

Fecha de recepción: 2-noviembre-2021

Fecha de aceptación: 6-julio-2023

BARBASCO Y CABEZA DE NEGRO (*Dioscorea* spp.), HERENCIA Y DESPOJOS DE UN PRODUCTO FORESTAL NO MADERABLE DE MÉXICO

Francisco Basurto Peña

Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria 04510 Coyoacán, Ciudad de México, México.

Correo: abasurto@ib.unam.mx

RESUMEN

Entre 1943 y 1975 varias especies de *Dioscorea* fueron intensamente extraídas de las selvas del trópico húmedo mexicano y se constituyeron en la fuente global de diosgenina, precursor de hormonas esteroides sintéticas. La investigación realizada en México asociada al aprovechamiento de *Dioscorea* dio lugar a uno de los más importantes descubrimientos científicos: las píldoras anticonceptivas. La explotación del barbasco generó enorme riqueza, cuyos beneficios fueron distribuidos de manera inequitativa. El gobierno mexicano mostró poco interés en el aprovechamiento del barbasco y sus efectos sociales y biológicos en las regiones de recolecta. Durante 15 años su explotación estuvo en manos de las compañías farmacéuticas, sin regulación alguna. La riqueza generada por la explotación del barbasco en México dejó pocos beneficios a los recolectores, pero al lograr vincular a la academia con la industria, contribuyó al desarrollo de disciplinas como la química, botánica, ecología tropical y etnobotánica. Con base en parámetros actuales el *barbasco* y *cabeza de negro* son ejemplo de un caso no exitoso de aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM). Su contribución a la reducción de la pobreza, a mejorar el nivel de vida y a la conservación de la biodiversidad fue poco significativa al servir sólo como un recurso más para permitir la sobrevivencia de los recolectores. A pesar de ello el barbasco es ejemplo del potencial de los PFNM para generar riqueza, pero para que su contribución incida realmente en los esfuerzos por erradicar la pobreza, los recolectores deberán tener mucho mayor incidencia en el control, gestión y administración de los PFNM. Para ello la etnobotánica puede ser puente y conexión entre todos los actores de las cadenas de valor, contribuyendo a que los recolectores tengan total información y se capaciten para lograr la autogestión y liderazgo en la gobernanza de estos recursos naturales.

PALABRAS CLAVE: ecología de dioscóreas, hormonas esteroides, píldora anticonceptiva.

BARBASCO AND CABEZA DE NEGRO (*Dioscorea* spp.), INHERITANCE AND SPOILIATION OF A NON-TIMBER FOREST PRODUCT FROM MEXICO

ABSTRACT

The 'barbasco' and 'cabeza de negro' (*Dioscorea* spp.) were intensively extracted from the Mexican tropical rainforests between 1943 and 1975, and became the global source of diosgenin, a precursor of synthetic steroid

hormones. Research carried out in Mexico on the use of 'barbasco' led to one of the most important scientific discoveries in the world: contraceptive pills. The exploitation of barbasco generated enormous wealth, the benefits were unevenly distributed. The Mexican government showed little interest in the exploitation of barbasco and its social and biological effects in the recollecting regions. For 15 years its exploitation was in the hands of pharmaceutical companies, without any regulation. The wealth generated by exploitation of barbasco in Mexico provided few benefits to collectors, but by linking academia with industry, it contributed to the development of disciplines such as chemistry, botany, tropical ecology, and ethnobotany. Based on current parameters, the barbasco and cabeza de negro are an example of an unsuccessful case of Non Timber Forest Products (NTFP) exploitation. Its contribution to reducing poverty, improving wellbeing and conserving biodiversity was insignificant, serving only as one more resource to allow collectors to survive. Despite this, the barbasco is an example of the potential of NTFP to generate wealth, but for their contribution to really have an impact on efforts to eradicate poverty, collectors must have a much greater influence on the control, management, and administration on NTFP. Ethnobotany can be a bridge and connection between all the actors in the value chains, contributing so that collectors have full information and are trained to achieve self-management and leadership in the governance of these natural resources.

KEYWORDS: Dioscorea ecology, steroid hormones, the pill.

INTRODUCCIÓN

En el periodo entre 1943 a 1975 varias especies mexicanas del género *Dioscorea*, primero la cabeza de negro (*D. mexicana* Scheidw.) y después el barbasco (*D. composita* Hemsl.), y en menor medida el barbasco amarillo (*D. floribunda* M.Martens & Galeotti) (Gómez Pompa, 1986; León, 1999) fueron intensamente extraídas de las selvas húmedas del trópico mexicano. Se estima que en esos 32 años se recolectaron de 1.0 a 1.5 millones de kilogramos de rizoma fresco, y quizá mucho más, que al beneficiarse y transformarse en hormonas esteroides sintéticas, dieron lugar a uno de los más importantes descubrimientos científicos del mundo, los anticonceptivos orales (León, 1999; Miramontes, 2001).

También dieron lugar a un negocio que produjo una enorme riqueza, con beneficios económicos calculados hacia 1974 (Argueta y Arellano, 1974) en más de \$6 000 000 000.00 (seis mil millones de pesos), que a valor actual corresponden a \$38 466 000 000 000.00 (treinta y ocho billones cuatrocientos sesenta y seis mil millones de pesos) (Dineroeneltiempo, 2021), de los cuales sólo \$125 000 000, el 2 %, se repartieron entre los 25,000 a 100,000 recolectores que se cal-

cula participaron en la obtención de este producto forestal no maderable (PFNM) (Argueta y Arellano, 1974; Soto, 2020); mientras que el restante 98% de la riqueza producida quedó en manos de las empresas farmacéuticas que transformaban el barbasco en hormonas esteroides, antiinflamatorios, cortisona, medicamentos y anticonceptivos.

Durante más de 30 años el barbasco mexicano fue la fuente global para producir hormonas esteroides sintéticas. Entre 1945 y 1955 la empresa Syntex, aún mexicana en ese periodo, se convirtió en un verdadero monopolio de la industria de las hormonas esteroides (León, 1999). En los años 1950's la participación de México en el mercado mundial de hormonas esteroides era del 80 a 90 %, que para el inicio de los 1970's decayó a la mitad, 40 a 45 % (Gereffi, 1977). En 1987 México importó diosgenina de China.

Dioscorea es un género pantropical de herbáceas trepadoras, tuberosas o rizomatosas con 300 a 600 (800) especies, de las cuales 60 a 100 se reportan para México (Télez & Schubert, 1994; Sosa y Valdivieso, 2013; WFO, 2021). Varias especies tienen uso tradicional, sea como medicinal o comestibles y también son usadas como jabón o para pescar (Waisel, 2009).

El barbasco y la cabeza de negro contienen diosgenina, una sapogenina que es un excelente precursor de hormonas esteroideas, del cual se pueden obtener pregnenolona, progesterona, dehidroisoandrosterona, testosterona, estradiol, noretisterona, cortisona y otros derivados (Gereffi, 1977; León, 1999; Mora *et al.*, 2018).

