

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

CUANTIFICACION DE
SAPOGENINAS ESTEROIDALES
EN MUESTRAS DE
Sapindus saponaria
PROCEDENTES DE CUATRO DEPARTAMENTOS
DE GUATEMALA
INFORME DE TESIS
PRESENTADO POR:
MARITZA NINETH QUEVEDO CAMPOS

Para obtener el título de

QUIMICA FARMACEUTICA

Guatemala, octubre 2000

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
06
†(2086)

JUNTA DIRECTIVA

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

DECANA	Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
SECRETARIO	Lic. Oscar Federico Nave Herrera
VOCAL I	Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto
VOCAL II	Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
VOCAL III	Dr. Federico Adolfo Rickter Martínez
VOCAL IV	Br. César Alfredo Flores López
VOCAL V	Br. Manuel Aníbal Leal Gómez

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María

A mis padres

José Isauro Quevedo

Cony Campos de Quevedo

Por su amor sacrificios y sabias enseñanzas,
gratitud por siempre y con todo respeto este
triunfo es por ustedes y para ustedes.

A mis hermanos

Amarilis, Claribel, Gualyn, Mayra y Carlos
por el cariño y apoyo incondicional en todo
momento.

A Walter Fernando Castellanos

Con un sentimiento muy especial.

A mis amigas universitarias

Alicia Aldana, Carol Tello, Claudia Rivas,
Glenda Rico, Nuria Salas, Thelma Ayapán y
Zulema Duarte.

A mis amigos universitarios

Alfredo Juarez, Leonel Montenegro,
Miguel Angel Guerra, en especial a Walter
Méndez por su paciencia y estímulo.

A mi familia en general

En especial a la familia Reyes Quevedo

A mis abuelos

En especial a Mamá linda y a Mamá Lupe

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

A la Licda. Beatriz Medinilla, por brindarme su amistad y asesoría en el presente trabajo.

Al Lic. Luis Fernando Girón, por sus oportunas observaciones en la corrección de este estudio.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de mi tesis.

INDICE

CONTENIDO	PAG
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	3
3. ANTECEDENTES	5
4. JUSTIFICACION	13
5. OBJETIVOS	14
6. HIPOTESIS	15
7. MATERIALES y METODOS	16
8. RESULTADOS	21
9. DISCUSION DE RESULTADOS	22
10. CONCLUSIONES	24
11. RECOMENDACIONES	25
12. REFERENCIAS	26
13. ANEXOS	29

1. RESUMEN

La riqueza invaluable de la flora de Guatemala permite la búsqueda de alternativas naturales de interés farmacológico e industrial. Así pues, el objetivo principal de este trabajo de investigación, fue determinar si las muestras de frutos de *Sapindus saponaria* (Jaboncillo) poseen un contenido de sapogeninas esteroidales mayor de 0.1%, para poder así ser utilizados como fuente de materia prima para sintetizar hormonas sexuales y corticosteroides a gran escala.

Las muestras de frutos de *Sapindus saponaria* se recolectaron en diferentes departamentos de Guatemala (Sacatepéquez, Santa Rosa, Baja Verapaz y Huehuetenango).

Para determinar el contenido de sapogeninas esteroidales en las muestras de frutos; se utilizó el método espectrofotométrico descrito por Baccou JC. et al (12.12), el cual se basa en reacciones de coloración de las sapogeninas esteroidales con anisaldehído, ácido sulfúrico y acetato de etilo, dando origen a un cromóforo con un pico único de absorbancia a 430 nm. Este método es específico para la determinación de sapogeninas esteroidales y se aplica a microgramos de sustancia a investigar, haciéndose una determinación directa de las sapogeninas en solución y prácticamente no existe interferencia con otras sustancias (12.14).

De acuerdo a los resultados obtenidos, todas las muestras analizadas contienen un porcentaje mayor de 0.1% de sapogeninas esteroidales. La muestra proveniente del departamento de Huehuetenango, es la que contiene mayor concentración de sapogeninas esteroidales 3.66% ($S=0.15$, $P=0.00001$) y la muestra proveniente de Santa Rosa es la que menor concentración presenta 1.62% ($S=0.53$, $P=0.00001$) (anexo 13.6), por lo cual se concluye que, aunque existe diferencia estadísticamente significativa entre el contenido de sapogeninas de cada muestra, cualquiera de éstas, constituye una fuente potencial de materia prima, para la elaboración de hormonas sexuales y corticosteroides a nivel industrial.

2. INTRODUCCION

Guatemala se ha caracterizado por poseer una rica y variada flora, sin embargo, aún hoy toda esta riqueza vegetal no ha sido debidamente aprovechada. Así pues, existen varias especies nativas que contienen saponinas y que han sido utilizadas desde hace muchos años por la población guatemalteca. Un ejemplo de estas plantas lo constituye el jaboncillo (*Sapindus saponaria*), cuyo fruto desecado se utiliza en algunas zonas del área rural para el lavado de ropa y otros utensilios domésticos, por la abundante espuma que produce al agitarse con agua; esto se debe a su contenido de sapogeninas, glicósidos que resultan de la combinación de azúcares y agliconas o sapogeninas.

La utilidad de estas sustancias en la industria, depende del grupo de saponinas a que pertenezcan. Las saponinas esteroidales, que son triterpenos tetracíclicos, constituyen una fuente importante de materia prima para la síntesis de hormonas sexuales y cortisona .

Las saponinas no esteroidales, llamadas también triterpénicas, son triterpenos pentacíclicos y se utilizan para la elaboración de productos de limpieza biodegradables, en países industrializados que cuidan de no contaminar el medio ambiente.

Es importante pues, cuantificar el contenido de sapogeninas esteroidales en los frutos de *Sapindus saponaria*, con el objeto de evaluar si podrían poseer utilidad industrial (12.6).

