

CATALOGADO

Distr.
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.403 (SEM.55/2)
7 de abril de 1993

ORIGINAL: ESPAÑOL

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Seminario sobre Fomento de la Producción de Plantas
Medicinales y su Industrialización en Centroamérica

Tegucigalpa, Honduras, 13 y 14 de mayo de 1993

**CENTROAMERICA: FOMENTO DE LA PRODUCCION DE PLANTAS
MEDICINALES Y SU INDUSTRIALIZACION**

Este documento no ha sido sometido a revisión editorial.

INDICE

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
I. LA IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS MEDICINALES	5
II. USO ACTUAL DE LAS PLANTAS MEDICINALES EN CENTROAMERICA	11
1. Investigaciones	11
2. Acciones desarrolladas	12
a) Costa Rica	12
b) El Salvador	14
c) Guatemala	15
d) Honduras	18
e) Nicaragua	19
3. Producción comercial	21
III. PLANTAS SELECCIONADAS	23
1. Guayaba	23
a) Definición	24
b) Agrotecnología y rendimiento	24
c) Usos etnomédicos	25
d) Actividad biológica	26
e) Producción industrial	27
f) Precios y mercados	28
2. Juanilama	29
a) Definición	29
b) Agrotecnología y rendimiento	29
c) Usos etnomédicos	30
d) Actividad biológica	30
e) Producción industrial	31
f) Precios y mercados	31

	<u>Página</u>
3. Llantén	32
a) Definición	32
b) Agrotecnología y rendimiento	32
c) Usos etnomédicos	33
d) Actividad biológica	33
e) Producción industrial	34
f) Precios y mercados	34
4. Marrubio	34
a) Definición	35
b) Agrotecnología y rendimiento	35
c) Usos etnomédicos	36
d) Actividad biológica	36
e) Producción industrial	36
f) Precios y mercados	37
5. Pericón	37
a) Definición	38
b) Agrotecnología y rendimiento	38
c) Usos etnomédicos	39
d) Actividad biológica	39
e) Producción industrial	40
f) Precios y mercados	41
6. Saúco	42
a) Definición	42
b) Agrotecnología	42
c) Usos etnomédicos	42
d) Actividad biológica	43
e) Producción industrial	44
f) Precios y mercados	44
7. Sábila	45
a) Definición	45
b) Agrotecnología y rendimiento	46
c) Usos etnomédicos	46
d) Actividad biológica	47
e) Producción industrial	48
f) Precios y mercados	49

8.	Calea	50
	a) Definición	50
	b) Agrotecnología y rendimiento	50
	c) Usos etnomédicos	51
	d) Precios y mercados	51
9.	Eucalipto	51
	a) Definición	52
	b) Agrotecnología y rendimiento	52
	c) Usos etnomédicos	54
	d) Actividad biológica	54
	e) Producción industrial	54
	f) Precios y mercados	55
10.	Zarzaparrilla	56
	a) Definición	57
	b) Agrotecnología y rendimiento	58
	c) Usos etnomédicos	58
	d) Actividad biológica	59
	e) Producción industrial	60
	f) Precios y mercados	61
11.	Altamiza	61
	a) Definición	62
	b) Agrotecnología y rendimiento	62
	c) Usos etnomédicos	62
	d) Actividad biológica	63
	e) Producción industrial	63
	f) Precios y mercados	64
12.	Epazote	64
	a) Definición	64
	b) Agrotecnología y rendimiento	65
	c) Usos etnomédicos	65
	d) Actividad biológica	65
	e) Producción industrial	66
	f) Precios y mercados	66

	<u>Página</u>
13. Tomillo	67
a) Definición	67
b) Agrotecnología y rendimiento	67
c) Usos etnomédicos	68
d) Actividad biológica	69
14. Zacate Limón	69
a) Definición	69
b) Agrotecnología y rendimiento	70
c) Usos etnomédicos	70
d) Actividad biológica	70
15. Albahaca	71
a) Definición	71
b) Agrotecnología y rendimiento	71
c) Usos etnomédicos	72
d) Actividad biológica	72
16. Orégano Silvestre	72
a) Agrotecnología y rendimiento	73
b) Usos etnomédicos	73
17. Otras especies con potencialidad en la región	73
IV. LA PRODUCCION DE PLANTAS MEDICINALES	74
1. Huertos para la producción de plantas medicinales	74
2. Cultivo y conservación de las plantas medicinales	77
a) Propagación	78
b) Labores culturales	79
c) Cosecha	80
d) Conservación de las plantas	80
e) Preparaciones básicas para el empleo de las plantas medicinales	83