Aun cuando en la actualidad se emplean otros precursores derivados de las plantas como sitosterol (de *Glycine max* (L.) Merr.), hecogenina (de *Agave sisalana* Perrine), o sarsasapogenina (de *Yucca filifera* Chabaud), un alto porcentaje de la producción mundial de esteroideos se obtiene a partir de diosgenina del género *Dioscorea*, con China como el principal productor en la actualidad (Zamora, 1993; Mora *et al.*, 2018).

Los productos forestales no maderables (PFNM) son, de acuerdo con la FAO (1999), “bienes de origen biológico distintos de la madera, procedentes de los bosques, de otros terrenos arbolados y de árboles situados fuera de los bosques”. Este concepto es redefinido en 2007, quedando entonces como “bienes de origen biológico cosechados en los bosques (plantas, hongos y tierra de monte) distintos a la madera, la leña y el carbón vegetal; así como los servicios brindados por los ecosistemas” (FAO, 2007). Sin embargo, es preciso señalar que el concepto de PFNM aún no alcanza una definición universal (Shackleton *et al.*, 2011a)

A partir de los últimos años del siglo XX se pretendía que los PFNM ocuparan “un lugar de primer orden en los esfuerzos orientados a la ordenación sostenible de los bosques del mundo. Se reconoce cada vez más su contribución a la economía familiar y a la seguridad alimentaria, a las economías nacionales y, en particular, a la consecución de objetivos medioambientales, especialmente la conservación de la diversidad biológica” (FAO, 1999)

Este enfoque en la actualidad se presenta con diversos matices, ya que la contribución de los PFNM a la reducción de la pobreza, a la sostenibilidad y a la conservación de la biodiversidad dependen de múltiples factores económicos, ambientales y sociales, que además pueden

variar bajo distintos escenarios de aprovechamiento (Marshall *et al.*, 2006; Shackleton *et al.*, 2011a; Shackleton *et al.*, 2011b; Sills *et al.*, 2011; Stanley *et al.*, 2012; Blancas *et al.*, 2017).

Los factores que influyen en la medida en que los PFNM puedan incidir en mejorar el nivel de vida de los recolectores y en la conservación de la biodiversidad son de muy diversa índole y pueden incluir la seguridad y las modalidades en la tenencia de la tierra, el grado de dependencia de poblaciones humanas hacia el bosque, las facilidades de comercialización de los PFNM, incluyendo mercados y vías de transporte, cambios en los precios por oferta y demanda de los PFNM y en las tasas de extracción de los mismos. Además, se considera que la explotación y aprovechamiento de estos PFNM sólo puede contribuir a la conservación de la biodiversidad cuando es efectuada de manera sostenible en lo económico y ambiental (Stanley *et al.*, 2012), sin olvidar que el componente social es también de gran relevancia.

En el caso de México, estos bienes derivados de los bosques, si bien contribuyen a la economía de las familias de zonas rurales, en ocasiones de manera significativa (Martínez *et al.*, 1996; López *et al.*, 2005), al integrar en su aprovechamiento y comercialización factores económicos, políticos y sociales en los que poca o ninguna incidencia tienen los recolectores, en general no contribuyen a reducir la pobreza ni a incrementar de manera sensible el bienestar de las familias de los recolectores. La explotación y aprovechamiento de estos PFNM tampoco asegura la conservación de la biodiversidad.

En este sentido, y atendiendo a la hipótesis que propone que las cadenas de valor exitosas son aquellas que funcionan de forma equitativa, transparente y sustentable (Marshall *et al.*, 2006), un aspecto a tomar en cuenta es que si los beneficios obtenidos, que pueden ser muy considerables, no se distribuyen de forma equitativa entre las partes que forman las cadenas de producción a consumo o cadenas de valor, serán los recolectores o productores en los eslabones basales quienes menos

beneficios obtendrán, cosa que resulta por demás evidente en el caso del barbasco como se mostrará siguiendo el desarrollo de la industria de hormonas esteroides en México.

El desarrollo de esta industria y el aprovechamiento de *Dioscorea* spp. tienen también singular importancia en el desarrollo de disciplinas científicas en México como la botánica y ecología tropicales, la etnobotánica y la química (Juaristi, 2001; Hernández *et al.*, 2015; Gómez-Pompa, 2016).

Si bien en los años del auge de la industria de hormonas esteroides en México el concepto de PFNM aún no se desarrollaba, ya que fue propuesto años después (De Beer & McDermott, 1989), el barbasco y cabeza de negro reúnen todas las características para ser considerados como tales, por lo que el objetivo del presente trabajo es analizar al barbasco y cabeza de negro como PFNM, considerando el impacto económico y social que tuvieron en las zonas de recolecta y cómo este se refleja en la actualidad, así como el papel que tuvo de la industria de los esteroides en el impulso a disciplinas e instituciones académicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con base en revisión de bibliografía, se construyó una línea de tiempo del desarrollo de la industria de las hormonas esteroides en México y el mundo (Figura 1), desde el aislamiento y caracterización de las hormonas (de 1929 a 1939), el aislamiento y estructura de la diosgenina y la llamada 'degradación Marker' (Russell & Rohrmann, 1939, ACS-SQM, 1999), a la creación de Syntex, de la Comisión para el estudio de la ecología de las Dioscóreas y la formación y extinción de Proquivemex (Productos químicos vegetales de México).

Se generó, también con base en la literatura existente, la cadena de producción a consumo del barbasco y su transformación en productos farmacéuticos, incluyendo los precios de la materia prima y de sus derivados, a fin de conocer cómo se distribuyeron los beneficios producidos por el aprovechamiento de este PFNM.

Se consultó el Portal de datos abiertos de la UNAM para conocer los estados y municipios de México en los que

se reporta presencia de las especies *D. composita*, *D. floribunda* y *D. mexicana*, a fin de cruzar esta información con el grado de marginación reportado para estos mismos municipios por la CONAPO (2011), con el propósito de conocer la situación socioeconómica actual de los municipios de los estados en donde se ubican las zonas históricas de recolecta de barbasco (Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Tabasco y Puebla).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque la cabeza de negro (*Dioscorea mexicana*) y el barbasco (*D. composita* y *D. floribunda*) son y han sido empleados para diversos usos en el territorio nacional (Waisel, 2009), toman carácter de PFNM a partir de 1944 con la creación de la empresa Syntex, enfocada a la producción de progesterona derivada de la diosgenina de *Dioscorea* spp. (Gereffi, 1977; Gómez-Pompa, 1986; ACS-SQM, 1999; León, 1999; Miramontes, 2001; Soto, 2020).

La creación de esta empresa responde al avance del conocimiento sobre las hormonas y diversos factores que se concatenaron, tales como: i) el aislamiento y caracterización de las hormonas sexuales y de los corticoides, ii) el inicio de su empleo en medicina, iii) el aislamiento y caracterización de la diosgenina, y iv) el desarrollo de la 'degradación Marker', que es una serie de procesos químicos que transforman sapogeninas y esteroides vegetales en progesterona, una hormona animal (Russell & Rohrmann, 1939; ACS-SQM, 1999).

