

Separata

REVISTA DE LA
ACADEMIA COLOMBIANA
de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

TARIFA POSTAL REDUCIDA – Licencia 184 de la Administración Postal Nacional.

VOLUMEN XVI

NOVIEMBRE DE 1986
BOGOTÁ, D.E., COLOMBIA

NUMERO 61

**ESTA OBRA HA SIDO EDITADA
CON EL APOYO FINANCIERO DE LA
FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR**



La Fundación para la Educación Superior (FES) es una institución sin ánimo de lucro fundada en 1964 y manejada por el sector privado. Tiene como objetivo general propiciar el desarrollo social del país, preferencialmente dando su apoyo a la educación, la ciencia y la cultura. La acción social de la Fundación debe expresarse en el apoyo de actividades y programas de carácter educacional, científico y cultural que contribuyan a mejorar las oportunidades de desarrollo social de toda la población.

LA BOTANICA ECONOMICA: UN PUNTO DE VISTA

Por Arturo Gómez-Pompa^{1,2}

En 1975 tuve la oportunidad única de planear, iniciar y dirigir una nueva institución en México para el estudio de los recursos naturales renovables del país: el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Esta coyuntura me permitió diseñar desde un principio los programas y proyectos de investigación así como la filosofía de la misma. De hecho me permitió experimentar sobre la investigación misma y cuestionar los enfoques que prevalecían en México (Gómez-Pompa y Giddings, 1986).

Mi primera decisión fue la de crear programas de investigación en botánica económica y en etnobotánica, ya que son los campos claramente identificados como directamente relacionados con los estudios de los recursos vegetales actuales y potenciales. Después de discutir esta posibilidad con varios colegas y colaboradores decidí no hacerlo.

Cuando Enrique Forero me invitó a presentar mis puntos de vista sobre el futuro de la botánica económica en la América Latina, además de agradecerlo, me permitió recordar las sesiones de meditación y discusión al inicio de los trabajos del INIREB. El objetivo de mi presentación será precisamente ese: compartir con Uds. mis dudas e ideas sobre este importantísimo campo de la botánica moderna.

La botánica económica es una importante especialidad de la botánica, que difícilmente puede definirse, ya que se ocupa de todos aquellos aspectos

relacionados con la búsqueda y desarrollo de nuevas especies y productos vegetales de interés económico. Esto significa que investigaciones de todo tipo: morfológicas, taxonómicas, agronómicas, químicas, citológicas, antropológicas, etc., son investigaciones de esta especialidad, con tal que se realicen sobre plantas de interés económico. De hecho estas investigaciones constituyen en realidad la aplicación de la botánica. Si ojeamos algunos números de la revista *Economic Botany* nos daremos cuenta de la enorme diversidad de tipos de investigaciones que se incluyen en esta área de la botánica.

Con el concepto no tuvimos problemas, ya que nuestro objetivo institucional era el estudio de los recursos bióticos, o sea el estudio de plantas y animales de interés para la sociedad. El problema era la falta de un cuerpo teórico propio y por ende de una estructura metodológica de esta especialidad.

Si yo quiero establecer un programa en botánica económica, ¿por dónde empiezo? ¿Por la taxonomía de las plantas? ¿o por la genética, la fitoquímica o la ecología? ¿Cómo puedo hacer una taxonomía de un grupo de plantas de interés económico sin involucrar aquellas que no lo tienen? ¿Con cuáles taxa deberíamos empezar? ¿Qué investigaciones se deberían hacer?

Todas estas preguntas nos las hicimos y encontramos un universo tan amplio que nos hacía difícil tomar una decisión razonada. Esto es especialmente importante para países con pocos recursos humanos y económicos. Ya que el escoger una línea u otra significa comprometer por varios años a los pocos investigadores y a los pocos recursos disponibles. Por tal motivo decidimos tomar otra ruta en nuestra búsqueda de programas de investigación.