	<u>Página</u>
V. INDUSTRIALIZACION	85
1. Introducción	85
2. Planta industrial	86
a) Descripción de procesos	87
b) Diseño preliminar de la planta	89
c) Localización de la planta	91
d) Disposición de residuos y efluyentes	92
e) Evaluación económica	92
3. Planta artesanal	94
a) Descripción de procesos	94
b) Localización de la planta	95
c) Evaluación económica	95
4. Eritromicina	96
a) Mercado	96
b) Caracterización de la eritromicina	96
c) Descripción del proceso	96
d) Evaluación económica	97
5. Procesamiento de la sábila	98
a) Formas de comercialización	98
b) Tecnología	98
c) Tamaño de la planta	99
d) Evaluación económica	99
VI. EL PROGRAMA DE MEDICINA POPULAR	100
1. Introducción	100
2. Las comisiones de medicina popular	100
3. Costos del programa	103
<u>Anexo estadístico</u>	105

INTRODUCCION

De acuerdo con la definición de F. Muñoz, ^{1/} las plantas medicinales son "aquellos vegetales que elaboran unos productos llamados principios activos, que son sustancias que ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial, sobre el organismo vivo. Su utilidad primordial, a veces específica, es servir como droga o medicamento que alivie la enfermedad o restablezca la salud perdida; es decir, que tienden a disminuir o neutralizar el desequilibrio orgánico que es la enfermedad. Constituyen aproximadamente la séptima parte de las especies existentes."

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) indicaba en 1991: "Los medicamentos herbolarios son productos medicinales terminados y etiquetados que contienen como ingrediente activo partes aéreas o subterráneas de plantas, u otro material vegetal, o una combinación, ya sea en estado crudo o en preparados. El material vegetal incluye jugos, gomas, aceites grasos, aceites esenciales, o cualquier otra sustancia de esta naturaleza. Los medicamentos herbolarios pueden contener excipientes además de los ingredientes activos. Las medicinas que contengan material vegetal combinado con sustancias activas definidas como químicas, incluyendo compuestos aislados de plantas, no se considerarán medicamentos herbolarios."

Como en todos los países del mundo, en Centroamérica la medicina tradicional ha estado presente a través de la historia. La riquísima diversidad vegetal permite suponer la presencia de una amplia gama de plantas medicinales.

Los grupos étnicos asentados en Centroamérica hacían uso de los recursos naturales, limitados por sus conocimientos y la tecnología de que disponían. Aparentemente, eran pueblos que gozaban de buena salud y fuerza física para los trabajos que emprendían.

El uso de plantas medicinales continuó a través de la Colonia y la Independencia, aunque actualmente su difusión se ha restringido en algunos lugares por el avance de la medicina moderna y el uso de medicamentos químicos, que cada vez guardan una menor relación con sus precursores.

La medicina tradicional ha mantenido su lugar, principalmente en las zonas rurales, donde por problemas de ingresos o dificultades en los abastecimientos, los medicamentos alópatas son prácticamente inalcanzables. En las zonas urbanas el uso de medicamentos químicos está muy

^{1/} Véase, F. Muñoz, Plantas Medicinales y Aromáticas. Estudio, Cultivo y Procesado, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España, 1987.

difundido, ya sea por comodidad o por tener un mayor conocimiento de sus ingredientes y sus efectos, aunque el costo es relativamente alto. En zonas urbanas marginales, no obstante, la medicina alópata es poco utilizada, básicamente por su alto precio, razón por la cual casi no se consumen medicamentos.

