Florida desde 1930, cuando se identificó esta especie cerca de Saint Cloud en Osceola Co [6]. La misma es generalmente encontrada en ambientes húmedos o sombreados y se encuentra predominantemente en Brasil en los estados del Norte, entre ellos Maranhão e Pará.

Esta especie fue estudiada por Lima [7] logrando aislar e identificar los siguientes compuestos: Diosgenina, Tigogenina, Solasodina, Solasodieno, Soladulcidina, Gitogenina y la Isocaelagenina, una sapogenina esteroideal.

En Brasil existen pocos estudios fitoquímicos sobre esta especie, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo separar del fruto de *Solanum jamaicense Mill*, a partir de métodos cromatográficos e identificarlos al utilizar métodos espectroscópicos, los Alcaloides y Sapogeninas esteroidales presentes en dichos frutos.

Parte experimental

Materiales y métodos

La colecta del material vegetal fue realizada en zona rural del municipio de Candelas do Jamari, Rondônia, Brasil, en febrero de 2011, cerca de la extensión 55 B de la carretera Balneario Rio Preto. Tras la identificación botánica de la planta esto siguió el proceso habitual de incorporación a la colección del Herbario Dr. Ary Pinheiro Penna Tupinambá de la Facultad San Lucas (HFSL), con número de registro 005182 y 6230.

Los frutos de esta especie fueron secados en una estufa eléctrica Marca Electro Termal, a temperaturas entre (40 – 50) °C, durante unas 48 h y después fue triturado en un molino Marca Marconia un polvo fino y homogéneo. La muestra de material vegetal triturado (fruto) se pesa en balanza monoplato marca Marconi y se coloca en un filtro de celulosa porosa o papel. El filtro se coloca en la cámara de extracción del aparato de Soxhlet marca MOGI GLAS, de un litro de capacidad, y fue calentado con una manta de calentamiento ELETRO – TERMAL por espacio de 4 h. Luego se concentran los extractos hasta un jarabe, en un equipo a presión reducida MOGIS GLAS de destilación, utilizando una bomba de vacío de la marca MARCONI, con control de la presión a 0,5 mm de mercurio.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos del proceso de preparación del material vegetal de los frutos del *Solanum jamaicense* Mill.

TABLA 1. RESULTADO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL DE *Solanum jamaicense* MILL

<i>Solanum jamaicense</i> Mill			
Órgano estudiado	Masa del material vegetal fresco (g)	Masa del material vegetal seco (g)	Masa total del Crudo (g)
Frutos	147,80	34,00	5,16

La hidrólisis ácida de los extractos se llevó a cabo utilizando el siguiente procedimiento: se prepara una disolución de ácido clorhídrico con concentración de 1,5 Mol/L. La solución ácida se calienta a reflujo durante 3 h alcanzando ebullición. Después de este tiempo, la solución de hidrólisis se adiciona sobre una mezcla de hielo y agua y se alcaliniza con hidróxido de amonio hasta pH = 10. La solución se deja reposar hasta la precipitación completa de los agliconas. A continuación, se decanta o filtra y el sólido obtenido se diluye con disolvente de mayor afinidad, cloroformo y alcohol metílico.

El extracto bruto de esteroides se disolvió en cloroformo – metanol y se adsorbió sobre gel de sílice y posteriormente se calentó en baño de María para eliminar el solvente utilizado. El producto obtenido se colocó en un cartucho de Soxhlet y se extrajo con disolventes diferentes de polaridad creciente: éter de petróleo (SJ-EP), cloroformo (SJ-CL), diclorometano (SJ-DiCl), acetato de etilo (SJ-EA) y metanol (SJ-MeOH), respectivamente. Cada fracción obtenida se concentró y después se sometió a cromatografía de capa delgada, para confirmar los metabolitos secundarios.

Para la cromatografía en capa delgada comparativa (CCDC) se utilizaron placas de vidrio de (5 x 10) cm, sobre las que se colocó una capa fina de gel de sílice 60-GF Merck de 0,5 mm de espesor, para el seguimiento del proceso de separación de los extractos y fracciones.