El siguiente problema con el que nos topamos fue el de crear un programa en etnobotánica. A

1 Dept. of Botany & Plant Sciences, University of California-Riverside, Riverside, California 92521, USA.

2 La participación del Dr. Arturo Gómez-Pompa en el IV Congreso Latinoamericano de Botánica fue financiada parcialmente por el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas, COLCIENCIAS.

diferencia del caso anterior, esta especialidad de la botánica sí tiene un marco teórico más o menos bien aceptado, quizá prestado de la antropología y la historia, pero que aglutina a la mayoría de sus investigadores. La etnobotánica concebida como el estudio de las sabidurías botánicas tradicionales concretiza su campo de acción y les da el marco teórico a sus seguidores (Barrera M. 1979).

Este marco teórico parte de la aceptación de que existe y existía en el pasado una ciencia empírica (ciencia "folk") que produjo conocimientos y avances espectaculares en el manejo de las plantas y la naturaleza (Gómez-Pompa et al. 1986). Estos conocimientos son el objeto central de estudio de la etnobotánica. Sus avances son aún modestos, ya que la mayoría de las investigaciones se han enfocado a recopilar los conocimientos mismos y no a la forma de transmitirlos y adquirirlos y tampoco al impacto sobre la sociedad y la naturaleza. Estamos por decirlo así en la etnobotánica alfa, lo cual no significa un menosprecio a estos trabajos, sino una aceptación del nivel de ignorancia en el que nos encontramos.

Otro problema con el que me he encontrado es el de poder separar la botánica económica de la etnobotánica. Para algunos la etnobotánica se le debe considerar como la botánica económica de los pueblos "primitivos" o "subdesarrollados". Para otros no hay diferencia entre las dos, ya que de hecho la etnobotánica estudia los conocimientos tradicionales de las plantas y estos en su mayoría se refieren a los usos de las plantas. En muchos sentidos la etnobotánica es, por decirlo así, la precursora de la botánica económica, o quizá la botánica económica "folk".

Si la botánica económica tiene como principal objetivo la búsqueda de nuevas especies, productos o usos de plantas que sean incorporadas a la economía mundial, entonces una de sus funciones es la legitimación a la luz de la ciencia moderna de las sabidurías tradicionales, o sea de la etnobotánica.

Es importante destacar el hecho de que la mayoría de los hallazgos de nuevos recursos vegetales es en realidad el descubrimiento de los usos tradicionales de las culturas antiguas. El descubrimiento científico de nuevas variedades o razas de maíz, frijol, arroz, ha sido un acontecimiento importante, pero no se le coloca en su debido lugar ya que estos taxa fueron creados y nombrados por culturas que nos precedieron (Hernández X., 1970). Los usos del hule, el chocolate y la quina no son nuevos, son muy antiguos y son fruto de la ciencia empírica basada en la observación y "experimentación" de nuestros antepasados.

El entender esto nos ha permitido ubicar con mayor claridad el tipo de investigaciones que podemos emprender en el futuro que puedan hacernos avanzar en el conocimiento de la naturaleza y al

mismo tiempo procurar que estos avances puedan ayudar a los grupos rurales marginados, que son los herederos de la ciencia tradicional y de los conocimientos que nos han permitido estar en donde estamos.

Todo esto está claro, sin embargo nuestro problema inicial sigue estando en pie. ¿En qué criterios debemos basarnos para establecer las prioridades en la investigación de los recursos vegetales?

La clave de todo esto la tenemos en la formulación clara de los problemas que deseamos resolver, toda nuestra capacidad debe enfocarse a esta etapa crucial de la investigación científica. A veces se nos olvida, y nos lanzamos a conseguir datos sin saber para qué los queremos. Este enfoque de los datos primero y el problema después, ha costado mucho tiempo malgastado y muchos recursos dilapidados.