Mucho se ha escrito acerca del papel de Russell Marker y de la empresa Syntex en el desarrollo de la industria de las hormonas esteroides en México (Lehmann *et al.*, 1973; Crabbé, 1979; Lehmann, 1992; Hinke, 1997; León, 1999; Miramontes, 2001; Mann, 2010; Soto, 2020), por lo que no se abundará en ello y solo se señalan los acontecimientos principales en el aprovechamiento del barbasco y cabeza de negro en distintos periodos en que se puede dividir el aprovechamiento de la cabeza de negro y del barbasco en México visto como un PFNM (Figura 1).

Periodo 1. (1929) 1935 a 1943. En este primer periodo, los principales acontecimientos ocurren fuera de México,

impulsados por avances en la industria farmacéutica y por los trabajos e investigaciones de Russell Marker, que culmina con la recolecta de *D. mexicana* y la producción de hormonas esteroides, progesterona en particular, a partir de esta especie.

1. Hacia 1929 inicia el aislamiento y caracterización de las hormonas sexuales y de los corticoides. A partir de 1935 las investigaciones química y botánica de Marker, incluyendo la propuesta que corrige la estructura química de las sapogeninas, así como la llamada 'degradación

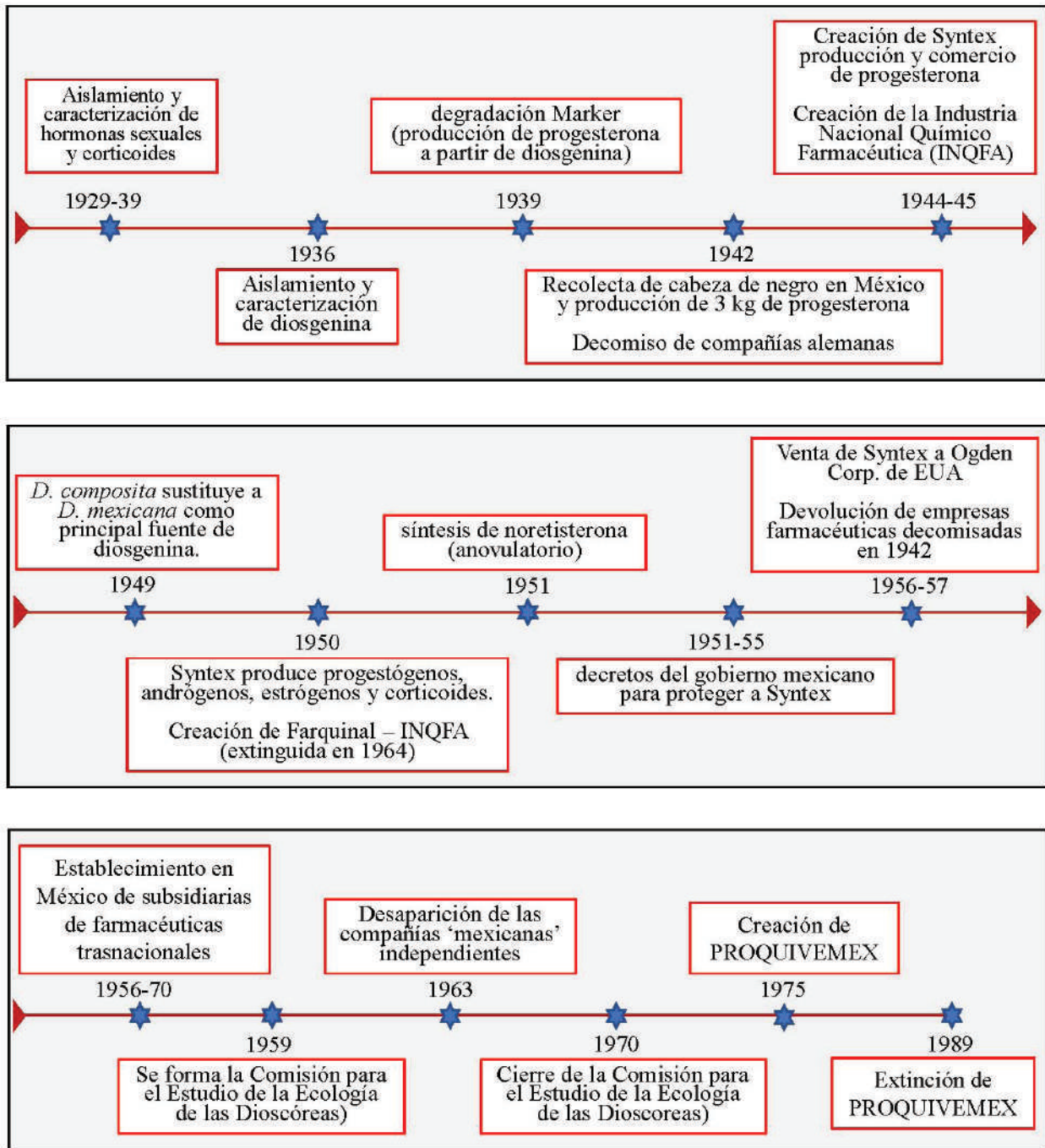


Figura 1. Línea del tiempo de la industria de hormonas esteroides en México.

Marker', condujeron a la síntesis de progesterona a partir de fuentes vegetales (Russell & Rohrman, 1939; León, 1999; Soto, 2020).

2. La recolecta por parte de Marker de cabeza de negro en Fortín de las Flores, Veracruz y su decisión de iniciar la producción de hormonas esteroides en México (Lehmann *et al.*, 1973; Soto, 2020), es lo que da inicio al desarrollo de la industria de hormonas esteroides en México y al aprovechamiento del barbasco como un PFNM.

3. La asociación de Marker con dos empresarios nacionalizados mexicanos: Emeric Somlo, abogado de origen húngaro y Federico Lehmann, médico y químico de origen alemán, dueños de los Laboratorios Hormona, favoreció la creación de Syntex (Lehmann, 1992; León, 1999; Soto, 2020).

4. En el contexto histórico más amplio hay dos hechos muy importantes a considerar: el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), en la que México se involucró en 1942, al iniciar hostilidades con los países del Eje (Alemania, Japón e Italia), y la Expropiación Petrolera llevada a cabo por México en 1938, y que seguramente fue un motivo por el cual empresas farmacéuticas de Estados Unidos se negaran al proyecto de Marker para explotar el barbasco y cabeza de negro en México.

Periodo 2. 1944 a 1957. Caracterizado por la creación y desarrollo de Syntex, empresa fundada en México, líder por más de una década en la investigación química de hormonas esteroides, que logró la síntesis de la noretisterona, base de la píldora anticonceptiva. La empresa Syntex finalmente fue vendida a un conglomerado industrial de EUA.