Los espectros de masas fueron registrados en un espectrómetro JEOL- IMS100. Los espectros RMN ¹H y RMN ¹³C fueron realizados en un espectrómetro VARIAN (Century 300 BB), de 300 MHz, utilizando CDCl₃ e D₃ COD y como estándar interno TMS.

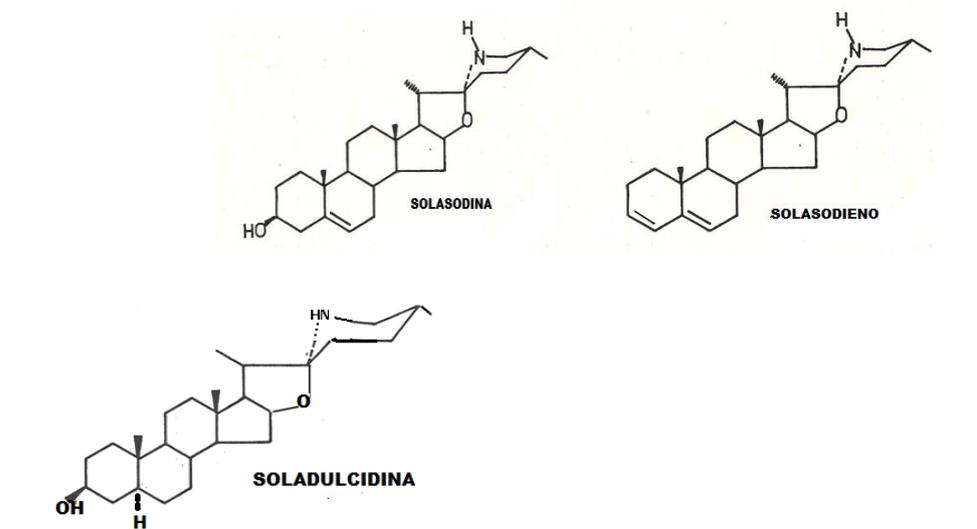
Resultados y discusión

Resultados obtenidos del estudio de cromatografía de capa delgada

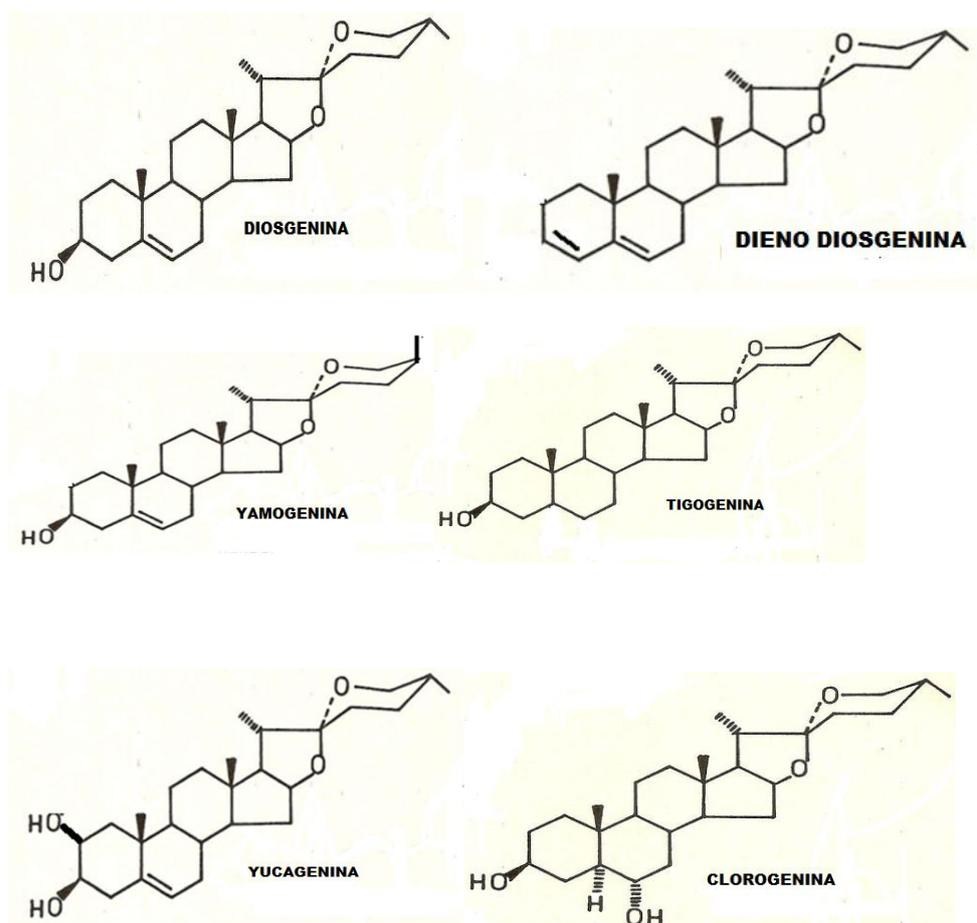
El extracto de aglicona fue analizado por cromatografía de capa delgada, para la confirmación de los metabolitos secundarios presentes. Se observa que las fracciones analizadas presentan valores de R_f diferentes, lo que indica la variedad de compuestos a ser aislados y purificados y la aplicabilidad de los métodos para realizar la separación y fraccionamiento de los metabolitos secundarios [9]. Estos valores fueron comparados con los valores de las sustancias patrones (aisladas de otras plantas del género *Solanum*), encontrando los siguientes resultados: valores de RF de compuestos esteroideos obtenidos de otras especies de *Solanum*: 0,42 (Solasodina), 0,71 – 0,72 (Dieno de Solasodina), 0,77 (Soladulcidina), 0,75 (Dieno de Diosgenina); 0,62 (Diosgenina); 0,69 (Tigogenina); 0,66 (Yamogenina); 0,33 (Yucagenina), y 0,35 (clorogenina) [8].