Las saponinas esteroidales se cuantificaron mediante el método espectrofotométrico propuesto por Baccou et. al (12.14), el cual se basa en reacciones de coloración con anisaldehído, ácido sulfúrico concentrado y acetato de etilo, dando como resultado un cromóforo con el mismo espectro de absorción y un único pico presente a los 430 nm para todas las sapogeninas esteroidales.

3. ANTECEDENTES

Las saponinas (del latín sapon= jabón) son un grupo de glicósidos o heterósidos que se disuelven en agua y disminuyen la tensión superficial de ésta. Por lo tanto, al agitar sus soluciones se forma espuma abundante y relativamente estable (12.1). Estas sustancias se caracterizan por poseer propiedades hemolíticas aún en diluciones de 1:5000 o más, y son tóxicas si se inyectan directamente al torrente sanguíneo, producen irritación en ojos, lengua y tracto gastrointestinal. Por ingestión son relativamente inofensivas, y son sumamente tóxicas para los animales de sangre fría, por lo que se utilizan como veneno para peces (12.2 – 12.7).

Las saponinas son compuestos de alto peso molecular, y su aislamiento en estado puro ofrece ciertas dificultades. Como heterósidos que son, se hidrolizan ante la presencia de ácidos dando como resultado una aglicona o genina, llamada genéricamente sapogenina, y diversos azúcares y ácidos urónicos relacionados (12.1 - 12.2).

Las saponinas y sus sapogeninas insaturadas o con varios hidroxilos dan reacciones positivas con varios reactivos como Liebermann-Burchard, Salkowski, y con cloruro de antimonio (12.1).

Las sapogeninas son poco solubles en alcohol etílico y metílico, e insolubles en solventes orgánicos no oxigenados. Son sustancias de reacción neutra o ligeramente ácida y precipitan con acetato básico de plomo (12.5).

Pocas veces se hace el esfuerzo de aislar las saponinas. Lo que generalmente se hace es tratar con ácidos minerales la planta que las contiene para que se hidrolicen, en seguida se lava con agua para quitar el ácido y eliminar los azúcares. El residuo insoluble en el agua se seca y se extrae con hexano u otro disolvente poco polar y al evaporar el disolvente se obtiene la sapogenina cruda (12.3).

Según la estructura de la genina presente en la saponina, existen dos tipos de éstas: saponinas esteroidales (triterpenos tetracíclicos) y saponinas triterpénicas o triterpenoides (triterpenos pentacíclicos). Ambos grupos presentan un enlace heterosídico en el carbono número 3 y tienen un origen biogenético común, vía ácido mevalónico y unidades isoprenoides (12.2).

Las saponinas esteroidales son menos frecuentes en la naturaleza que las triterpenoides pentacíclicas. Estudios fitoquímicos han mostrado su presencia en muchas familias de monocotiledóneas especialmente en Dioscoreaceae, Amarillidaceae y Lilliaceae. Entre las dicotiledóneas, la presencia de la sapogenina

diosgenina en la alholva (leguminosae) y alcaloides esteroidales en algunas especies del género *Solanum* (Solanaceas), brinda especial importancia a estas especies. Esto es porque las saponinas esteroidales tienen estrecha relación con compuestos como hormonas sexuales, cortisona, esteroides diuréticos, vitamina D y heterósidos cardíacos. Algunas saponinas esteroidales son utilizadas como material de partida para la síntesis de estos compuestos y es la diosgenina la principal sapogenina utilizada en la industria (12.2).

Las saponinas y sapogeninas esteroidales poseen el anillo espiroacetal, aunque algunas son conocidas como glucósidos furostinales, pues tienen esqueleto de furostano y carecen del espiroacetal y se consideran precursores del espirano. Están íntimamente relacionadas con los glicósidos cardíacos y con los glicoalcaloides esteroidales, pues todas poseen núcleo esteroideal y un azúcar (12.4).

Los esteroides son compuestos orgánicos caracterizados por tener un núcleo de ciclopentano perhidrofenantreno, el que normalmente se encuentra sustituido por grupos metilo en las posiciones número 10 y 13. Frecuentemente tienen una cadena lateral hidrocarbonada. Algunos esteroides son útiles para corregir trastornos o indispensables para el funcionamiento normal del

cuerpo humano como las hormonas sexuales, glicosidos cardíacos, corticoides y precursores de la vitamina D2 (12.3).

Russell Marker fue quien descubrió la posibilidad de convertir a las sapogeninas esteroidales en esteroides utilizables, dando a conocer el procedimiento para degradar la cadena lateral con lo cual logró transformar sarsapogenina en acetato de pregnelona. Utilizando el mismo procedimiento Russell degradó un lote de diosgenina y el producto así obtenido, la pregnadienolona se convirtió en progesterona. Los derivados del pregnano obtenidos por medio de esta degradación son convertibles no sólo en progesterona, si no que se pueden transformar en hormonas sexuales, corticoides y en innumerables compuestos útiles. Logrado este descubrimiento, Marker inició un estudio de grandes proporciones en busca de plantas productoras de esteroides (12.3).

Las saponinas triterpenoides pentacíclicas, a diferencia de las saponinas esteroidales, son raras en las monocotiledóneas, abundan en muchas familias de las dicotiledóneas, especialmente en caryophyllaceae, sapindaceae, polygalaceae y sapotaceae. En este tipo de saponinas la sapogenina está unida a una cadena de azúcares o de ácido urónico o a ambos, generalmente en la posición número 3 (12.2).

La gran demanda que existe por esteroides, ha hecho que la industria se interese por desarrollar estudios de nuevas plantas que representen una fuente potencial de materia prima para la síntesis de compuestos esteroidales (12.3).