1. Con la creación y evolución de Syntex como empresa se logró en México un desarrollo tecnológico en química de esteroides a nivel mundial (Gereffi, 1997; León, 1999; Hernández *et al.*, 2015), que se mantuvo por cerca de una década, involucrando a la academia, por vía de la entonces Escuela Nacional de Ciencias Químicas, hoy Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la investigación que desarrollaba

la empresa, con la intención de formar recursos humanos de alto nivel (Juaristi, 2001; Soto, 2020).

2. En Syntex se desarrollaron procesos industriales para obtención de hormonas sexuales y corticoides y se logró en 1951 la síntesis de la noretisterona (también denominada noretindrona), primera sustancia sintética con propiedades anovulatorias y que es utilizada a partir de entonces en la elaboración de píldoras anticonceptivas (Miramontes, 2001).

3. En este periodo, Syntex mantuvo el monopolio mundial en la producción de progesterona, con ventas reportadas de cinco millones de dólares anuales (Gereffi, 1977).

4. A partir de 1949 el barbasco (*D. composita*) sustituye a *D. mexicana* como fuente primaria de material vegetal para la producción de diosgenina, con algunas ventajas, como un mayor contenido de diosgenina, menor tiempo de maduración del rizoma y mayor abundancia, pues su desarrollo está relacionado con el sistema de producción agrícola de roza-tumba-quema, muy empleado en zonas de distribución del barbasco (Hernández X. *et al.*, 1972; Gómez-Pompa, 2016; Soto, 2020).

5. En este periodo hay que destacar el papel del gobierno mexicano en la protección de Syntex por medio de los decretos emitidos en 1951 y 1955 (Soto, 2020), los cuales favorecían el procesamiento del barbasco en México mediante el cobro de aranceles que hacían incosteable la exportación de diosgenina y derivados de 16-dehidropregnenolona para otras industrias farmacéuticas (Gereffi, 1997; Soto, 2020).

6. En 1949 se crea la Industria Nacional Química farmacéutica (INQF), a partir de las empresas farmacéuticas alemanas confiscadas durante la guerra (Godínez *et al.*, 2019). Posteriormente se crea como parte de la INQF, la empresa paraestatal Laboratorios Farmacia Química Nacional (Farquinal), que tenía entre sus actividades el procesamiento del barbasco y la exportación de diosgenina. Esto último fue muy importante para la creación de la Comisión para el Estudio de la Ecología de las Dioscóreas que tendría lugar años después. Farquinal

cesó sus operaciones en 1964. Años antes, en 1956, las empresas farmacéuticas extranjeras decomisadas durante la guerra fueron reintegradas a sus antiguos propietarios.

Periodo 3. 1958 a 1975 (1989). En este lapso ocurre la pérdida del liderazgo en la investigación de hormonas esteroides y de la producción de diosgenina, con una muy tardía intervención del gobierno mexicano tratando de proteger y regular el recurso y de impulsar una industria química farmacéutica nacional, que devino en fracaso y culminó con la extinción de Proquivemex.

1. Después de 1957, tras la venta de Syntex a un conglomerado transnacional y su posterior traslado a Estados Unidos, la historia del barbasco en México pierde importancia desde el punto de vista de la investigación química, pues a partir de entonces son subsidiarias de empresas transnacionales las que procesan el barbasco en México, enviando a sus países de origen productos intermedios para ser elaborados, cesando con ello la investigación sobre química de esteroides que se realizaba en México.

2. Es a partir de 1958-1959, quince años después del inicio del aprovechamiento del barbasco, que tienen lugar las primeras acciones gubernamentales para tratar de controlar su explotación. Esto ocurre cuando el Dr. Enrique Beltrán Castillo es nombrado Subsecretario Forestal y de la Fauna y se empieza a tratar de entender o conocer las condiciones socioambientales para el manejo y conservación del barbasco (Gómez-Pompa, 2016). Así se llega en 1959 a la creación de la Comisión para el Estudio de la Ecología de las Dioscóreas, dependiente del entonces Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF, ahora INIFAP). La Comisión fue financiada por una cuota que las empresas aportaban por cada tonelada de barbasco que utilizaban y estuvo en funciones hasta 1970.

3. La Comisión tenía como asesores a dos notables personajes de la botánica en México: Faustino Miranda y Efraím Hernández Xolocotzi, mientras que Farquinal designa a Arturo Gómez-Pompa como su representante ante la Comisión, donde es elegido secretario técnico de la misma, ya que desde unos años antes, hacia 1956, como empleado de Farquinal, había estado trabajando,

investigando y conociendo acerca de la biología de las Dioscóreas, por lo que en ese momento era el experto en el tema.

4. En la Comisión se entrenaron numerosos biólogos y agrónomos en campos relativos a la ecología tropical, procesos de sucesión ecológica, florística, sinecología, agronomía tropical y etnobotánica, con una característica muy importante, el reconocimiento del saber de los recolectores y de la población local acerca de la flora en general y del barbasco en particular, como un invaluable apoyo para el desarrollo de las investigaciones realizadas (Martínez Alfaro, 1970; Hernández X. *et al.*, 1972; Gómez-Pompa, 2016; Soto, 2020;).

5. En 1975, más de 30 años después del inicio de la explotación del barbasco, y cuando hacía casi 20 años que México había perdido el liderazgo en investigación y producción de hormonas esteroides, el gobierno mexicano trata de regular y proteger la industria y crea la empresa paraestatal Productos Químicos Vegetales Mexicanos (Proquivemex), con los objetivos de mejorar el bienestar de los recolectores y proteger y aprovechar los recursos naturales del país, particularmente el barbasco (Gereffi, 1977; Soto, 2020). Para ello se decretó que sólo Proquivemex vendería harina de barbasco a las farmacéuticas convirtiéndose así en el vínculo entre los recolectores y las empresas (Gereffi, 1977; Soto, 2020).

6. Proquivemex tenía dos áreas: una farmacéutica, para desarrollo y producción de medicamentos, y otra agroindustrial, para generar unidades productivas organizando a los recolectores. Otra de las preocupaciones de Proquivemex era difundir entre los recolectores los usos y la importancia del barbasco, pues hasta entonces la idea generalizada entre los recolectores, y difundida por acopiadores e intermediarios, era que se utilizaba para hacer jabón (Argueta y Arellano, 1974; Soto, 2020).

7. Proquivemex surgió a finales del sexenio de Luis Echeverría como parte de una estrategia encaminada a la producción de medicinas en México a partir de los muy abundantes recursos vegetales nativos y siguiendo el ejemplo del barbasco, pero que para esa fecha se

encontraba ya totalmente fuera de contexto (Lozoya y Zolla, 2015). La creación de Proquivemex se vincula de alguna manera con la creación en el mismo sexenio del Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales (IMEPLAM) (Lozoya y Zolla, 2015).

El barbasco, las zonas barbasqueras y su estado socioeconómico actual. Las tres especies de *Dioscorea* aquí consideradas se distribuyen, de acuerdo con los datos del Herbario Nacional de México (MEXU), en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, con reporte de 401 colectas en 78 municipios para *D. composita*, de 327 colectas de *D. floribunda* en 74 municipios y de 132 especímenes de *D. mexicana* en 40 municipios (Portal datos abiertos UNAM, 2021).