De acuerdo con estos resultados podemos inferir que estos compuestos forman parte del extracto de *Solanum jamaicense* Mill. lo cual debe ser corroborado a través de los estudios espectroscópicos. Las estructuras de los compuestos identificados son las siguientes:

Aislamiento e identificación de compuestos esteroidales de los frutos del *Solanum jamaicense* Mill



A)



B)

Fig. 1. Estructuras de los compuestos esteroidales aislados e identificados de los frutos del *Solanum jamaicense* Mill. A) Alcaloides esteroidales. B) Sapogeninas esteroidales

Estas estructuras fueron confirmadas a través del estudio espectroscópico. En la tabla 2 y 3 se reportan los Corrimientos Químicos de los espectros de RMN ^{13}C de los compuestos aislados e identificados a partir de los frutos.

Alcaloides esteroideos aislados e identificados:

Solasodina

Fue aislado por cromatografía de capa delgada con Silicagel F254 (0,25 mm) y como fase móvil CHCl_3 \ metanol (95,5) y se obtuvo un $R_f = 0,43$. Posteriormente fue recristalizado a partir de acetona con la producción de agujas incoloras de Punto de Fusión de (200 – 202) °C.

IR en KBr: Max. en cm^{-1} : 3 550 γ OH, 1 050 γ C-O, 1 628 γ C = C, 925, 960 y 895.

EM:IE 70 EV (m/e) I.R. %: M^+ 413 (15) (M^+ - H_2O) 395 (10), 138 (65) y 114 (100) (espirosolano).

RMN ^1H CDCl_3 / TMS (ppm): 0,86 (s, CH_3 -18) 1,02 (s, CH_3 -19) 1,04 (d, $J=6,9$ Hz, CH_3 -21) 0,96 (d, $J=6,0$ Hz, CH_3 -27) 3,56 (m, H-3 α) 4,70 (m, H-16 α) 5,34 (m, H-6).

Estos datos coinciden con los reportados en la literatura para la Solasodina /9/, según se muestra en la Tabla 2.