Esto me lleva a un problema crucial en estos campos de la botánica aplicada. Nuestra investigación al ser aplicada deberá beneficiar a alguien. Este es un aspecto que también debe tomarse en consideración en la planeación de estas investigaciones. Es claro que nuestra función como científicos es contribuir al avance de la humanidad, sin embargo el tipo de investigación y el tipo de problema por resolver tendrán fuerte influencia en la aplicación de los resultados. Así, por ejemplo, un estudio farmacológico de infusiones medicinales de uso común en un medio rural dará información de gran importancia para el pueblo y para las autoridades sanitarias. Quizá puedan servir de base para estudios más profundos por alguna industria farmacéutica, sin embargo su objetivo no es ese. En cambio un estudio sobre nuevos aceites industriales evidentemente estará orientado hacia la industria aceitera nacional o internacional.

Ambos enfoques son válidos e importantes, sin embargo es necesario estar conscientes de esto, especialmente en los países en desarrollo, y lograr un equilibrio de los recursos que se dediquen a ambas orientaciones.

En el caso de INIREB las prioridades y selección de los programas y proyectos de investigación obedecieron a tratar de contestar algunas de las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los recursos vegetales del país?

¿Qué alternativas productivas tienen los campesinos de escasos recursos del trópico a la agricultura nómada o a la ganadería extensiva?

Dada la intensa deforestación del trópico húmedo mexicano, ¿qué alternativas de reforestación podríamos sugerir que permitieran una conservación de la diversidad biológica y recursos para el desarrollo?

¿Qué opciones de planificación territorial podemos desarrollar que tomen en cuenta los intereses de la nación y los intereses individuales y que permitan un uso conservacionista de los recursos naturales?

No voy a tratar en detalle las investigaciones que se han realizado en INIREB basadas en este enfoque, creo que viendo sus publicaciones Uds. podrán darse cuenta de lo realizado y también de lo mucho no realizado.

A continuación voy a dar algunos ejemplos de investigaciones exitosas en la botánica económica (en sentido amplio) de dos especies vegetales silvestres mexicanas que quizá sirvan para clarificar mis ideas: la *Dioscorea composita* y el *Brosimum alicastrum*.

LAS DIOSCOREAS MEXICANAS Y LA INDUSTRIA FARMACEUTICA

Yo creo que el descubrimiento de la diosgenina de los barbascos mexicanos (*Dioscorea composita* Hemsl., *Dioscorea floribunda* Mart & Gal. y *D. mexicana* Guill.) como materia prima para la elaboración de hormonas esteroideas es el más importante de la botánica económica de los tiempos modernos. El ejemplo es interesante ya que se trata de una serie de investigaciones que aparentemente están totalmente desconectadas de los usos tradicionales. Sin embargo, como veremos, esto no es del todo cierto. Una recopilación de las principales investigaciones que lograron este éxito podría ser útil para vislumbrar el futuro de otras investigaciones.

En 1894 el botánico japonés Makino describe una nueva especie de *Dioscorea* de Japón, la *D. tokoro*. Esta especie crece silvestre en abundancia en la vegetación secundaria al pie de las zonas montañosas de Japón (Ohwi, 1965). La medicina tradicional china además de saber que sus rizomas eran tóxicos para los peces, la usaba por sus propiedades diuréticas en el tratamiento del reumatismo y la artritis, y también conocía sus propiedades anticoagulantes (Duke & Ayensu, 1985; Perry, 1980).

En 1937 fitoquímicos japoneses describen una nueva sapogenina esterooidal, la diosgenina, de los rizomas de esa especie.

En 1940 el Profesor Roussel Marker, de la Universidad Estatal de Pennsylvania, escribe el primero de sus artículos clásicos sobre el tema en el que describe el proceso químico para transformar la diosgenina de la *D. tokoro* japonesa en las hormonas animales progesterona y testosterona. Este descubrimiento se convierte en uno de los más sensationales de la industria fitoquímica moderna y la base para una industria con valor de muchísimos millones de dólares. El descubrimiento del proceso para transformar una molécula de origen vegetal en

una molécula animal activa: las hormonas esteroideas y sus derivados, estaba hecho; el problema siguiente consistía en conseguir materia prima abundante para proceder a la escala industrial.