Así como en 1936 se obtuvo por primera vez la diosgenina a partir de la *Dioscorea tocoro*, constantemente se vienen realizando esfuerzos para descubrir otras variedades de plantas de alto rendimiento y para asegurar un suministro regular de materia prima, mediante el cultivo de plantas de buena calidad (12.3).

Aunque la síntesis total de algunos esteroides se realiza a escala industrial, hay también una gran demanda de productos naturales que pueden servir como materia de partida para una síntesis parcial (12.2).

Algunos de los derivados naturales más importantes disponibles en cantidades suficientes para usos sintéticos son: diosgenina (varias especies de *Dioscorea* y *alholva*), hecogenina (*Sisal spp*), solasodina (*Solanum spp.*), estigmasterol y sitosterol (*Soya*) (12.4).

Posteriormente a todo esto, Marker determinó que la mejor fuente de diosgenina se encuentra en especies silvestres de *Dioscorea*

de México y Centro América. Mediante cromatografía gaseosa encontró diosgenina y otras sapogeninas esteroidales. Asimismo encontró sapogeninas en varias especies de *Medicago*, *Melilotus* y *Trifolium*, pero ninguna se encontró en un porcentaje mayor de 0.01% (12.3).

Un análisis químico de la planta *Sapindus saponaria* reportó la presencia de flavonoides: luteolina, 4-metoxiflavona, rutina; esteroides: *beta*-sitosterol; triterpenos: *alfa*-amirina y *beta*-amirina (12.6). A través del análisis fitoquímico efectuado a un ejemplar salvadoreño de esta planta se logró identificar sesquiterpenlactonas, taninos y glicósidos saponínicos. La corteza contiene los mismos componentes que las hojas, reportando también actividad antimicrobiana y toxicidad. El extracto etanólico de las hojas presentó marcada actividad inhibitoria en los cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Los extractos acuosos y etanólicos de corteza y hojas no mostraron actividad tóxica para los peces. Sin embargo, no se determinó la toxicidad en el fruto, que es donde se encuentra la mayor cantidad de saponinas (12.8). De las semillas se extrae un aceite fijo (12.9). Los frutos secos de esta planta contienen cerca de 37% de saponinas (12.10).

El extracto etanólico de *Sapindus saponaria* L. (sapindaceae) sometido a cromatografía con sílica gel, evidenció una nueva

saponina triterpenoide. Las saponinas acetiladas muestran actividad antimicrobiana contra *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* y *Cryptococcus neoformans* (12.11).

En 1995 se cuantificó las saponinas esteroidales en hojas y rizoma de *Smilax lundellii* mediante espectrofometría. Se encontró que existe mayor concentración de saponinas en los rizomas que en las hojas, pero en ambos, el contenido es suficiente (mayor de 0.1%) para ser utilizadas como fuente de materia prima para la síntesis de productos esteroidales (12.13). En otro estudio fitoquímico efectuado en 1997 se cuantificó el contenido de saponinas esteroidales en las hojas, tallo y raíz de *Cestrum nocturnum* colectado en el departamento de Guatemala. En este estudio se pudo establecer que sí existe diferencia en cuanto al contenido de saponinas presente en los distintos órganos analizados. Recientemente se publicó un trabajo estrechamente relacionado con el presente, en el cual se cuantificó el porcentaje de sapogeninas esteroidales en los frutos, semillas y corteza de *Sapindus saponaria* proveniente de la Antigua Guatemala. Los resultados mostraron que las semillas poseen el mayor contenido de sapogeninas esteroidales (2.81%), seguidas por los frutos (1.17%) y la corteza (0.04%) (12.19). Para la cuantificación de sapogeninas se utilizó el método espectrofotométrico descrito por Baccou JC. et al (12.12). Este método es específico para la determinación de sapogeninas

esteroidales totales. Se basa en reacciones de coloración con anisaldehído, ácido sulfúrico y acetato de etilo, y se aplica a microgramos de la sustancia a investigar (12.14). Mediante este método se hace una determinación directa de las sapogeninas en solución, y prácticamente no interfiere la presencia de azúcares esteroides, ácidos grasos y aceites vegetales. Las sapogeninas poseen el mismo comportamiento colorimétrico cuando se encuentran en estado libre, unidas a azúcares o esterificadas con ácido acético mono o polihidroxilado. El método es preciso (error relativo de 1.4%), rápido, fácilmente automatizable, y da origen a un cromóforo, con un pico único a 430 nm. para todas las sapogeninas esteroidales(12.14).

La técnica es mucho más eficiente que otros métodos espectrofotométricos, especialmente con respecto a la posibilidad de determinar todas las sapogeninas esteroidales, independientemente de sus particularidades estructurales, tales como insaturaciones, presencia de un grupo cetona o de grupos hidroxilo adicionales y diferentes conformaciones *alfa/beta* así como número de carbonos (12.14, 12.15). Es posible también combinar este método con técnicas cromatográficas, como la cromatografía en capa fina o en columna, para identificar las diferentes sapogeninas, luego de que éstas han sido separadas.

4. JUSTIFICACION

En la búsqueda de nuevas alternativas para la obtención de materia prima para la producción de medicamentos, las plantas constituyen un recurso ilimitado, el cual hasta hoy no ha sido suficientemente explotado y que a su vez puede constituir un valioso recurso, no sólo para mejorar la salud de la población, sino también para contribuir a elevar el nivel socioeconómico de Guatemala.

Sapindus saponaria es una planta nativa, ampliamente distribuída en el país. Actualmente es utilizada como ornamento, y en algunas regiones del área rural se usan los frutos para el lavado de ropa y otros utensilios, gracias a su alto contenido de saponinas (12.10).