El barbasco y la cabeza de negro se recolectaban principalmente en los estados de Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Tabasco y Puebla, y en la actualidad, para más de la mitad de los municipios con presencia de barbasco y/o cabeza de negro en estos estados se reportan índices de marginación altos o muy altos (CONAPO, 2011) (Tabla 1).

La cantidad de recolectores que intervinieron en la explotación del barbasco se calcula entre 25,000 a 100,000 y para 1970 había alrededor de 300 beneficios (Argueta y Arellano, 1974; Soto, 2020). Los recolectores eran principalmente agricultores de subsistencia, que tenían la recolecta de barbasco como una actividad entre otras para obtener ingresos monetarios que ayudaran a la manutención familiar. La recolecta de barbasco se realizaba principalmente entre junio y septiembre, que además de ser la temporada de lluvias, era un periodo con poco trabajo agrícola.

Con base en el número de recolectores estimado, y si se considera que \$125,000,000.00 de la riqueza generada por el aprovechamiento del barbasco y cabeza de negro es la parte correspondiente a este sector en 30 años (1944-1974), el ingreso promedio por recolector por año fue de \$41.67 - \$166.67, equivalentes a US \$3.33 - US \$4.82 y US \$13.33 - US \$19.27 por recolector por año, al tipo de cambio de la época (\$8.65/dólar en 1944 y \$12.50/dólar 1952-1975). Esto es, el ingreso promedio diario por recolecta de barbasco, por recolector fue de entre \$0.11 - \$0.46, correspondientes a US \$0.009-0.013 a US \$0.04-0.05, dependiendo del tipo de cambio, ingreso que está muy por debajo de los US \$2.00 diarios por

Tabla 1. Estados y municipios de recolecta de *Dioscorea* spp. e índice de marginación.

ESPECIE	ESTADO	MUNICIPIOS	ÍNDICE DE MARGINACIÓN			
			MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO Y MUY BAJO
<i>D. composita</i>	Chiapas	19	5	7	4	3
	Oaxaca	19	6	5	7	1
	Puebla	5	2	1	2	-
	Tabasco	4	4	-	-	-
	Veracruz	27	4	8	9	6
<i>D. floribunda</i>	Chiapas	28	7	11	9	1
	Oaxaca	17	6	3	7	1
	Tabasco	1	-	-	1	-
	Veracruz	14	-	4	7	3
<i>D. mexicana</i>	Chiapas	6	2	3	1	-
	Oaxaca	22	6	7	8	1
	Tabasco	1	-	-	1	-
	Veracruz	10	1	4	4	1

Fuente: CONAPO, 2011.

persona que se consideran como la línea de pobreza extrema a nivel mundial (Stanley *et al.*, 2012; Banco Mundial, 2022).

Los valores enunciados arriba pueden considerarse como muy generales, pero aun si se considera solo el periodo de mayor recolecta (junio a septiembre) y trabajo de seis días por semana, el ingreso promedio diario por venta de barbasco en dicha temporada era de US \$1.92 (considerando 50 kg de barbasco diarios a un precio de venta de \$0.60 por kilogramo), valor que no alcanza a superar la línea de pobreza extrema por persona, mucho menos si se considera a escala familiar, con 4 o 5 integrantes por familia, de los cuales sólo el jefe de familia tenía ingresos.

En los años 1970's el pago promedio diario por una jornada de trabajo agrícola en la región era de entre \$14.00 y \$28.00, equivalentes US \$1.12 y US \$2.24 al tipo de cambio de la época (\$12.50 por US \$1.00), con lo que se deja ver que las zonas barbasqueras eran entonces y desde mucho antes zonas de alta marginación.

A la fecha, las regiones entonces barbasqueras mantienen altos índices de marginación (Tabla 1), con todo un historial de explotación, racismo y discriminación que es manifiesto desde épocas precolombinas, pasando por la colonia, el efecto adverso de las Leyes de Reforma, el Porfiriato, la Revolución Mexicana y los gobiernos emanados de ella. Responsables estos últimos del Programa Nacional de Desmonte (PRONADE) y del ecocidio en Uxpanapa (García, 2007; Moreno, 2011; Gómez-Pompa, 2016).

Estos altos índices de marginación tienen reflejo en la falta de acceso a la tierra de gran parte de la población o de los medios financieros necesarios para hacer producir esas tierras. También en la carencia de vías de comunicación, de centros educativos, de servicios sanitarios, de desplazamiento de poblaciones humanas, de incremento de la frontera agrícola, de conversión de áreas forestales a potreros. Todo lo anterior, no redundará en mejores condiciones para que los abundantes recursos naturales, incluidos los PFM, puedan ser aprovechados de manera

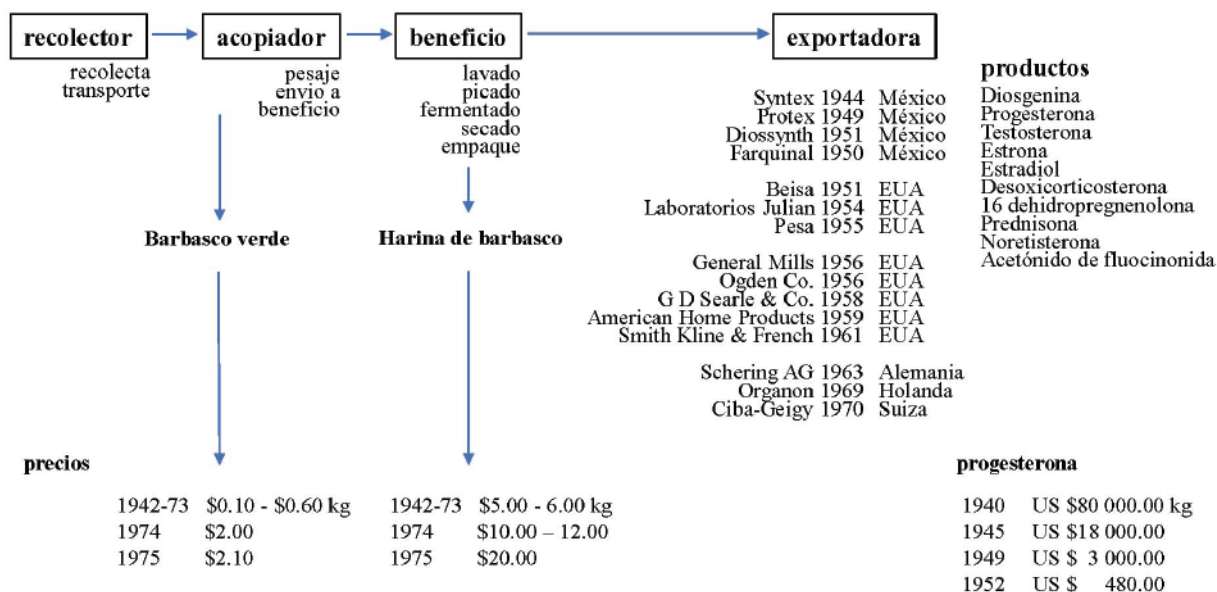
sostenible y que puedan contribuir a elevar el nivel de vida de la mayoría de la población. La contribución a la reducción de la pobreza y al aumento del bienestar de la población que se dedicaba al aprovechamiento de *Dioscorea* spp. como un PFM fue muy menor, por no decir que prácticamente nulo. Esto aun considerando que debido a la multidimensionalidad de los PFM los ingresos generados por su venta, del barbasco en este caso, no pueden ser percibidos en forma aislada de otras actividades económicas de los recolectores. La práctica de estas otras actividades diversifica los medios de subsistencia y contribuye a la resiliencia familiar (Alexiades y Shanley, 2004; Shackleton *et al.*, 2011b).