En 1942 el propio Marker se lanza a la búsqueda de especies silvestres de *Dioscorea* en México, ya que la literatura seguramente le indicó que en México existen más de 50 especies silvestres de este género. En Veracruz él encuentra la *Dioscorea mexicana*, una especie con un enorme rizoma epigeo al que le debe su nombre común de "cabeza de negro" que se usaba localmente como sustituto de jabón, por la espuma que producen sus sapogeninas, y también como veneno para peces, y posteriormente la *D. composita*, una especie secundaria muy abundante y con rizoma hipogeo, conocida también como "barbasco" (nombre vulgar genérico con el que se conoce a todas las plantas con propiedades tóxicas para los peces).

Al hacer el análisis químico, encontró porcentajes de diosgenina superiores a los de la *D. tokoro*; y con varias toneladas de los barbascos mexicanos fabrica tres kilos de progesterona (Witzmann, 1981).

Con las hormonas en la mano en 1943 se presenta a un laboratorio comercial en México (Laboratorios Hormona) dedicado a producir hormonas esteroideas extraídas de órganos de animales de los rastros, y le pregunta, ¿cuánto pagarían por un gramo de progesterona? y le contestaron que unos \$ 80.00-200.00 Dlls. el gramo. El sacó de su maleta un kilo de progesterona y se los ofreció a la venta. Los dueños no lo podían creer, ya que la producción mundial era de sólo unos cuantos kilos. El resto de esta historia es el nacimiento de los laboratorios Syntex con Marker como socio. Al poco tiempo Marker después de un disgusto con sus socios deja Syntex y desaparece de la vida académica e industrial en el campo de los esteroideos, pero quedó para siempre su contribución a la humanidad.

Todo este capítulo de la historia de los esteroideos mexicanos ha sido descrita en versiones distintas fascinantes por diversos autores (entre otros: Giral, 1957; Kreig, 1964; Gereffi, 1983).

Posterior a esta etapa crucial inicial, varias compañías se establecieron en México para usar la diosgenina de los barbascos mexicanos. La lucha por el control del mercado mundial, basada en una industria sostenida por una planta silvestre en un país en desarrollo es una de las clásicas en la historia reciente de la industria farmacéutica transnacional y es una historia que aún se está viviendo. En ella se encuentran todos los elementos imaginables usados en la conquista de los mercados en el mundo entero: competencia comercial y tecnológica, patentes, oligopolios, monopolios, corrupción, espionaje industrial, política internacional, luchas campesinas, nacionalizaciones, etc.

La industria esteroideal mexicana fue la base de una industria con valor de varios miles de millones de dólares de ventas que ha involucrado a prácticamente todos los grandes laboratorios farmacéuticos del mundo.

En el pleno desarrollo de la industria esteroideal en México en los años 50's y 60's, se inicia en el mundo una búsqueda de otras especies de *Dioscorea* o especies de otras familias que pudieran tener precursores esteroidales. Los resultados de estas exploraciones fueron también exitosos, unos fueron publicados en revistas científicas y muchos otros más quedaron inéditos en los archivos de las compañías de esteroides. Lo que sí se sabe es que se encontraron muchos compuestos esteroidales en distintas familias que podrían sustituir a la diosgenina de los barbasco mexicanos.

Otra acción emprendida fue la de tratar de domesticar las especies silvestres, ya que existía el temor de que la materia prima silvestre se acabara por la intensa explotación a la que estaba sometida (más de 50.000 toneladas por año). Varias experiencias técnicamente exitosas están reportadas en la literatura sobre el cultivo de dioscóreas (PROQUINA-SYNTEX, 1981; INIF, 1967-1968).

La preocupación de que la materia prima silvestre se llegara a escasear o agotar debido a un ritmo de explotación que era superior a las 50.000 toneladas anuales de rizomas frescos, provocó que el gobierno mexicano, en cooperación con las industrias de esteroides establecidas en México, iniciara uno de los más notables esfuerzos de investigación botánica en la historia del México moderno: los estudios sobre la ecología de las dioscóreas (Hernández X., 1972; ibid et al., 1972).