La literatura disponible actualmente no proporciona información del contenido de saponinas esteroideas totales, en ejemplares de *Sapindus saponaria* recolectados en Guatemala. Por lo tanto es importante, además de valiosa, la determinación de dicho contenido, lo cual permitirá evaluar la posibilidad de que en un futuro esta planta sea utilizada como materia prima para la síntesis de compuestos esteroideas a nivel industrial.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL:

- ❖ Proporcionar un documento con fundamentación científica y de utilidad para la investigación fitoquímica y farmacéutica de Guatemala.

5.2 OBJETIVO ESPECIFICO:

- ❖ Determinar el contenido de saponinas esteroidales en frutos de *Sapindus saponaria*, provenientes de cuatro departamentos de Guatemala, con el propósito de establecer su contenido y si este varía significativamente de acuerdo al sitio de procedencia.

6. HIPOTESIS

Por lo menos una de las muestras de frutos de *Sapindus saponaria* colectados en Guatemala contiene más de 0.1% de sapogeninas esteroidales totales, en base seca.

7. MATERIALES Y METODOS

7.1 UNIVERSO DE TRABAJO

Frutos desecados de *Sapindus saponaria*, recolectados en los departamentos de Huehuetenango, Baja Verapaz, Suchitepéquez y Santa Rosa; durante los meses de febrero, marzo y abril.

7.2 MEDIOS

7.2.1 RECURSOS HUMANOS

Autora: Br. Maritza Nineth Quevedo Campos.

Asesora: Licda. Beatriz Medinilla, Departamento de Farmacognosia y Fitoquímica.

Diseño de investigación: Lic. Jorge Luis de León, Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB).

Revisor: Lic. Luis Fernando Girón, Departamento de Análisis Aplicado .

Colaborador: Ing. Agrónomo Juan José Castillo.

7.2.2 RECURSOS MATERIALES

7.2.2.1 LABORATORIO

- ❖ Laboratorio del Departamento de Análisis Aplicado de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

7.2.2.2 MATERIALES, EQUIPO Y REACTIVOS

- ❖ Cristalería de laboratorio: beakers, probetas, pipetas, erlenmeyer, varilla de vidrio.

- ❖ Espectrofotómetro (Spectronic 601 UV-VIS).
- ❖ Estufas eléctricas.
- ❖ Balanza analítica.
- ❖ Campana de extracción de gases.
- ❖ Horno para desecación de la muestra. (Marca Lindberg blue. Modelo A478).
- ❖ Molino para pulverizar la muestra. (Marca Wiley. Modelo No. 3).
- ❖ Estándar de diosgenina.
- ❖ Acetato de etilo.
- ❖ Acido sulfúrico concentrado.
- ❖ Anisaldehído.
- ❖ Alcohol etílico de 95° .

7.3 PROCEDIMIENTO

7.3.1 Recolección de los frutos de *Sapindus saponaria*, en los departamentos de Huehuetenango, Baja Verapaz, Sacatepéquez y Santa Rosa. (Anexo No. 13.1).

7.3.2 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 Desecación de los frutos a temperatura comprendida entre 40° y 45° C.

7.3.4 Molienda de los frutos desecados.

7.4 ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICO

7.4.1 Preparación del extracto:

Pesar exactamente 0.25 gramos de material molido, luego agregar 50ml de etanol de 95°, agitar, calentar durante 20 minutos en baño María a 60° C y filtrar.

7.4.2 Transferir una alícuota de 4 ml del filtrado a un beaker de 50 ml y evaporar a sequedad , en baño de María.

7.4.3 Enfriar a temperatura ambiente y añadir:

2 ml de acetato de etilo

1 ml de reactivo A (0.5 ml anisaldehído y 99.5 ml de acetato de etilo) .

1 ml de reactivo B (ácido sulfúrico al 50% en acetato de etilo).

7.4.4 Agitar y calentar a 60° C en baño de María, durante 20 minutos.

7.4.5 Enfriar por 10 minutos.

7.4.6 Medir la absorbancia a 430 nm, utilizando blanco y curva estándar de diosgenina.

Reactivo A: 0.5 ml anisaldehído + 99.5 ml de acetato de etilo

Reactivo B: ácido sulfúrico al 50% en acetato de etilo.

Blanco: Se prepara con 2 ml de acetato de etilo, 1 ml del reactivo A y 1ml del reactivo B. El blanco se somete al mismo tratamiento de las muestras.

7.4.7 Paralelamente al tratamiento de las muestras, se hace una curva de calibración, para lo cual se prepara una solución stock de

diosgenina a una concentración de 10 microgramos por mililitro en etanol de 95°. A partir de esta solución, se preparan los siguientes estándares:

- ❖ Estandar 1 (2 microgramos/ml) : 5 ml de Stock, aforar a 25 ml.
- ❖ Estandar 2 (4 microgramos/ml): 10 ml de Stock, aforar a 25 ml.
- ❖ Estandar 3 (6 microgramos/ml): 15 ml de Stock, aforar a 25 ml.
- ❖ Estandar 4 (8 microgramos/ml): 20 ml de Stock, aforar a 25 ml.

7.5 DISEÑO DE INVESTIGACION

7.5.1 Diseño de muestreo:

Las muestras de los frutos de *Sapindus saponaria*, fueron colectadas por conveniencia (una muestra por departamento), en los departamentos de Huehuetenango, Sacatepéquez, Santa Rosa y Baja Verapaz (Anexo No.13.1) durante los meses de septiembre a noviembre, época de cosecha de esta planta.

Cada muestra obtenida de la forma indicada anteriormente, fue sometida cinco veces al mismo tratamiento y análisis espectrofotométrico correspondiente (12.14), determinando cada vez la concentración de sapogeninas en cada una éstas y determinando si existe diferencia significativa en cuanto al contenido de sapogeninas entre las cuatro muestras analizadas.