Existen, naturalmente, servicios de salud en los países centroamericanos, pero por lo reducido de sus presupuestos sus alcances son limitados. La excepción está representada por Costa Rica, donde el gobierno se ha concientizado sobre la necesidad de una acción en este campo y ha emprendido su cobertura, en todo en lo que se refiere a la medicina preventiva.

En Centroamérica, así como en otros países en desarrollo, se han hecho esfuerzos en los últimos años por promover la investigación y el uso de plantas medicinales, sobre todo para comprobar sus efectos farmacológicos, ensayar los mejores métodos de extracción, y lograr la caracterización de sus principios activos. También se ha empezado a estudiar la flora nacional con objeto de descubrir nuevas sustancias que puedan ser utilizadas en la curación de algunas enfermedades, en especial aquellas que tienen una mayor incidencia en la población.

Las enfermedades gastrointestinales y respiratorias son las principales causas de defunción entre la población de Centroamérica, principalmente en el campo; ambas son previsibles y su curación podría ser fácil si hubiera un sistema que hiciera asequible las plantas adecuadas a la población necesitada.

Además, Centroamérica ha tenido experiencia en la exportación de algunas plantas medicinales; aunque en años recientes esta actividad ha experimentado tendencias decrecientes.

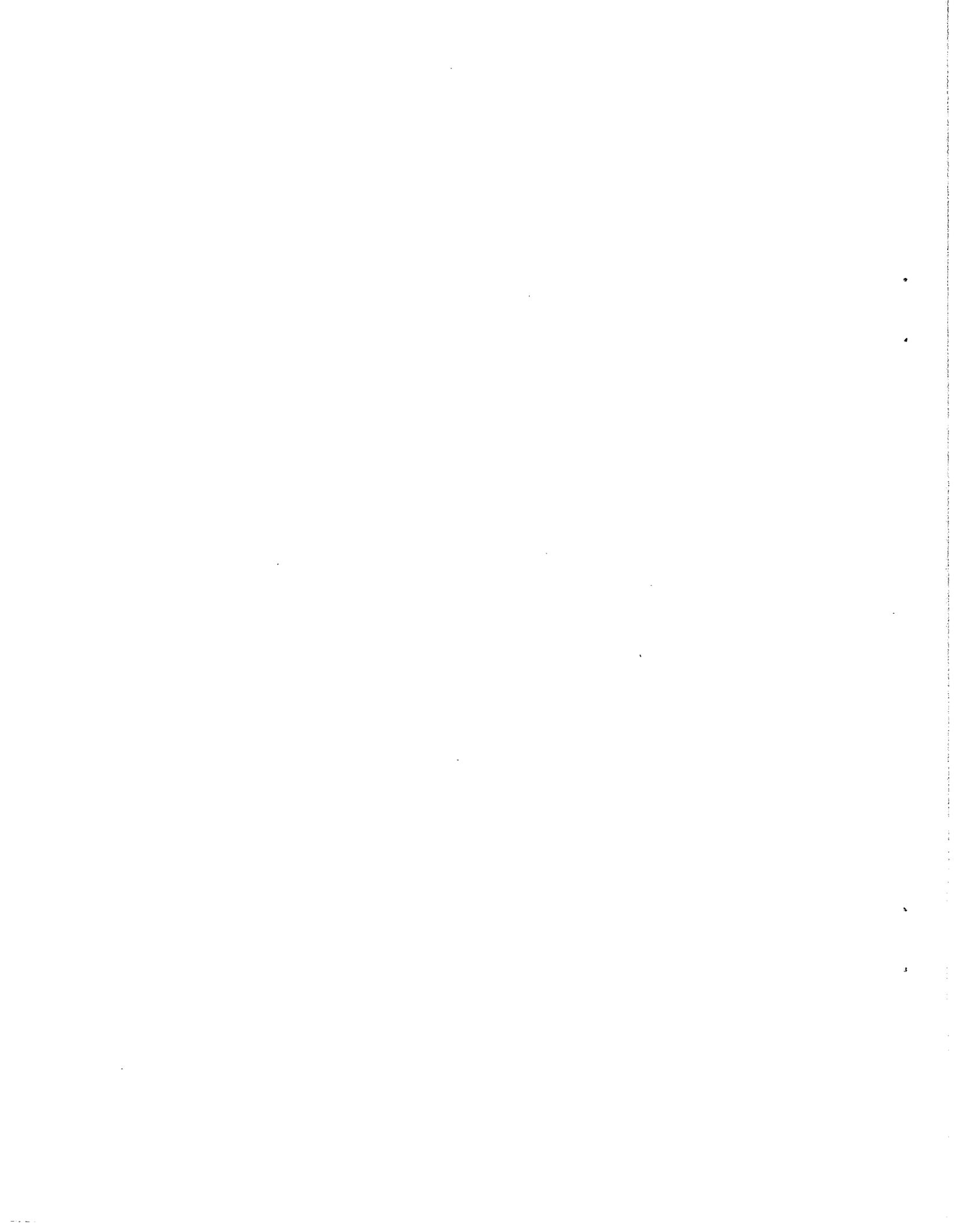
El presente documento intenta proponer acciones para promover la producción de plantas medicinales y su industrialización. Con ello se pretende lograr ventas al exterior y mejorar la salud de la población del campo, principalmente, mediante la utilización de un sistema que posibilite el acceso a una medicina que utilice plantas como materia prima, y que ayude a controlar enfermedades endémicas que atentan contra los niños y el futuro desarrollo de esas áreas. Un pueblo sano será siempre un mejor instrumento para alcanzar etapas más productivas que conduzcan a una vida mejor.