Solasodieno

Este compuesto es formado en el proceso de hidrólisis de los glicoalcaloides y su abundancia depende de las condiciones de hidrólisis [10]. En cromatografía de capa delgada, utilizando Silicagel 60 F₂₅₄ (0,25 mm) y como fase móvil CHCl_3 / MeOH (95:5) se obtuvo un $R_f = 0,73$. Fue recristalizado con acetona, obteniéndose un sólido de TF (176 – 177) °C.

IR en KBr: max. en cm^{-1} : 3005 γ CH, 1665 γ C=C (dieno), 972, 955 y 890.

U.V. en EtOH: maxenm: 234 (25800) ($\Delta^{3,5}$ esteroide).

EM: IE 70 Ev. m/e(I. Relativa %): M^+ 395 (10), 138 (100) y 114 (80).

Soladulcidina

En cromatografía de capa delgada con Silicagel F254 (0,25 mm) y como fase móvil CHCl_3 \ metanol (95.5), se obtuvo un $R_f = 0,56$. Fue recristalizado de acetona en forma de agujas de $\text{PF} = (200 – 2001)$ °C.

EM: IE 70 Ev. m/e (I. Relativa %): M+ 415 (31), 387 (100) ,273 (6), 255 (2), 138 (7) , 114 (10).

RMN ¹H CDC1₃ / TMS (ppm): 0,80 (s, C-18) 0,82 (s, C-19) 1,04 (d, J=6,2 Hz, C-21) 0,84 (d, J=6,2 Hz, C-27) 3,58 (m, H-3 α) 4,31 (m, H-16 α) 5,38 (m, H-6).

Estos datos coinciden con los reportados na literatura para la Soladulcidina [11].

TABLA 2. CORRIMIENTOS QUÍMICOS DE LOS ESPECTROS DE RMN C¹³, DE LOS ALCALOIDES ESTEROIDALES AISLADOS E IDENTIFICADOS DE LOS FRUTOS DEL *Solanum jamaicense* MILL.

C	Solasodina		Soladulcidina		C	Solasodina		Soladulcidina	
	Lit.9	Exp.	Lit.11	Exp.		Lit.9	Exp.	Lit.11.	Exp.
1	37,2	37,2	37,0	37,1	15	32,0	32,08	32,1	32,5
2	31,5	32,08	31,5	31,6	16	78,7	78,92	80,	83,6
3	71,6	71,69	71,1	71,2	17	62,7	62,76	62,6	62,0
4	42,2	42,27	38,2	38,1	18	16,4	16,40	16,5	16,8
5	140,8	140,8	44,9	45,1	19	19,4	19,27	12,4	12,7
6	121,4	121,3	28,6	28,6	20	41,2	41,27	41,6	42,1
7	32,1	32,10	32,3	32,4	21	15,2	15,26	15,0	15,2
8	31,3	31,42	35,2	35,6	22	98,2	98,24	98,3	99,0
9	50,0	50,09	54,4	54,5	23	34,0	33,98	33,3	32,8
10	36,6	36,65	35,6	36,0	24	30,2	30,21	29,6	29,0
11	20,8	20,90	21,1	21,1	25	31,3	31,42	30,3	31,9
12	39,9	39,92	40,1	39,9	26	47,6	47,58	46,9	46,0
13	40,4	40,53	41,0	41,0	27	19,3	19,27	19,1	19,0
14	56,4	56,50	56,3	56,4					

Sapogeninas esteroidales aisladas e identificadas

Diosgenina

Fue eluida con CHCl₃ / MeOH (95:5) con cromatografía de capa fina, utilizando sílica gel 60 F254 (0,25 mm) y como fase móvil CHCl₃ / MeOH (95:5), obteniéndose un R_f = 0,66 y recristalizado a partir de acetona con la obtención de un sólido de TF = (203 – 205) C °.

IR em KBr: máx. em cm⁻¹: 3 350 – 3 420 γ (OH), 1100 γ (CO), 980, 920, 895 (f) y 860 (espirostanos).

MS: EI m / e (I.Relativa%): M + 414 (4), 396 (7), 342 (5), 300 (12), 282 (17), 267 (7), 253 (10), 139 (100) e 115 (7).

