

DIFUSION CIENTIFICA

Esteroides, aceite comestible y productos farmacéuticos obtenidos de palma china o yucca filifera.*

Alfonso Romo de Vivar
Instituto de Química, U.N.A.M. México 20, D.F.

Los esteroides son un grupo de sustancias indispensables para el buen funcionamiento del organismo humano y de animales superiores; los insectos también necesitan de esteroides para su metamorfosis normal, si el medio en que se desarrollan no contiene esteroides, morirían sin llegar a ser adultos.

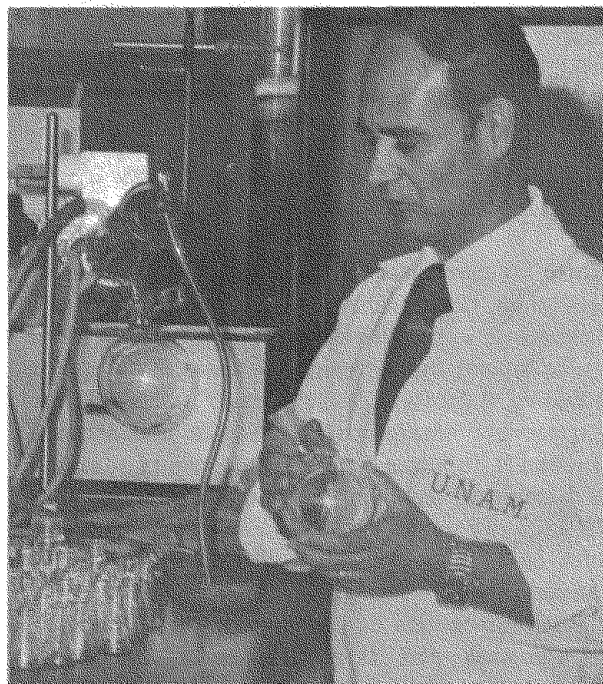
Es un esteroide la hormona masculina, responsable de que el hombre tenga barba; la misma sustancia hace que el gallo tenga cresta y espolones.

Otro esteroide es la hormona femenina, la que mantiene a la mujer lampiña y con formas poco angulosas.

Otro tipo de esteroides son los ácidos biliares, cuyas sales de sodio se comportan como jabones y sirven para emulsionar las grasas que ingerimos, facilitando su asimilación. Existen muchos otros esteroides con funciones importantísimas para el organismo; entre ellos tenemos la vitamina D o "antiraquítica", las sustancias anticonceptivas y las cardiotónicas. Todas ellas se pueden elaborar a partir de saponinas producidas por plantas, como lo demostró Rusell Marker, que en 1940, preparó progesterona, la hormona del embarazo, a partir de sarsapogenina.¹

Más tarde, al hacer estudios en diosgenina aislada de la raíz de una *Dioscorea* japonesa,² encontró que esta sustancia era muy apropiada para preparar progesterona, sin embargo, como la materia prima japonesa era escasa, Marker se trasladó a México en busca de una mejor fuente de esteroides. Después de trabajar más de 40,000 kilogramos de plantas, pertenecientes a 400 diferentes especies, encontró una planta rica en diosgenina, la *Dioscorea* conocida como barbasco. Esta materia prima se encontraba en gran abundancia en las enormes selvas tropicales que en ese tiempo existían en México. Su explotación colocó a nuestro país como primer productor mundial de esteroides, con más del 60% de la diosgenina que se consume en el mundo.

Desgraciadamente la explotación de una planta silvestre siempre lleva el riesgo de la extinción y el barbas-



Dr. Romo de Vivar, Investigador del Instituto de Química

co no puede ser una excepción, por lo que es cada día más escaso en nuestras selvas húmedas.

Hay que hacer notar que nuestras selvas ya no son lo extensas que eran, pues son taladas constantemente y lo que es peor, cada año son quemadas miles de hectáreas, consumiéndose sin provecho la madera y numerosos productos vegetales como el barbasco.

Ahora bien, debido a las causas enumeradas, es evidente que la capacidad de México como productor de esteroides disminuye, en cambio, como la investigación no se detiene, en otras partes se van encontrando nuevas materias primas que compiten con el barbasco.

En 1968 el consumo de materias primas esteroides fue de 1.000,000 de kilogramos,² de los cuales los de →

DIFUSION CIENTIFICA

origen vegetal constituyeron el 86^oo, los de origen animal, como colesterol, el 6^oo y los que tenían como origen síntesis total, ya llegaban al 8^oo.

Entre las materias primas de origen vegetal, sigue siendo la diosgenina de barbasco mexicano, la más abundante aunque se produce también en Centroamérica, India y China.