Para realizarlos se creó una Comisión especial con el objetivo de conocer la ecología de las especies comerciales, conocer los efectos de la explotación sobre los suministros disponibles, sugerir métodos conservacionistas para su explotación y trabajar en la domesticación de estas especies. Los resultados fueron también exitosos y los hallazgos y recomendaciones, unidos a las características naturales de la especie, permitieron que las poblaciones silvestres se mantuvieran en abundancia hasta la fecha. Las investigaciones de la Comisión de dioscóreas se realizaron en forma continua por más de diez años y de ellas se obtuvieron datos fundamentales no sólo para el conocimiento de la ecología de las especies comerciales de este género sino de la vegetación y de la flora tropical de la Vertiente del Golfo de México.

La botánica mexicana actual está ligada históricamente a los trabajos de la Comisión en casi todas sus áreas: ecología, taxonomía, etnobotánica, conservación, etc.; lo mismo que los proyectos (Flora de Veracruz, Regeneración de Selvas, Demografía Vegetal, etc.) e incluso el inicio de instituciones

como son: el INIREB, el Jardín Botánico y las Estaciones de Biología del Instituto de Biología de la UNAM y el Centro de Botánica del Colegio de Postgraduados. Los cerebros iniciales de toda esta etapa fueron Faustino Miranda y Efraím Hernández Xolocotzi. El promotor fundamental fue el Dr. Enrique Beltrán, quien fungía en esa época como la máxima autoridad forestal del Gobierno Federal de México.

El último capítulo de esta historia, que aún no se cierra, ha sido un conflicto entre las empresas esteroidales y el Gobierno de México. Este conflicto se genera por líderes campesinos que al buscar mejores precios para los campesinos recolectores del barbasco lograron que el Gobierno nacionalizara el barbasco y creara una Compañía Paraestatal para comercializar el barbasco, Proquivemex (Productos Químicos Vegetales Mexicanos).

Este conflicto provocó una interesante y contradictoria escasez en la demanda de la materia prima, disparada por el aumento de los precios de la misma y un boicot por parte de las compañías que se negaron a comprar el barbasco al nuevo precio. Aunado a todo esto ocurrió un inexplicable congelamiento de los precios que se pagaban a los recolectores de barbasco.

El enfrentamiento provocó una alarma internacional en la industria farmacéutica mundial, y aceleró el proceso de sustitución de materia prima que ya estaba en marcha por parte de casi todos los laboratorios, tanto los ubicados en México como los del extranjero.

Diosgenina de otras especies de *Dioscorea* (especialmente de China Popular) y de cultivos de las especies mexicanas, entraron al mercado para sustituir a la diosgenina mexicana. Pero lo más importante fue la entrada de otras sapogeninas obtenidas de otras familias de plantas (hecogenina de las Agavaceae y solasodina de Solanaceae), y especialmente la ampliación del uso de los esteroides de la soya (citosterol y estigmasterol); que gracias a procesos microbiológicos pudieron sustituir a la diosgenina (Aplezweig, 1980). Todo esto aceleró la pérdida del predominio de México en este campo.

Ante el fracaso de PROQUIVEMEX en la comercialización del barbasco, decidió entrar al mercado farmacéutico internacional de esteroides, en donde tampoco tuvo éxito. En la actualidad se dedica principalmente a procesar otros productos farmacéuticos para su venta al sistema gubernamental mexicano de salud. Durante este tiempo varias compañías cerraron o disminuyeron notablemente sus operaciones en México, en cambio otras quedaron y continúan usando al barbasco mexicano.