RMN ¹H CDCl₃ / TMS (ppm): 0,78 (s, C-18) 0,82 (s, C-19) 0,98 (d, J=6,2 Hz, C-21) 0,79 (d, J=6,2 Hz, C-27) 3,49 (m, H-3 α) 4,40 (m, H-16 α) 5,34 (m, H-6).

Dieno de diosgenina

Fue aislado a partir de los frutos del *Solanum jamaicense Mill.* El mismo es producido durante la reacción de hidrólisis ácida de las saponinas [10]. Fue eluida con CHCl₃ / MeOH (95:5) con cromatografía de capa fina, utilizando sílica gel 60 F254 (0,25 mm) y como fase móvil CHCl₃ / MeOH (95:5), obteniéndose un R_f = 0,75 y recristalizado a partir de acetona con la obtención de un sólido de TF = (185 – 187) C °.

IR en KBr: max. en cm⁻¹: 3030 γ (O-H) vinílico, 985, 920, 900 (f) y 870 (espirostano25R).

EM:IE m/e (I. Relativa %): M⁺ 396 (15), 282 (2), 253 (12) 139 (100) y 115 (7).

UV en EtOH: maxenmm: 236 (25800) ($\Delta^{3,5}$ -esteroide).

Yucagenina

Fue aislado del *Solanum jamaicense Mill.* al ser eluido con CHCl₃ / MeOH (90:10) v/v y recristalizado con acetona obteniendo un sólido cristalino de TF (244 – 245) °C. En cromatografía de capa delgada empleando Silicagel 60 F₂₅₄ (0,25 mm) y como fase móvil CHCl₃ / MeOH (95:5), mostró un R_f = 0,53.

IR en Kbr: max. en cm⁻¹: 3 450 – 3 350 γ (OH), 1040 γ (C-O). 988, 923, 900 (f), 880 Y 840 (espirostano25R).

EM:IE m/e (I. Relativa %): M⁺ 430 (5), 361 (2), 358 (7) 301 (6), 287 (22), 283 (5), 269 (4) 139 (100), 115 (22).

RMN ¹H CDCl₃ / TMS (ppm): 0,76 (s, C-18) 0,86 (s, C-19) 0,96 (d, J=6,2 Hz, C-21) 0,78 (d, J=6,2 Hz, C-27) 3,45 (m, H-3 α) 4,40 (m, H-16 α) 5,4 (m, H-6).

Yamogenina

Fue aislado y recristalizado de acetona, obteniéndose un sólido cristalino de TF (185 – 188) °C. En cromatografía de capa delgada empleando Silicagel 60 F₂₅₄ (0,25 mm) y como fase móvil CHCl₃ / MeOH (95:5), mostró un R_f = 0,67.

IR en KBr: max. en cm⁻¹: 3 450 γ (OH), 1060 γ (C-O), 986, 926 (f), 903 y 870 (espirostano25S).

EM:IE m/e (I. Relativa %): M⁺ 414 (21), 139 (100), 399 (8), 395 (13), 355 (6), 345 (7), 342 (13), 300 (8), 205 (13), 282 (84), 271 (24), 267 (14), 253 (6) y 115 (19).

RMN ¹H CDCl₃/ TMS (ppm): 0,78 (s, C-18) 0,86 (s, C-19) 0,98 (d, J=5,0 Hz, C-27) 1,05 (d, J = 7,0 Hz, C-21) 3,00 (m, H-3 α) 4,45 (m, H-16) 5,35 (m, H-6)

Tigogenina

Fue aislada al eluir la columna con CHCl₃ /Acetato de etilo (90:10). Fue recrystalizado de acetona, obteniéndose un sólido de TF (205 – 208) °C. En cromatografía de capa delgada empleando Silicagel 60 F₂₅₄ (0,25 mm) y como fase móvil CHCl₃ / MeOH (95:5), mostró un R_f = 0,68.

IR en KBr: max. en cm⁻¹: 3 480 γ (OH), 1050 γ (C-O), 982, 920, 900 (f) y 868 (espirostano25R).