Pero para el caso del barbasco, a pesar de la cuantiosa riqueza económica que generó su aprovechamiento, este se manifestó localmente sólo como un elemento más para permitir la sobrevivencia de los recolectores, sin coadyuvar a un mayor bienestar ni ayudar a erradicar la pobreza, y lo mismo sigue ocurriendo en la actualidad con otros PFM (Pulido, 2014).

Cadena de valor del barbasco y distribución de beneficios. Con base en la cadena de producción a consumo (Figura 2), se puede ver que después de la recolecta del barbasco, este se vendía a acopiadores locales quienes lo enviaban a los beneficios, donde se hacía la molienda, fermentado y secado para obtener la harina de barbasco, que era procesada por las compañías farmacéuticas para obtener diosgenina y productos derivados.

Hasta los primeros años de la década de 1950's había media docena de empresas exportadoras, la mayoría propiedad de empresarios europeos nacionalizados en México, una subsidiaria de una transnacional y solo Farquinal era totalmente mexicana. A partir de 1956 el mercado quedó dominado por subsidiarias de farmacéuticas de Estados Unidos, Alemania, Holanda y Suiza (Figura 2).

Los beneficios que obtenían los diferentes componentes de la cadena de producción a consumo se distribuían de manera muy inequitativa; el barbasco fresco se pagó durante más de 30 años a menos de \$1.00/kg



Fuente: Anónimo 1976; Soto 2020

Figura 2. Cadena de valor del barbasco y sus productos.

(US \$0.08 al tipo de cambio de 1944; US \$0.12, al tipo de cambio de 1952-1975) y lo más que se llegó a pagar a los recolectores fue \$2.00/kg (US \$0.16, con un tipo de cambio de un dólar por 12.50 pesos mexicanos) en 1974-1975 (Soto, 2020).

Por la harina de barbasco se pagaba un poco más del equivalente del barbasco fresco ya deshidratado (5kg de barbasco fresco rinden 1kg de barbasco seco), en tanto que el precio de la progesterona era de 80,000 dólares/kg en 1943 y de 480 dólares/kg en 1952.

Como ejemplo de la inequidad en el reparto de los beneficios obtenidos, se calcula que un kilogramo de barbasco verde, pagado a menos de \$1.00 (US \$0.08- US \$0.12) a los recolectores, convertido en diosgenina equivalía a \$36.00 (US \$2.88 – US \$4.15), convertido en pregnenolona a \$72.00 (US \$5.76 – US \$8.30), y en progesterona a \$87.00 (US \$6.96 – US \$10.03) (Anónimo, 1976; Soto, 2020), es decir, el precio del barbasco convertido en progesterona se incrementaba en más del 8700 % con respecto del pagado a los recolectores. Y si se considera su transformación en acetónido de fluocinonida, este incremento se eleva hasta el 42500%.

De 250 kg de barbasco fresco, por los que se pagaba a los recolectores menos de \$200.00 (US \$16.00 – US \$23.07), se obtenía 1 kg de acetónido de fluocinonida, suficiente para producir 300,000 tubos de la pomada ‘synalar’ que a un costo de \$30.00 (US \$2.40 – US \$3.46) /tubo producía un beneficio de \$9,000,000.00 (US \$720 000.00 – US \$1 038 062.00) (Anónimo, 1976; Soto, 2020).

Si bien es cierto que los PFNM por si solos no pueden ser la solución a problemas sociales, económicos y ambientales regionales de larga data, como fue el caso de las zonas barbasqueras, también se reconoce que un porcentaje importante, del orden de hasta el 25 % del ingreso de mil millones de personas de comunidades rurales proviene de la comercialización de PFNM, por lo que son una alternativa prometedora para el desarrollo rural (Segura 2006).

La riqueza generada por el aprovechamiento del barbasco tuvo un enorme potencial como detonador de bienestar y desarrollo rural, sin embargo al tener una cadena de valor poco transparente y muy inequitativa, no tuvo un impacto positivo en la reducción de la pobreza, por lo que puede ser considerado un modelo no exitoso de

aprovechamiento de un PFM (Schreckenber *et al.*, 2006).

Marshall *et al.* (2006), proponen seis hipótesis para evaluar si la explotación de un PFM puede ser considerada exitosa. De estas, el aprovechamiento del barbasco solo cumplió con una, la de fácil acceso de recolectores a la cadena de valor. Pero no tuvo impacto positivo en la reducción de la pobreza, no tuvo impacto positivo en el bienestar de las mujeres, tuvo impacto negativo sobre el recurso, el comercio tuvo impactos negativos en los derechos de los recolectores al acceso de los recursos naturales y la cadena de valor no era equitativa, transparente ni sostenible (Marshall *et al.*, 2006).

En tanto no se implementen mecanismos reales y efectivos que permitan que la gobernanza de los PFM esté en mayor grado en manos de los recolectores-productores, y que con ello la distribución de los beneficios generados por estos PFM sea verdaderamente justa y equitativa, de manera que impacte positivamente en el bienestar y calidad de vida de los recolectores-productores y se logre un aprovechamiento sostenible, los PFM difícilmente ocuparan *“un lugar de primer orden en los esfuerzos orientados a la ordenación sostenible de los bosques del mundo, contribuyendo a la economía familiar y a la seguridad alimentaria, a algunas economías nacionales y, en particular, a la consecución de objetivos medioambientales, especialmente la conservación de la diversidad biológica”* como pretende la FAO (1999).

Consideraciones finales. En el caso del barbasco y cabeza de negro, es notoria la poca o nula preocupación del gobierno mexicano en el impacto biológico y social que el aprovechamiento de este recurso tenía en las zonas de recolecta. Durante 15 años la recolecta de barbasco fue manejada de manera libre por las empresas farmacéuticas, que mantenían acopiadores y beneficios en las regiones de recolecta y extraían lo que querían, sin supervisión alguna. Fue sólo pasado este tiempo que se creó la Comisión para el Estudio de la Ecología de las Dioscóreas, y se requirió de otros 15 años, cuando hacía ya mucho que se había perdido el liderazgo en investigación de hormonas esteroideas y

cuando el mercado del barbasco estaba en manos de las compañías farmacéuticas, para que el gobierno federal de manera coyuntural, fuera de contexto (Lozoya y Zolla 2015) y con mayor intención política que con el interés de desarrollar una industria farmacéutica nacional o de mejorar el nivel de vida de los productores, creara un organismo que trató de industrializar y comercializar el barbasco en beneficio de los recolectores: Proquivemex (Soto, 2020), mismo que por problemas de corrupción y burocratismo resultó un fracaso.