7.5.2 Análisis de resultados:

A partir de los resultados obtenidos, se calculó la media aritmética y desviación estándar; para luego realizar un análisis de varianza, con el fin de establecer si existe diferencia estadísticamente significativa de concentración de sapogeninas esteroidales entre las muestras analizadas.

8. RESULTADOS

La tabla 1 (pág 36) y gráfica 1 (pág 37) muestran el porcentaje promedio total de sapogeninas esteroidales contenidas en cada muestra analizada. Puede observarse que en todos los casos se obtuvo un rendimiento mayor de 0.1%, considerado como mínimo. Así se tiene que los frutos provenientes de Huehuetenango poseen la mayor concentración de estos compuestos: 3.66% ($S=0.15$), seguida por la de Baja Verapaz, con un porcentaje de 3.50% ($S=0.18$), la de Sacatepéquez, 2.40% ($S=0.23$) y en último lugar la muestra de Santa Rosa, 1.62% ($S=0.53$). Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza de una vía (anexo 6) para evaluar las diferencias existentes entre las concentraciones de sapogeninas esteroidales obtenidas. El resultado de este análisis permitió establecer que la diferencia en cuanto al contenido de sapogeninas entre las muestras analizadas, sí es estadísticamente significativa, ya que el valor de F calculado (80.63) es mayor que el de F tabulada (3.49), con un nivel de confianza de 0.05.

9. DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos, todas las muestras de frutos de *Sapindus saponaria* utilizadas en este estudio contienen sapogeninas esteroidales en cantidad superior al 0.1% , porcentaje mínimo teóricamente establecido para que una especie vegetal pueda considerarse útil como fuente de materia prima para la síntesis de hormonas sexuales y otros productos farmacéuticos.

De las cuatro muestras evaluadas, la procedente de Huehuetenango es la que contiene mayor cantidad de sapogeninas esteroidales, con un porcentaje promedio de 3.66 %, seguida por la muestra de Baja Verapaz 3.50%, Sacatepéquez 2.40% y Santa Rosa 1.62% . Mediante análisis de varianza de una vía pudo establecerse que existe diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de rendimiento obtenidos en cada muestra. Es decir, que el lugar de procedencia podría ser una variable sumamente importante para posteriores trabajos en los cuales se pretenda utilizar *Sapindus saponaria* como fuente de sapogeninas esteroidales. En ese caso, sería preferible coleccionar en Huehuetenango.

Los resultados encontrados son bastante lógicos, si se toma en cuenta que el clima, tipo de suelo, latitud y altitud del sitio de recolección, son factores determinantes en la síntesis de metabolitos secundarios en las plantas (anexo 13.4). Y de acuerdo a éstos, el clima frío parece favorecer

la concentración de sapogeninas, así también la concentración de estas sustancias aumenta en relación directa a la altitud y latitud del lugar de recolección. Sin embargo, no debe olvidarse que también el estado de maduración de los frutos puede afectar significativamente los resultados. Al respecto es importante mencionar que a pesar de que en el presente estudio se colectó en todos los casos frutos maduros, los procedentes de Baja Verapaz y Huehuetenango estaban mucho menos maduros, ya que por limitaciones de tiempo principalmente, no fue posible esperar a adquirir muestras con el mismo estado de maduración al de las procedentes de Sacatepéquez y Santa Rosa. Asimismo, la época de colecta puede afectar el contenido de metabolitos secundarios en una planta. En esta investigación se colectaron las muestras durante los meses de marzo a mayo. Es por ello que los rendimientos obtenidos podrían variar significativamente si se analizan frutos de jaboncillo colectados en época distinta. Considerando lo anterior se decidió analizar de nuevo los frutos de la planta procedente de la Antigua Guatemala, a pesar de que Porres ya había publicado con anterioridad que los frutos colectados en esa localidad contienen 1.17% de sapogeninas esteroidales (12.19). Por lo tanto, es lógico que el porcentaje obtenido en el presente estudio (2.40%) haya resultado no solamente distinto, sino que además mayor que el anteriormente publicado. Tomando en cuenta que la muestra analizada por Porres fue colectada en el mes de agosto y que el estado de maduración podría no ser exactamente el mismo.

10. CONCLUSIONES

- 10.1 Las muestras de frutos de *Sapindus saponaria* procedentes de Santa Rosa, Sacatepéquez, Huehuetenango y Baja Verapaz, poseen sapogeninas esteroidales en proporción mayor a 0.1%.
- 10.2 El contenido de sapogeninas esteroidales presentes en todas las muestras analizadas, confirma que los frutos de *Sapindus saponaria*, constituyen una fuente potencial de materia prima para la producción de hormonas sexuales y corticosteroides a escala industrial.
- 10.3 Existe diferencia estadísticamente significativa en el contenido de sapogeninas esteroidales, entre las cuatro muestras analizadas.
- 10.4 La concentración de sapogeninas en *Sapindus saponaria*, varía de acuerdo al lugar donde se desarrolla la planta. Así pues los frutos procedentes de Huehuetenango poseen mayor cantidad (3.66%), seguidos por los de Baja Verapaz (3.5%), Santa Rosa (2.4%) y Sacatepéquez (1.62%).