EM: IE m/e (I. Relativa %): M⁺ 416, (M⁺ - CH₃) 401, (M⁺ - H₂O) 398, 357, 347, 344, 302, 287, 284, 273, 269, 255, 139 (100) y 115.

RMN ¹H CDCl₃/ TMS (ppm): 0,78 (s, C-18) 0,81 (s, C-19) 0,97 (d, J=7,0 Hz, C-21) 0,82 (d, J=6,5 Hz, C-27) y 4,45 (m, H-16).

Clorogenina

Fue aislado al eluir con CHCl₃/MeOH (90:10). El sólido obtenido se recrystalizó de acetona con la obtención de un sólido de TF (273 – 275) °C.

IR en KBr: max. en cm⁻¹: 3 440 γ (OH), 1 050 γ (C-O), 980, 925, 900 (f) y 860 (espirostano25R).

EM:IE 70 Ev. m/e (I. Relativa %): M⁺ 432 (18), 414 (M⁺ - H₂O) (4), 399 (M⁺ - H₂O - CH₃), 373 (5), 363 (8), 360 (20), 318 (10), 303 (8), 139 (100), 126 (10), 122 (8) y 115 (30).

RMN ¹H 90 MHz CDCl₃/TMS (ppm): 0,80 (s, C-18) 1,03 (s, C-19) 0,76 (d, J=6,5 Hz, C-21) 0,85 (d, J=5,0 Hz, C-27) 3,38 (m, H-3 α), (H-6 β) y (H-26) 4,42 (m, H-16 α).

TABLA 3. CORRIMIENTOS QUÍMICOS DE LOS ESPECTROS DE RMN C¹³, DE LAS SAPOGENINAS ESTEROIDALES AISLADAS E IDENTIFICADOS DE LOS FRUTOS DEL *Solanum jamaicense* MILL.

C	Diosgenina		Yamogenina		Tigogenina		Yucagenina		Clorogenina	
	Lit.8	Exp.	Lit.8	Exp.	Lit. 8	Exp.	Lit.8	Exp.	Lit.8	Exp.
1	38,3	39,81	37,2	37,3	37,0	37,1	39,1	40,0	37,6	37,7
2	33,0	33,08	31,6	31,7	31,4	31,6	72,3	72,7	30,8	31,1
3	71,7	71,74	71,6	71,9	71,2	71,4	76,6	76,4	71,0	70,6
4	43,9	44,84	42,3	42,5	38,2	38,5	44,9	40,9	32,0	33,1
5	142,4	139,2	140,9	140,7	44,9	45,0	139,5	139,5	51,8	51,3
6	121,1	121,4	121,3	121,4	28,6	28,6	122,0	122,2	69,0	71,7
7	32,8	32,07	32,0	32,4	32,2	32,4	32,0	32,0	41,0	41,4
8	32,2	32,07	31,4	31,6	35,1	35,5	30,8	30,9	34,2	34,2
9	50,9	50,08	50,1	50,3	54,4	54,5	49,9	50,1	54,1	53,9
10	37,5	37,23	36,6	36,7	35,6	35,8	38,3	38,0	36,6	36,7
11	21,7	19,44	20,9	20,8	21,1	21,1	20,9	21,0	21,2	21,5
12	40,4	40,29	39,8	39,7	40,1	40,4	39,7	39,8	40,1	39,4
13	40,9	41,62	40,2	40,3	40,6	40,6	40,3	40,3	40,9	40,9
14	57,2	56,54	56,6	56,8	56,3	56,3	56,4	56,3	56,3	56,3
15	32,7	31,87	31,8	31,9	31,8	31,9	31,8	31,9	3,9	31,6
16	81,6	80,83	80,9	80,6	80,8	80,9	80,9	80,8	81,2	80,3
17	63,4	62,11	62,0	62,3	62,3	62,4	62,0	62,3	62,4	62,0
18	16,9	17,15	16,2	16,5	16,5	16,6	16,3	16,3	16,6	16,4
19	20,1	20,89	19,4	19,6	12,3	12,4	20,4	20,5	13,9	12,6
20	42,4	42,29	42,2	42,4	41,6	41,7	41,6	41,7	41,9	41,6
21	15,5	14,53	14,3	14,5	14,5	14,7	14,5	14,5	14,5	14,5
22	109,7	109,2	109,8	109,7	109,2	109,0	109,5	109,3	109,8	109,0
23	32,3	32,07	26,0	26,3	31,4	31,5	31,3	31,5	31,6	31,3
24	29,7	28,82	25,8	25,9	28,8	30,0	29,8	28,9	28,9	28,7
25	31,1	31,47	27,1	27,4	30,3	30,5	30,3	30,4	30,5	30,2
26	67,3	66,86	65,1	65,6	66,8	66,9	66,9	66,9	67,2	69,9
27	17,8	17,1	16,0	16,3	17,1	17,3	17,1	17,1	17,23	17,1