Con el aprovechamiento del barbasco tampoco se lograron avances en el manejo sostenible de los bosques y la conservación de la biodiversidad, pues la superficie para recolecta de barbasco, calculada en más de 7.6 millones de hectáreas al inicio de la explotación, se redujo 80% en menos de 20 años por cambios en el uso de suelo, de forestal a agrícola y ganadero (Anónimo, 1976; Gereffi, 1977). En el caso de la Chinantla, en la región barbasquera de Oaxaca y Veracruz, el aspecto más significativo es quizá la reubicación de poblaciones humanas desplazadas por la construcción de las presas Temascal y Cerro de Oro y el ecocidio en Uxpanana (Velasco, 1991; García, 2007; Gómez-Pompa, 2016).

Así pues, la explotación del barbasco y cabeza de negro en México resultó en grandes despojos, con algunas herencias positivas. De lo positivo que dejó la explotación del barbasco en México está el fortalecimiento de entidades académicas como la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, que en su momento se relacionó estrechamente con la industria farmacéutica, en particular con la empresa Syntex, lo que dio como resultado la formación de recursos humanos de alto nivel a partir de esta vinculación de academia e industria (León, 2001; Hernández *et al.*, 2015).

La Comisión para el estudio de la ecología de las dioscóreas es otra institución que impactó favorablemente en la formación y desarrollo de recursos humanos de alto nivel en las áreas de la ecología tropical, la botánica y la etnobotánica, con el aprendizaje de la importancia de aliarse con expertos locales, conocedores de la flora y sus usos para un mejor y más pronto avance de

las investigaciones (Hernández X. *et al.*, 1972; Gómez Pompa, 2016).

CONCLUSIONES

A partir del ejemplo del barbasco y cabeza de negro queda de manifiesto que los PFNM tienen un enorme potencial para generar riqueza. Sin embargo, para que su contribución al bienestar y a mejorar la calidad de vida en zonas rurales sea de mayor calado se requiere de cambios y adecuaciones significativas. Se necesita generar las condiciones para que los recolectores tengan mayor control de los recursos naturales y en la gestión y administración de los mismos. Esto puede lograrse a través de la organización de los recolectores-productores que les permita acceder a financiamientos. También se requiere de capacitación en los diversos campos del manejo, procesamiento, transformación y comercialización de los PFNM, de información y transparencia en las vías de comercio, de tal manera que la distribución de los beneficios generados pueda ser en verdad justa y equitativa entre todos quienes participen en las cadenas de producción a consumo.

La etnobotánica tiene en estos campos una gran tarea, sirviendo como puente y conexión entre los actores de las cadenas de valor de los PFNM, acompañando e incidiendo para que los recolectores se apropien de la información y que mediante capacitación logren ser autogestivos y líderes en la gobernanza de estos recursos naturales, de modo que realmente sean un factor que contribuya a la erradicación de la pobreza, logrando junto con ello avances reales y significativos en la conservación del ambiente y de la biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las autoridades del Instituto de Biología y del Jardín Botánico por las facilidades dadas para la realización de este trabajo. Se agradece a las/los revisoras/es por sus comentarios, observaciones y recomendaciones que en mucho contribuyeron a mejorar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- ACS-SQM. 1999. *An international historic chemical landmark. The "Marker Degradation" and creation of the Mexican Steroid Hormone Industry 1938-1945*. American Chemical Society. Sociedad Química de México. Washington D. C.
- Alexiades, M.N. y P. Shanley. (Eds) 2004. *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*. Volumen 3 – América Latina. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Anónimo. 1976. Aumento de precio del barbasco. *Revista de Comercio Exterior* 26(5): 536-539 http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/371/14/CE_MAYO_1976.pdf (verificado junio 2021)
- Argueta, A. y J. Arellano. 1974. El barbasco, una planta mexicana como ejemplo de neocolonialismo. *Biología* 4(4): 102-106.
- Banco Mundial. 2022. *Reseña: Ajuste en las líneas mundiales de pobreza* <https://www.bancomundial.org/es/news/factsheet/2022/05/02/fact-sheet-an-adjustment-to-global-poverty-lines> (verificado noviembre 2022)
- Blancas, J., J. Caballero, y L. Beltrán. 2017. *Los Productos Forestales No Maderables de México. Fascículo 1. Panorama general*. Red Temática PFNM. CONACyT: México.
- CONAPO. 2011. *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010*. http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_marginacion/mf2010/CapitulosPDF/Anexo%20B3.pdf (verificado junio 2021)
- Crabbé, P. 1979. Historias de esteroides y dioscóreas. *El Correo de la UNESCO*. 32: 33-34
- De Beer, J. y M. McDermott. 1989. *The economic value of non-timber forest products in Southeast Asia*. IUCN. Amsterdam.
- Dinero en el tiempo. https://www.dineroeneltiempo.com/dolar/de-1974-a-valor-presente_consultado_mayo_2021 (verificado mayo 2021)
- FAO. 1999. Hacia una definición uniforme de los productos forestales no madereros. *Unasylva* 50(198):63-64. <http://www.fao.org/3/Y1457s/>