Para colaborar en el logro de esos objetivos, la Subsección en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) se ha abocado a analizar la posibilidad de ampliar la producción, las exportaciones y el consumo de plantas medicinales en los países de la región.

En este contexto, se solicitó al Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) que elaborara un estudio a nivel de perfil técnico-económico, sobre las posibilidades de industrializar doce plantas medicinales de la región centroamericana. El estudio llevado a cabo por el ICAITI y sus principales conclusiones forman parte del presente documento.

Después de un período de investigaciones complementarias a las del ICAITI, se ha llegado a la conclusión de que es factible producir productos farmacéuticos que utilicen plantas medicinales. En este documento se plantean dos modalidades de producción. Una de ellas se relaciona con plantas industriales que puedan abastecer a los centros urbanos y, eventualmente, realizar exportaciones; la otra, señala la conveniencia de establecer microempresas que elaboren medicamentos para el consumo de la población rural.

El programa de producción e industrialización de plantas medicinales, especialmente el de carácter artesanal, tendrá que estar ligado estrechamente a las labores que realizan los gobiernos centroamericanos a través de sus Ministerios de Salud apoyados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Oficina Panamericana de la Salud (OPS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) en materia de combate a la diarrea, considerada como la principal causa de muerte de los niños.



I. LA IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS MEDICINALES

Los países en desarrollo han sido los principales proveedores de plantas medicinales y, en algunos casos, los únicos productores y exportadores, como es el caso de la chinchona e ipecacuana, dos cultivos establecidos en Costa Rica. Si bien algunas otras plantas se desarrollan en otros países, sus costos de producción son mayores debido a la escasez y alto precio de la mano de obra, así como a otros factores. Esta situación determina que los países en desarrollo ofrezcan mejores perspectivas para su abasto, ya que muchas de las plantas crecen en forma silvestre e incluso pueden ser cultivadas en sus territorios. Cuentan, además, con mano de obra suficiente que les permite producirlas y venderlas a precios competitivos. El caso de la síntesis de reserpina (agente hipotensivo, extraído de Rauwolfia), es ilustrativo de ello. A mediados de los setenta el costo aproximado de un gramo sintético era de 1.25 dólares, mientras que el extraído de la planta era de 0.75 dólares. ^{2/}

Las plantas medicinales, pese a los altibajos de su demanda, mantienen un lugar de importancia en la medicina moderna. La síntesis de nuevas sustancias es cara, y los costos de investigación tan altos, que los laboratorios no parecen estar dispuestos a invertir cuando no existe la seguridad de que las perspectivas de éxito sean buenas.