Esta historia del barbasco mexicano y la industria de esteroides nos enseña varias lecciones:

- La importancia de la investigación taxonómica y florística como base fundamental para la búsqueda de nuevos productos.
- La importancia de las especies secundarias de los trópicos como opciones importantes para la humanidad.
- La importancia de la coordinación entre la investigación taxonómica y la fitoquímica.
- El papel de la industria como promotor de la investigación aplicada.
- La claridad del planteamiento de los problemas de cada investigación que se realizó.
- El impacto negativo que puede producirse en cualquier proyecto el no tomar en cuenta a las poblaciones locales en los programas de desarrollo industrial.
- El potencial de las floras tropicales en productos biológicamente inactivos que por transformación química pueden ser proveedores de sustancias importantes para la humanidad.
- La importancia de los conocimientos tradicionales sobre los usos y propiedades de las plantas silvestres como indicadores indirectos de principios activos.
- La opción del cultivo de especies silvestres económicamente importantes, para evitar su empobrecimiento genético o escasez.
- La posibilidad de desarrollar métodos conservacionistas para la explotación de especies silvestres.
- Los recursos vegetales de gran importancia económica pasan a formar parte de una economía internacional manejada y controlada por los grandes capitales y la industria multinacional.
- La competencia industrial en recursos vegetales de gran importancia económica sólo se puede dar con base en competencia técnica y de conocimientos, los argumentos políticos poco valen para las grandes empresas multinacionales.
- Las grandes empresas que se benefician de productos silvestres deben contribuir, como sucedió en México, al apoyo de investigaciones que aumenten los recursos humanos de alto nivel en los países poseedores de los recursos y que beneficien a los pobladores de las regiones en donde se encuentran estos recursos.

Pero quizá lo más importante es que todas las investigaciones realizadas fueron disparadas por problemas concretos que permitieron plantear

hipótesis y esto marcó una buena parte de las observaciones y experimentos que se realizaron.

LA HISTORIA DEL *BROSIMUM ALICASTRUM*

En contraste con la reciente historia del barbasco, la historia del "ramón" se remonta a la antigüedad. Es una historia también exitosa pero en una escala totalmente distinta.

Un descubrimiento reciente ha sido el hecho de reconocer que una gran cantidad de selvas primarias altas del trópico mexicano y centroamericano han sido el producto de antiguos sistemas silvícolas practicados desde hace miles de años por las culturas tropicales mesoamericanas. El ejemplo más usado para probar esto ha sido el del árbol conocido con los nombres de "osh", "ojosh", "ojoche", "ojite" y "ramón" (*Brosimum alicastrum* Sw.).

Las primeras observaciones en este contexto se las debemos al botánico C. L. Lundell (1937), quien hizo notar la abundancia de esta útil especie silvestre en las zonas arqueológicas mayas. La asociación frecuente de esta especie con otras también de gran importancia alimenticia (como el chicozapote (*Manilkara zapota*), el sapote negro (*Diospiros digyna*), el mamey (*Calocarpum mammosum*)) las atribuyó a un antiguo manejo por los mayas.

El antropólogo Puleston (1968) en su búsqueda por sistemas de subsistencia de los antiguos mayas, distintos al maíz, sugirió la posibilidad de que las semillas del "ramón" pudieron haber sido un importante sustituto del maíz, especialmente en tiempos de escasez, ya que hasta la fecha así se usa en varias regiones de México, y los códices lo confirman. El realizó innumerables experiencias sobre la producción de semilla en selvas "naturales" y sistemas posibles de almacenamiento.

Estudios ecológicos realizados en la vertiente del Golfo de México, por diversos investigadores, especialmente por la Comisión de Dioscóreas antes mencionada, encontraron que dichas selvas no sólo se les encuentra en los sitios arqueológicos sino en prácticamente toda la zona tropical mexicana (Rzedowski, 1981).

Ante estas evidencias hubo dos principales interpretaciones: una que negaba la posibilidad de que el "ramón" hubiera sido cultivado, ya que su abundancia podría ser explicada por factores naturales y por sus requerimientos ecológicos y capacidad adaptativa natural (Lambert y Arnason, 1982) y la otra que planteaba el origen cultivado o protegido de estas selvas (Barrera et al. 1977).

La evidencia más notable la encontramos en los huertos mayas de Yucatán, en donde aún se cultiva el "ramón" en prácticamente todos los huertos que

se han estudiado y al valor de uso que le dan prácticamente todas las culturas mesoamericanas.