Entre los competidores de origen vegetal que están adquiriendo cada día más importancia, están el estigmasterol, que se obtiene en Estados Unidos de frijol soya y la hecogenina de sisal africano.

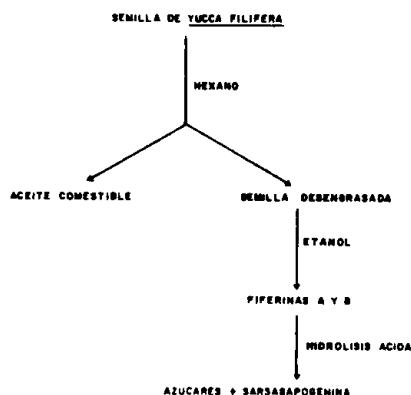
Se están haciendo estudios en busca de otras plantas productoras de diosgenina u otros precursores de esteroides útiles, entre ellos se cuenta la Trigonella, una legumbre que se cultiva en varias partes del mundo, el Balanites de Egipto,³ que tiene 1^oo de diosgenina y varias especies de *Solanum* que contienen en sus frutos maduros hasta 3^oo de alcaloides esteroidales.

INVESTIGACIONES DE NUEVAS MATERIAS PRIMAS EN MEXICO (*Y. filifera*)

Entre las numerosas plantas mexicanas productoras de esteroides, no se había encontrado ninguna que pudiera competir con el barbasco hasta que en 1970, como parte de los estudios de plantas de zonas áridas, que se efectúan en el Instituto de Química de la U.N.A.M. encontramos una elevada concentración de sarsasapogenina en semilla de *Yucca filifera*,^{4,5} una planta que crece abundantemente cubriendo grandes extensiones de suelo árido del noreste de México, especialmente de los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León y Zacatecas.

La sarsasapogenina es una materia prima esteroide muy apropiada para la preparación de sustancias tan importantes como hormonas sexuales, corticoides, agentes anabólicos y anticonceptivos, etc.

La separación de los componentes de la semilla se puede lograr en forma sencilla como se ilustra en el esquema 1.

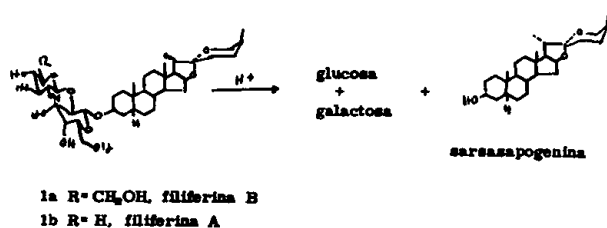


La semilla molida, proporciona por extracción con hexano un aceite, cuyos componentes, entre los que predomina el ácido linoléico, le confieren características de tipo comestible.

Cuando las semillas desengrasadas son extraídas con alcohol, cristaliza un sólido blanco de elevado punto de fusión, constituido por una mezcla de saponinas, es decir sustancias con propiedades semejantes a las del jabón.

De la mezcla de saponinas logramos separar las dos que se encuentran en mayor proporción, las que denominamos filiferinas A y B.

Las estructuras de las filiferinas fueron determinadas en un trabajo conjunto entre el Instituto de Química y la Universidad de Alberta, Canadá,⁶ y son la Ia y Ib respectivamente.



Esquema 2

Cuando las filiferinas se hidrolizan en medio ácido proporcionan sarsasapogenina y una mezcla de azúcares que se eliminan.

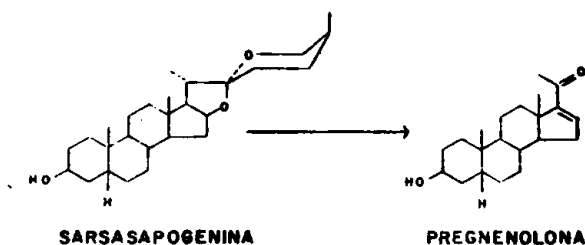
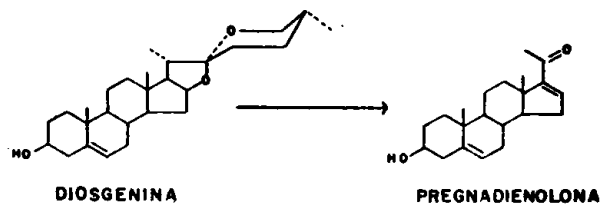
La sarsasapogenina, una vez liberada de sus azúcares se sometió a un proceso de degradación. Se ensayaron varios procedimientos de calentamiento en presencia de ácidos de Lewis y variaciones a la degradación de Marker. Los mejores resultados se obtuvieron al utilizar las condiciones usadas por Wall y Serota,⁷ convenientemente modificadas.