Por otro lado, la expansión en otras ramas industriales, como puede ser la cosmetología, la curtiembre, la industria alimentaria y de bebidas, lleva a prever que las posibilidades de empresas especializadas en la producción de plantas para uso de estas industrias constituya una buena opción en los países agrícolas en desarrollo. Se pueden mencionar, por ejemplo, la quinina para la industria de refrescos, la papaína para la cervecera y la de la carne, así como, la sábila para la preparación de champús, jabones y cremas.

Los grandes laboratorios de los países desarrollados tienen abastecedores con experiencia en algunos países en desarrollo, con los cuales los centroamericanos tendrían que competir, pues las plantas necesitan tratamientos, en algunos casos sofisticados, antes de ser exportadas y algunas requieren cuidados específicos para evitar su descomposición, técnicas disponibles, incluso, a través de los importadores, algunas fáciles y otras no tanto, pero, indudablemente, al alcance de los

^{2/} Véase, M. Plotkin, "Conservation, Ethnobotany and the Search for New Jungle Medicines: Pharmacognosy comes of Age... Again", Pharmacotherapy, No. 8, 1988, págs. 257-262.

exportadores centroamericanos que ya tienen experiencia registrada, que sólo se necesitaría impulsar y desarrollar.

Los datos sobre las exportaciones de plantas y partes de plantas efectuadas por Centroamérica durante la década pasada, muestran, sin embargo, un decremento al pasar de 3.8 millones de dólares en 1980 a 2.0 en 1988. Los cambios más dramáticos se registran en Guatemala, país que redujo sus exportaciones a una tercera parte entre 1980 y 1988, caso contrario al de Costa Rica, cuya exportación aumentó más de cinco veces, mostrando la potencialidad que estos productos encierran. (Véase el cuadro 1.) ^{3/}

En el caso de Costa Rica, un factor importante que explique tal incremento podría ser el hecho de que es uno de los pocos países que cultivan especies comercialmente importantes (chinchona e ipecacuana), aunque no es posible definir el porcentaje con que tales especies contribuyen a las exportaciones. La relativa estabilidad social que este país ha mantenido puede ser otro factor importante. Por el contrario, la dramática caída de las exportaciones en Guatemala pudiera estar ligado, por una parte, al desarrollo de productos sintéticos que ya no utilizan materias primas naturales y, por otra, a la crisis económica y social que vive este país. También juega un papel restrictivo en las exportaciones el proceso de deforestación que ha sufrido Centroamérica, lo que ha reducido drásticamente las posibilidades de recolección de estas plantas eminentemente silvestres.

En la farmacopea moderna, en efecto, el uso de plantas ha disminuido, mientras que aumenta el número de sustancias sintéticas utilizables. Esto es lógico por la dificultad de conseguir más y más plantas medicinales en las cantidades necesarias para surtir de materia prima a una industria en expansión. Sin embargo, así como algunas plantas han dejado de utilizarse, otras han visto aumentar su demanda y, en algunos casos, plantas anteriormente desechadas han sido investigadas para utilizar otros compuestos para otras medicinas.

Son dos las causas principales que se han presentado en las relaciones comerciales de estas plantas a través del tiempo: la calidad variable y la irregularidad de los suministros. En el pasado las grandes empresas han estado dispuestas a invertir para solucionar estos problemas. Esta podría ser la clave para los centroamericanos que estén dispuestos a financiar esta actividad.

^{3/} Los cuadros que se mencionan a lo largo del documento se encuentran en el anexo estadístico.

La expansión de la cobertura de exportación hacia nuevas plantas medicinales es factible con la premisa de que se deben profundizar los estudios de mercado para aquellas plantas que muestren mejores posibilidades. La demanda existe, pero habría que explorar en qué condiciones y bajo qué características Centroamérica puede participar en ella. Productos utilizados en cosmetología como la sábila, tienen amplios mercados, y de hecho algunos países han exportado pequeñas cantidades. (Véase de nuevo el cuadro 1.)

Establecer un mercado continuo para estos productos en la actualidad depende en gran medida de los costos de producción centroamericanos frente a los internacionales. Se dispone de conocimiento sobre el manejo de estos productos, pero faltaría determinar las causas que influyen en los altos costos y eliminarlas.