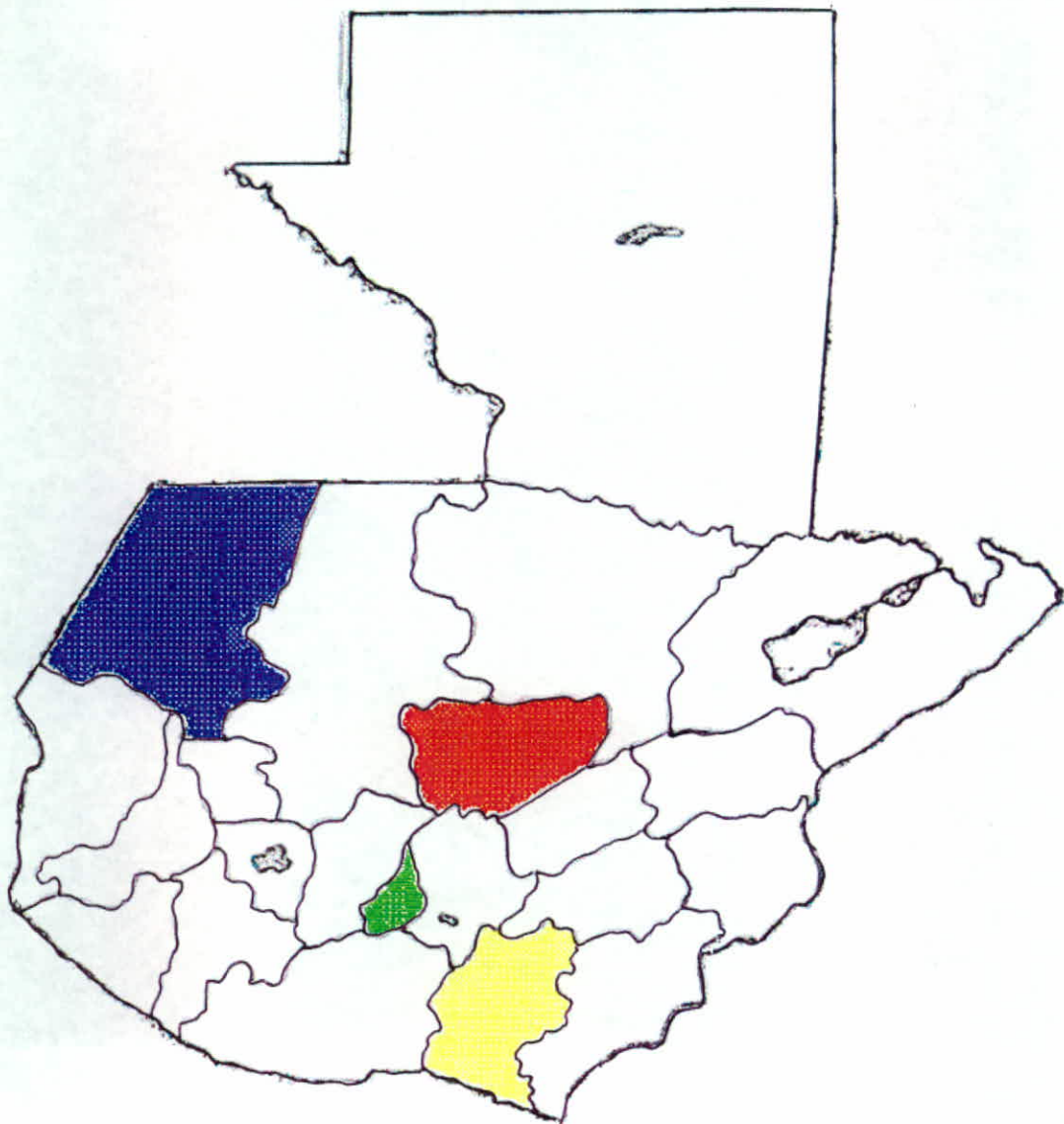
11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Dada la diferencia estadísticamente significativa encontrada entre los porcentajes de sapogeninas correspondientes a cada muestra, es importante determinar la influencia del estado de maduración del fruto de *Sapindus saponaria* en la concentración de sapogeninas esteroidales. Es por ello que se recomienda cuantificar estos compuestos en una muestra procedente de una sola región, pero a lo largo del año.
- 11.2 En Guatemala hasta hoy se han realizado ya varios estudios en relación a las sapogeninas esteroidales (12.12, 12.13, 12.16) sin embargo, sería interesante investigar, también el contenido de sapogeninas no esteroidales, las cuales son más abundantes que las esteroidales. Esto con el propósito de encontrar fuentes potenciales de materia prima, para la producción de productos de limpieza biodegradables y contribuir así a disminuir la contaminación ambiental (12.17).

- 12.10 Morton J. ATLAS OF MEDICINAL PLANTS OF MIDDLE AMERICA BAHAMAS TO YUCATAN. Charles C. Thomas. Springfield, Illinois. 1981 (pp. 490-492).
- 12.11 Lemus, T.A. Méndes, M. Sousa and R. Braz. NEW SAPONIN FROM *Sapindus saponaria*. FITOTERAPIA. 1990, Vol. LXIII, (pp. 515-17).
- 12.12 Oliva, P. Cuantificación de sapogeninas esteroideas en hojas, raíz y tallo de *Cestrum Nocturnum*. Tesis de graduación (Químico Farmacéutico). Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guate. 1997 (pp. 7,8 y 10).
- 12.13 Temaj, S. CUANTIFICACION DE SAPOGENINAS ESTEROIDALES EN HOJAS Y RIZOMAS DE *Smilax lundellii*. Tesis de graduación (Químico Farmacéutico). Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guate. 1995, (pp. 25-27).
- 12.14 Baccou, J. Lambert, F. And Sauvaire J. SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF TOTAL STEROIDAL SAPOGENIN. Analyst. 1977, vol. 102: 458-465.
- 12.15 Hai, S. COLOR REACTION OF SOME SAPOGENINS WITH VAINILLIN AND SULFURIC ACID. 1976. Chem. Abs. vol. 84: 366.