- [Y1457S06.htm#P219_25077](#) (verificado junio 2021)
- FAO. 2007. *Situación de los bosques del mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. <http://www.fao.org/docrep/009/a0773s/a0773s00.htm> (verificado junio 2021)
- García, V. 2007. *La presa Miguel Alemán. Un gran monstruo devorador de hombres*. <https://biblat.unam.mx/hevila/Boletindelarquivohistoricodelagua/2007/vol12/no35/4.pdf> (verificado junio 2021)
- Gereffi, G. 1977. Los oligopolios internacionales, el estado y el desarrollo industrial de México: el caso de la industria de hormonas esteroides. *Foro internacional XVII* 4(68): 490-541.
- Godínez, R., P. Aceves y L. Schifter. 2019. La Industria Nacional Químico-Farmacéutica, S.A. de C.V. y P.E. (1949-1964). Un modelo sobresaliente de organización científica y empresarial. *Educación Química* 30(1): 149-160. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2019.1.65578
- Gómez-Pompa, A. 1986. La botánica económica, un punto de vista. IV Congreso Latinoamericano de Botánica. 29 junio-5 julio 1986. Medellín, Colombia.
- Gómez-Pompa, A. 2016. *Mi vida en las selvas tropicales*. Sitio oficial. <http://www.reservaeleden.org/agp/pdf/AutobiografiaAGP.pdf> (verificado mayo 2021)
- Hernández, Y., J. Chamizo, M. Kjelche-Dray y J. Russell. 2015. The Scientific Impact of Mexican Steroid Research 1935–1965: A Bibliometric and Historiographic Analysis. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. DOI: 10.1002/asi.23493
- Hernández X., E., A. Gómez-Pompa y J. Chavelas. 1972. Contribuciones de la Comisión de estudios sobre ecología de las dioscóreas en México, 1959-1979. *Publicación Especial* 8: 17-27. INIF. México.
- Hinke, N. 1997. El barbasco. *Ciencias* 48: 28-31.
- Juaristi E. (comp). 2001. Desarrollo de la química en México en el siglo XX. *Ciencia*: 84-97.
- Lehmann, P., A. Bolívar y R. Quintero. 1973. Russell E. Marker. Pioneer of the Mexican steroid industry. *Journal of Chemistry Education* 50(3): 195-199.
- Lehmann, P. 1992. Early history of steroid chemistry in Mexico: the story of three remarkable men. *Steroids* 57:403-408.
- León, F. 1999. *Syntex, origen, apogeo y pérdida de una industria estratégica para México*. Tesis Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. México.
- León F. 2001. El origen de Syntex, una enseñanza histórica en el contexto de la ciencia, tecnología y sociedad. *Revista de la Sociedad Química de México* 45(2): 93-96.
- López, C., S. Chanfón y G. Segura (eds). 2005. *La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales*. SEMARNAT. CECADESU. CONAFOR. PROCYMAF. CIFOR. México.
- Lozoya, X. y C. Zolla. 2015. *Lo invisible es verde*. El vidrio en el espejo. México D. F.
- Mann, J. 2010. The birth of the pill. *Chemistry World*. September: 56-60. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2019.1.65578
- Marshall, E., K. Schreckenber y A.C. Newton. (Eds). 2006. *Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que Influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tomadores de Decisión*. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido.
- Martínez-Alfaro, M. 1970. *Ecología humana del ejido Benito Juárez o Sebastopol*. Tuxtepec, Oaxaca. INIF. Publicación especial 7: 1-156. México
- Martínez-Alfaro, M., V. Evangelista, M. Mendoza, F. Basurto y C. Mapes. 1996. Estudio de la pimienta gorda *Pimenta dioica* (L.) Merrill, un producto forestal no maderable de la Sierra Norte de Puebla, México. En: Alexiades, M. y P. Shanley. *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*. Vol. 3 América Latina. CIFOR. Indonesia.
- Miramontes, L. 2001. La industria de esteroides en México y un descubrimiento que cambiaría el mundo. *Revista de la Sociedad Química de México* 45(3): 102-104.

- Mora, D., E. López y M. Pastrana. 2018. Diosgenina: el precursor químico por excelencia de México. *RD ICUAP* 4 (3): <https://icup.buap.mx/sites/default/files/revista/2018/03/3E8-diosgenina.pdf> (verificado junio 2021)
- Moreno, A. 2011. *Efectos ambientales del programa nacional de desmonte 1972-1982*. Tesis Maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Cologne University of Applied Sciences.
- Portal de datos abiertos UNAM. 2021. Colecciones biológicas. Herbario Nacional. <https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/> (verificado junio 2021)
- Pulido, M. 2014. Realidades y retos para el aprovechamiento de los productos forestales no maderables: análisis de cinco estudios de caso. En: Dos Santos, T., C. Moura, L. Lima y F. Ribeiro (Org). *Botânica na América Latina: conhecimento, interação e difusão*. XI Congreso Latinoamericano de Botánica. Sociedade Botânica do Brasil. Salvador BA.
- Russell, M.E. & E. Rohrmann. 1939. Sterols. LXXXI. Conversion of Sarsasapogenin to *Pregnandiol-3(α),20(α)*. *Journal American Chemical Society* 61(12): 3592–3. DOI: [10.1021/ja01267a513](https://doi.org/10.1021/ja01267a513).
- Segura, G. 2006. Prefacio. En: Marshall, E., K. Schreckenberg & A.C. Newton. (Eds). 2006. *Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que Influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tomadores de Decisión*. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido.
- Shackleton, C., C. Delang, S. Shackleton & P. Shanley. 2011a. Non-timber Forest Products: Concept and Definitions. In: Shackleton, S., C. Shackleton y P. Shanley. (eds). *Non-Timber Forest Products in the global context*. Springer. Berlin.
- Shackleton, S., C. Delang y A. Angelsen. 2011b. From subsistence to Safety Nets and Cash Income: Exploring the Diverse Values of Non-Timber Forest Products for Livelihoods and Poverty Alleviation. In: Shackleton, S., C. Shackleton y P. Shanley. (eds). *Non-Timber Forest Products in the global context*. Springer. Berlin.
- Schreckenberg, K., J. Rushton, F. Edouard, D. Willemte Velde, E. Marshall, A. Newton & A. Bojanic. 2006. Conclusiones del estudio. Comparación de los casos de estudio para determinar los factores que influyen en el éxito. En: Marshall, E., K. Schreckenberg & A.C. Newton. (Eds). *Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que Influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tomadores de Decisión*. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido.
- Sills, E., P. Shanley, F. Paumgarten, J. de Beer & A. Pierce. 2011. Evolving Perspectives on Non-timber Forest Products. In: Shackleton, S., C. Shackleton & P. Shanley. (eds). *Non-Timber Forest Products in the global context*. Springer. Berlin.
- Sosa, V. y I. Valdivieso. 2013. Familia Dioscoreaceae. Flora del Bajío. Fascículo 177. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz.
- Soto, G. 2020. *Laboratorios en la selva. Campesinos mexicanos, proyectos nacionales y la creación de la píldora anticonceptiva*. FCE. México.
- Stanley, D., R. Voeks y L. Short. 2012. Is Non-Timber Forest Product Harvest Sustainable in the Less Developed World? A Systematic Review of the Recent Economic and Ecological Literature. *Ethnobiology and Conservation* 1(9): 1-39. DOI: [10.15451/ec2012-8-1.9-1-39](https://doi.org/10.15451/ec2012-8-1.9-1-39)
- Téllez, O. y B. Schubert. 1994. *Dioscorea*. En: G. Davidse, M. Sousa Sánchez & A.O. Chater (eds.) *Flora Mesoamericana*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Tsukamoto, T. y Y. Ueno. 1936. *J. Pharm. Soc. Japan*, 56, 135. (*Chem. Zentr.*, 108, I).
- Velasco, J. 1991. *Comunidades chinantecas del Uxpanana, Veracruz*. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/1705/199179P27.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (verificado junio 2021)
- Waisel, J. 2009. El uso tradicional de las especies del género *Dioscorea*. *Revista de fitoterapia* 9(1): 53-67.

WFO. 2021. *Dioscorea* L. published on the Internet
<http://worldfloraonline.org/taxon/wfo-4000011843>
verificado 7 junio 2021

Zamora, G. 1993. Del barbasco a la progesterona. En:
Juan M., A. Bondani, J. Sanfilippo y E. Berumen
(coord.) *Investigación científica de la herbolaria
medicinal mexicana*. Secretaría de Salud. México.