Usando estas condiciones se pone de manifiesto la mayor velocidad de degradación de la sarsasapogenina con respecto a otras sapogeninas (tabla 1) sobre todo con respecto a las que pertenecen, como la diosgenina a la serie iso ó R.

serie normal (25 β), S	Serie iso (25 α), R	
sarsasapogenina	2 h esmilagenina	6 h
neotigogenina	5 h tigogenina	21 h
yamogenina	7 h diosgenina	22 h

La degradación de sapogeninas (esquema 2) conduce a derivados del pregnano, que son la clave para elaborar

una serie interminable de sustancias de gran importancia en la industria farmacéutica.



VENTAJAS DE LA EXPLOTACION DE LA SEMILLA DE *Y. Filifera* O PALMA CHINA

Entre las numerosas ventajas que tiene este proyecto si lo comparamos con la explotación de otros vegetales, podemos enumerar:

1. El rendimiento de saponina es alto, alrededor de 8^o/o es decir, un rendimiento de saponina superior al del barbasco.
2. Tiene subproductos valiosos como 22^o/o de aceite de tipo comestible y pulpa comestible rica en azúcares.
3. La materia prima es un fruto, por lo que no existe amenaza contra la especie, que de cualquier manera fructifica cada año.
4. El método de extracción es sencillo y se obtienen productos de alta pureza.
5. El transporte de la semilla es fácil.
6. Se produce en una región pobre, por lo que la explotación será un beneficio notable para la gente que vive en esta enorme región, en donde su cultivo evitará el avance de la desertificación, que amenaza extenderse cada día más.

Teniendo tantas ventajas la explotación de esta semilla, es evidente que necesita apoyo fuerte e inmediato para su industrialización y su transformación en productos elaborados que salgan a competir al mercado internacional, antes de que sea tarde, pues como se sabe, la investigación es cada día más eficiente y lo que antes eran materias primas que no se consideraban apropiadas para la elaboración de esteroides, ahora ya son un serio competidor de la diosgenina, como lo es el estig-

masterol de soya, cuyo uso en la fabricación de los esteroides en los Estados Unidos, pasó de 150 toneladas en 1968 a 280 en 1973, mientras que el empleo de diosgenina mexicana, casi no aumentó en el mismo período y quedó alrededor de 500 toneladas.

RESUMEN DE LO REALIZADO

Agradezco al Dr. Jesús Romo Armería, quien fuera Director del Instituto de Química y en vida un gran investigador, así como a numerosas personas, tanto del CONACYT, como de CONAZA, el interés y apoyo prestados gracias a lo cual se ha logrado:

- a) Un método eficiente de aislamiento de aceite y sarsasapogenina, que actualmente se prueba en la planta piloto de CONAZA.
- b) Un método eficiente de obtención de pregnenolona, ya probado en la planta piloto de CONAZA.
- c) Preparación de anticonceptivos en el laboratorio.
- d) Preparación de compuesto "S" de Reichstein en el laboratorio. Este esteroide es el precursor de corticoides tales como cortisona e hidrocortisona, tan útiles contra numerosos males.
- e) Un logro muy importante ha sido preparar personal capacitado que actualmente labora en la planta piloto de CONAZA
- f) Motivar la investigación en esteroides de origen vegetal; pues a consecuencia de nuestros trabajos se han emprendido estudios fitoquímicos y de otra índole en *Yucca filifera* en numerosas Universidades y otras Instituciones de la provincia y de la capital.

BIBLIOGRAFIA

1. Marker R.E. and Rohrman E., J. AM. CHEM. SOC. 62, 518 (1940).
2. R.E. Marker, T. Tsukamoto and D.L. Turner; J. AM. CHEM. SOC. 62, 2525 (1940).
3. Hardman R., PHYTOCHEM. 8, 1319 (1969).
4. Hardman R. and Sofowora E.A., ECON. BOT. 26, 169 (1972).
5. Romo de Vivar A., Arreguín B., Camacho R., Guerrero C., Ortega A. y Castillo M. J., REV. LATINOAMER. QUIM. 5, 240 (1974).
6. Romo de Vivar Alfonso, NATURALEZA 5,2 (1974).
7. Lemleux R. V., Ratchiffe M., Arreguín B., Romo de Vivar A. and Castillo M. J. CARBOHYDRATES RESERARCH 55, 113 (1977).
8. Wall M. E. and Serota S. U. S. patent 2.870,143. Jan. 20, 1959. ●