Conclusiones

*Los compuestos esteroidales fueron aislados a partir del fruto de la especie *Solanum jamaicense* Mill e identificados a través de métodos espectroscópicos de Resonancia Magnética Nuclear H¹ y C¹³, además de Espectrometría de Masa, logrando identificar nueve compuestos esteroidales, confirmando la presencia de Solasodina, Solasodieno, Soladulcidina, Diosgenina, Dieno de la Diosgenina, Yamogenina, Clorogenina, Yucagenina, y la Tigogenina.*

Referencias bibliográficas

1. AGRA, F.; NURIT SILVA, K.; BERGER, L. R.: Flora de Paraíba, Brasil: *Solanum* L. (*Solanaceae*). Acta Botânica Brasilica, v. 23, pp. 826 – 842, 2009.
2. SILVA, T. M. S.; AGRA, M. F.; BHATTACHARYYA, J. “Studies on the alkaloids of *Solanum* of northeastern Brazil”. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2005, **15** (4), 292 – 293. ISSN 1981-528X
3. SILVA, T. M. S. “Steroidal glycoalkaloids and molluscicidal activity of *Solanum asperum*”. *Rich, Fruits. J. Braz. Chem. Soc.* 2008, **19** (5), 1048 – 1052. ISSN 1678-4790
4. D’Arcy, W. G. *Solanum and its close relatives in Florida*. Ann. Missouri Botanical Garden 61, 819 – 867, 1974.
5. FLEPPC *Florida Exotic Pest Plant Council’s 2005 List of invasive species*. 2007. [Disponibile en: www.fleppc.org.] [Consultado el: 01-01-2017].
6. NYBG *New York Botanical Garden Virtual Herbarium*, 2007. [Disponibile en: <http://sciweb.nybg.org/science2/vii2.asp>] [Consultado el: 01-01-2017].
7. NOGUEIRASLIMA, C. *Isolamento e caracterização de sapogeninas esteroidais no *Solanum jamaicense* Mill., e do *Solanum torvum* Swartz*. Tese de Doutorado: Orientador: Werner Döpke, Universidade de Humboldt, Alemanha, 1975.
8. HERNANDEZ, A. E. F. *Estudo fitoquímico das plantas del gênero *Solanum* e *Cestrum**. Tesis Doctoral. Facultad de química, Universidad de La Habana, Cuba, 1989.
9. RIPPERGER, H.; PORZEL, A. “N-Hydroxy- Solasodine from *Solanum robustum*”. *Phytochemistry*. 1992, **31** (5), 1837 – 1839. ISSN 0031-9422
10. MOLA, J. L.; DE ARAUJO, E. R.; GOUVAN, E.; DE MAGALHÃES, C. “Solasodina em espécies de *solanum* do cerrado do Distrito Federal”. *Química nova*. 1997, **20** (5), 460 – 462. ISSN 1678-7064
11. RIPPERGER, H.; PORZEL, A. “(23R)-23hydroxy Soladulcidine and related compounds from *Solanum panduraeforme*”. *Phytochemistry*. 1993, **32** (6), 1607 – 1609. ISSN 0031-9422