Nuevos estudios nos vienen aportando cada vez más datos que confirman el origen antropógeno de esta vegetación (Peters, 1983; Alcorn, 1983; Gómez-Pompa et al. 1984; Gómez-Pompa, 1987) y con ello se abren nuevas líneas en la investigación en la silvicultura tropical y en la conservación biológica de las selvas (Amo, 1984).

La posibilidad de usar las semillas de este árbol como alimento humano en la actualidad puede ser una alternativa digna de consideración. Sin embargo, los estudios principales realizados en este campo han estado orientados a investigar las semillas como posible sustituto de granos en los alimentos concentrados para aves y puercos. Los resultados han sido positivos (Pardo y Sánchez, 1980), sin embargo el gran obstáculo ha sido el precio. Los granos actualmente usados, algunos importados, tienen un precio menor y por tanto el "ramón" compite desfavorablemente. Sin embargo los miles de ramones cultivados por los campesinos en sus huertos en el trópico mexicano son fuente continua de forraje y granos para sus animales domésticos.

Los estudios autoecológicos que se llevan a cabo sobre esta especie en las selvas "naturales" dominadas por esta especie nos indican la excelente posibilidad de tener métodos de manejo que aseguren su utilización y conservación por los campesinos de las zonas en donde estas selvas aún persisten. Pero quizá lo más importante es la posibilidad real de regenerar selvas artificiales útiles hacia el futuro, en la misma forma en que lo hicieron nuestros antepasados (Caamal & Amo, 1986).

Todas las investigaciones antes mencionadas han sido llevadas a cabo por investigadores de INIREB. Sus trabajos no han creado ninguna industria multimillonaria. Sin embargo su proyección hacia un futuro creo que es la acertada, ya que se incide en uno de los problemas más críticos de la humani-

dad actual: la conservación de la diversidad biológica de los trópicos a través de métodos productivos que beneficien al campesino de las zonas selváticas en forma permanente.

¿Qué lecciones podemos sacar de este ejemplo?

- Que existen especies arbóreas tropicales que pueden cumplir propósitos múltiples: madera, alimento, soporte para cultivo de epífitas, trepadoras, sombra y especialmente como elementos arquitectónicos para reconstruir selvas diversificadas.
- Que muchas selvas consideradas como vírgenes han sido objeto de manipulación (cultivo, protección, aclareo, etc.), por culturas tradicionales tropicales.
- Que los recursos que ahora consideramos como nuevos son sólo redescubrimiento de antiguos usos.
- Que la botánica económica y la etnobotánica están íntimamente ligadas y que la clave está en el problema por resolver más que en la disciplina por seguir.
- Que cuanto más avanzamos más nos damos cuenta de lo que ignoramos. No sabemos cómo cultivar la especie, no sabemos las variedades que existen, no sabemos sus enfermedades, la fitoquímica detallada de frutos, semillas y látex no se ha hecho, la ciencia moderna sabe muy poco de las demás especies de este importante género.

A mi parecer este tipo de especies tienen una altísima prioridad ya que sus resultados pueden dar beneficios a un gran número de campesinos de escasos recursos y si su cultivo se promueve se contribuirá indirectamente a regenerar selvas artificiales "tipo maya" que proveerán hábitats para infinidad de especies de plantas y animales, que aún no sabemos si nos serán de importancia en el futuro.

BIBLIOGRAFIA

ALCORN, J. B. 1983. El Te'lom Huatesco: Presente, Pasado y Futuro de un Sistema de Silvicultura Indígena. *Biótica* 8(3): 315-325.

AMO, S. del 1984. Artificial Regeneration of a Rain Forest. Management of Secondary Succession. MAB-UNESCO. Document.

APLEZWEIG, N. 1980. Steroid drugs from botanical sources: future prospects. In: E. Campos-López (ed.). Renewable Resources. A Systematic Approach. Academic Press. pp. 369-378.

BARRERA M., A. 1979. La Etnobotánica. In: A. Barrera M. (ed.) La Etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva.

Cuadernos de Divulgación del INIREB. Xalapa, Veracruz. pp. 19-25.