- 12.16 Standley, P. & Steyermark J.; "Flora de Guatemala". Fieldiana: Botany. Vol 24, Part VI. Published by Chicago Natural History Museum. December 27, 1849.
- 12.17 Chinchilla, C. Determinación de Sapogeninas esteroidales en hojas de *Cestrum Nocturnum*. Tesis de graduación (Químico Farmacéutico). Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala, 1997.
- 12.18 García, H. Flora Medicinal de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá Colombia. Volumen II. Impreso en Colombia. 1975, pp 151-152.
- 12.19 Porres, V. Cuantificación de sapogeninas esteroidales en frutos, semillas y corteza de *Sapindus saponaria* (Jaboncillo) 1999 (31 P).

13. ANEXOS



MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

-  Huehuetenango
-  Baja Verapaz
-  Santa Rosa
-  Sacatepequez

13. ANEXO No.2

JABONCILLO

(*Sapindus saponaria*)

FAMILIA:	Sapindaceae
GENERO:	Sapindus
ESPECIE:	Saponaria
NOMBRE COMUN:	Jaboncillo

L. SPPL 3671753

S. *inaequalis* D.C./Prodr. 1:608. 1824 Jaboncillo; Guinil; Huinil; Jaboncillal (Huehuetenango).

Conocida en Honduras Británica como “árbol de jabón” “árbol de semillas de jabón” y “jabón-che” (una combinación de español y maya) llamada “pacún” en Salvador y “pacón” en Honduras.

El nombre maya en Yucatán está reportado como “Zubul”. Los frutos son así llamados por contener alrededor de 37% de saponinas, cuando son maceradas en agua dan espuma, y en Guatemala y otras partes de América Central son usadas como jabón para lavar ropa. Grandes

cantidades de ellas son vendidas en los mercados de Guatemala. Las semillas maduras son utilizadas para hacer rosarios, collares y los niños las usan a menudo como canicas en sus juegos. El fruto es empleado en Mexico como carnada para peces. Aunque está ampliamente dispersada en Centroamérica, el árbol de *Sapindus Saponaria*, parece estar siendo esparcido por el hombre. Los árboles son encontrados mayormente en fincas o caceríos y es difícil indicar de donde es nativa. El jaboncillo corresponde a matorrales húmedos o secos, frecuentemente plantados a 1,800 mts SNM en Petén, Alta Verapaz, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Quiché, Huehuetenango, Retalhuleu, Quetzaltenango, San Marcos, México, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Sur América y varias partes del mundo probablemente.

Arbol a menudo de 9 a 15 mts de altura o probablemente mayor, copa ligera con fisuras y escamas, cima usualmente ancha y densa. El tronco frecuentemente con 50 cm de diámetro o más. Follaje de 6 a 12 cm, con ápice lanceolado a oblongo de 5 a 18 cm de largo, obtuso a acuminado. Obtuso en la base, asimétrico, entero en el raquis, frecuentemente angosto. Flores blancas o blanquecinas de 4 mm , más largas que anchas. pétalos de 3 mm, fruto usualmente coco, algunas veces con 2 a 3 cocos globosos y sin pelo con 1 a 2 cm de diámetro. Semillas muy carnosas, pálidas, globosas con casi 1 cm de diámetro (12.16).

Componentes:

Los frutos maduros contienen en el exocarpo gran cantidad de saponinas (37% de $C_{27}H_{46}O_{10}$) llamada saponina, que es un glicósido tóxico. De las semillas se extrae un aceite graso comestible.

Usos y propiedades:

La raíz y la corteza de este árbol, se aplica en medicina popular como tónico, sus frutos para afecciones blenorragicas.

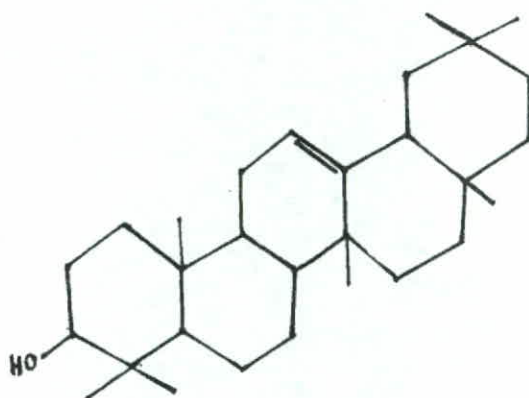
La tintura alcohólica de los frutos se realiza contra la clerosis. La infusión de hojas, sirve para curar las mordeduras de serpientes y picaduras de rayas.

El uso principal que se le da, es el de lavar sedas y telas de lana. Los frutos se maceran en agua fría y se baten bien, se hace el agua espumosa como el jabón. Es pues un sucedaneo del jabón. Las semillas que son duras y de color negro, se emplean para fabricar rosarios.

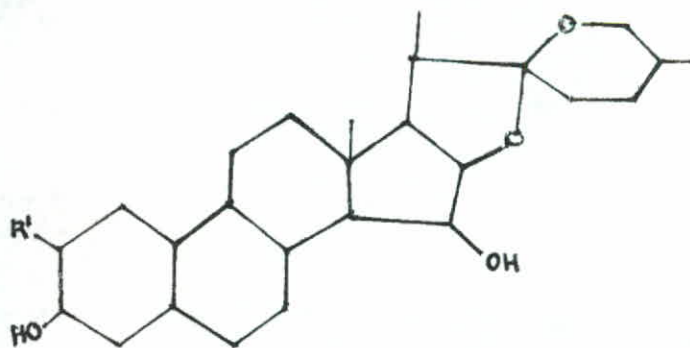
También se podría utilizar en lociones de Shampoo para el cabello y para extinguidores de incendios (12.18)

13. ANEXO No.3

Estructura general de las Sapogeninas triterpénicas (12.4)



Estructura general de las Saponinas esteroidales (12.4)