BARRERA M., A., A. GOMEZ-POMPA & C. VAZQUEZ-YANES. 1977. El Manejo de las Selvas por los Mayas: Sus Implicaciones Silvícolas y Agrícolas. *Biótica* 2(2): 47-60.

CAAMAL, M. J. A. & S. DEL AMO 1986. La Milpa Múltiple como Punto de Partida del Manejo de la Sucesión Secundaria. Turrialba. En prensa.

DUKE, J. A. & E. S. AYENSU 1985. Medicinal plants of China. Reference Publications Inc.

- GEREFFI, G. 1983. The pharmaceutical industry and dependency in the third world. Princeton University Press. 291 pp.
- GIRAL, F. 1957. Las dioscóreas en la industria farmacéutica. Rev. Soc. Cub. Botánica 14 (1-2): 12-16.
- GOMEZ-POMPA, A. 1962. Notas botánicas sobre alguna dioscóreas de importancia farmacéutica. Ciencia Mex. (21): 221-229.
- GOMEZ-POMPA, A. 1987. On Maya Sylviculture. Mexican Studies. In Prensa.
- GOMEZ-POMPA, A., S. FLORES & V. SOSA 1984. El Uso de las Selvas por los Mayas II: el "Peet Koot" un Eslabón Perdido entre las Selvas y los Huertos Familiares Mayas. Trabajo presentado en el Simposio sobre Biogeografía de Mesoamérica. Mérida, Yuc. México. En Prensa: Interciencia.
- GOMEZ-POMPA, A., J. CABALLERO & K. TRUMAN 1986. The roots and aspirations of mexican ethnobotany. Manuscript prepared for the book: Ethnobotany Today, R. E. Schultes (ed.).
- GOMEZ-POMPA, A. & L. GIDDINGS 1986. INIREB's new approach to applied research, development and teaching. Journal'86. Annual Report of the World Resources Institute. Washington, D. C. pp. 32-40.
- HERNANDEZ X., E. 1970. Exploración etnobotánica y su metodología. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 69 pp.
- HERNANDEZ X., E. 1972. Utilización de los recursos naturales del trópico de México con relación a la producción de *Dioscorea composita* Hemsl. Publ. Esp. Inst. Nac. Inv. For. México 8: 125-130.
- HERNANDEZ X. E., A. GOMEZ-POMPA & J. CHAVELAS 1972. Contribuciones de la Comisión de Estudios sobre Ecología de Dioscóreas en México. Publ. Esp. Inst. Nac. Inv. For. México 8: 19-27.
- INIF. 1967-1968. V Informe de la Comisión de estudios sobre la Ecología de Dioscóreas. Publ. Inst. Inv. For. México. 323 pp.
- KREIG, M. B. 1964. Green Medicine. Rand McNally & Co. 462 pp.
- LAMBERT, J. D. H. & T. ARNASON 1982. Ramón and Maya ruins: an ecological, not an economic relation. Science 216: 298-299.
- LUNDELL, C. L. 1937. The Vegetation of Petén. Carnegie Institution of Washington Publ. 478.
- OHWI, J. 1965. Flora of Japan. Smithsonian Institution. Washington D. C. (traducción al inglés).
- PARDO, E. & C. SANCHEZ 1980. *Brosimum alicastrum*. Recurso silvestre tropical desaprovechado. Cuadernos de Divulgación de INIREB. 31 pp.
- PERRY, L. M. 1980. Medicinal plants of east and southeast Asia: attributed properties and uses. The MIT Press. p. 127.
- PETERS, CH. M. 1983. Observations on Maya subsistence and the ecology of a tropical tree. American Antiquity 48: 610-615.
- PROQUINA-SYNTEX, 1981. El cultivo del barbasco en México. Informe Interno. INIF.
- PULESTON, D. E. 1968. *Brosimum alicastrum* as a Subsistence Alternative for the Classic Maya of the Central Southern Lowlands. Tesis de Maestría (M. A.). University of Pennsylvania.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, 432 pp.
- WITZMAN, R. F. 1981. Steroids. Keys to life. Van Norstrand Co. 249 pp.