13. ANEXO No.4

<i>DEPARTAMENTO</i>	<i>ALTITUD</i>	<i>LATITUD</i>
HUEHUETENANGO	1902 m SNM	15° 19' 18"
SACATEPEQUEZ	1530 m SNM	14° 33' 30"
BAJA VERAPAZ	940 m SNM	15° 06' 12"
SANTA ROSA	893 m SNM	14° 16' 42"

* SNM= Sobre el nivel del mar

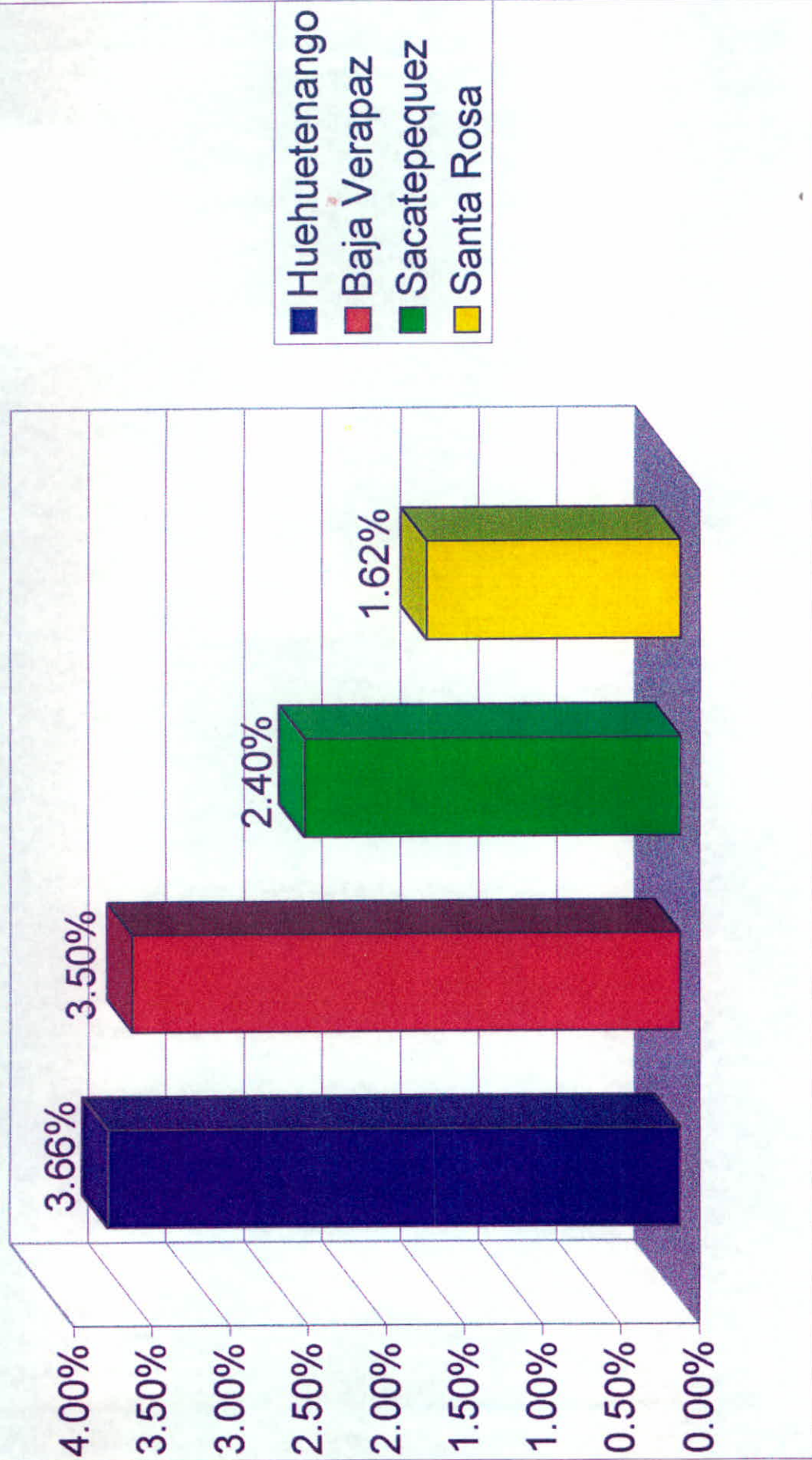
13. ANEXO No. 5

Contenido de sapogeninas esteroideas en frutos de *Sapindus saponaria* provenientes de Huehuetenango, Baja Verapaz, Sacatepéquez y Santa Rosa

TABLA No 1
PORCENTAJE TOTAL

<i>LUGAR DE COLECTA</i>	<i>PROMEDIO DE SAPOGENINAS +-- Desv. estandar</i>
HUEHUETENANGO	3.66% + -- 0.15
BAJA VERAPAZ	3.50% + -- 0.18
SACATEPEQUEZ	2.40% + -- 0.23
SANTA ROSA	1.62% + -- 0.53

Porcentaje Total De Saponinas Esteroidales



13. ANEXO No. 6

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

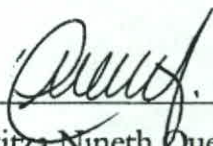
Fuente	SC	gl	Ms	F	Prob > F
Entre grupos	7.46309909	3	2.4876997	80.63	0.00000
Dentro de grupos	0.37022628	12	0.0308521		

Sc= Suma de cuadrados

Gl= grados de libertad

Ms= media cuadrática

Ftabulada= 3.49



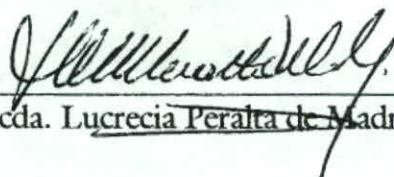
Maritza Nineth Quevedo Campos

Autora



Licda. Beatriz Eugenia Medinilla Aldana

Asesora



Licda. Lucrecia Peralta de Madriz

Directora



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta

Decana