Los países centroamericanos importan productos ya elaborados como aceites esenciales y productos de perfumería cuyos valores también han descendido durante la década de los ochenta, al pasar de 116 millones de dólares en 1980 a 89 en 1988. (Véase el cuadro 2.)

Los signos de la crisis económica internacional de los años ochenta, aunados a los conflictos sociopolíticos regionales, han profundizado las dramáticas condiciones de vida de gran parte de la población centroamericana. Estudios realizados por la CEPAL hace algunos años revelan el predominio de la pobreza: "En cifras absolutas, del total de 22.6 millones de habitantes con que contaba el Istmo Centroamericano en 1980, 13.6 millones eran pobres (5.1 millones no lograban satisfacer sus necesidades básicas y 8.5 millones se encontraban en situación de pobreza extrema), 9.2 millones de ellos correspondían a las zonas rurales y 4.5 millones a las ciudades. La gran mayoría de la población en condiciones de pobreza extrema se encontraba en el campo". ^{4/} La inestabilidad de la estructura social se tradujo en aumento del desempleo, deterioro del ingreso real, desequilibrio en la balanza de pagos y de las finanzas públicas. Lo anterior ha desencadenado una situación difícil para la población en general, pero en especial para aquella de escasos recursos económicos, cuyo nivel de vida se ha deteriorado de manera importante. (Véase el cuadro 3.)

Los datos muestran que Centroamérica es básicamente de índole rural. Hacia 1992, el 55 % de la población total centroamericana habitaba en áreas rurales; esto es, 15.5 millones de personas de los 28 millones que integraban la población total de la región, se ubicaba en lugares con

^{4/} Véase, CEPAL, Satisfacción de las necesidades básicas de la población del Istmo Centroamericano (E/CEPAL/MEX/83/L.32), México, noviembre, 1983.

insuficientes servicios médicos y sanitarios. En 1989, el 62% de la población guatemalteca habitaba en asentamientos menores de 2,000 habitantes (lo que constituía el 90% de las localidades del país). (Véase el cuadro 4.) Es verdad que existe, asimismo, cierta tendencia hacia un mayor crecimiento de la población urbana que la rural y ello se debe a las condiciones del campo, que en general, no ofrecen incentivos ni opciones atractivas que fortalezcan la permanencia de la gente en la comunidad rural.

Se aprecia en la región centroamericana un enorme desequilibrio entre las condiciones de salud que predominan y las acciones dirigidas a la satisfacción de necesidades sociales (medicamentos, servicios sanitarios, entre ellas). Por lo que se refiere a las primeras, el Instituto Centroamericano de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) revela que en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, los problemas de morbi-mortalidad y desnutrición proteínico-energética afectan principalmente a la población infantil; predominan procesos infecciosos y carenciales que colocan como la principal causa de muerte en la población, en general, a las enfermedades gastrointestinales y, entre los menores de cinco años, a las enfermedades diarreicas, de las vías respiratorias y las prevenibles por vacunación. ^{5/} Por lo que se refiere a las segundas, hay que tener presente que "la disponibilidad de medicamentos y servicios sanitarios en general es mucho mayor en las ciudades que en el campo y el gasto público relativo a diversos tipos de medicamentos no son equiparables a la incidencia nacional de las enfermedades. Se da el caso de que los hospitales urbanos absorban el 80% del gasto nacional y sólo atiendan a las necesidades del 20 o el 30% de la población." ^{6/}

A lo anterior es necesario agregar que en la actualidad, los recursos económicos y humanos dedicados a resolver los problemas de salud son escasos y su cobertura es limitada debido, principalmente, a problemas de presupuesto y a falta de material humano con disposición de afincarse en pequeños poblados y comunidades del interior de los países, aun cuando destaca el mayor esfuerzo que ha hecho Costa Rica en esta materia.

De acuerdo con la Oficina Panamericana de la Salud (OPS/OMS), el número de médicos dedicados a atender las necesidades del sector varía de 4.2 en Honduras a 8.1 en Costa Rica por cada

^{5/} Véase, INCAP, Análisis de la Situación Alimentaria y Nutricional en Centroamérica y Panamá, Resumen Ejecutivo, mimeo, Guatemala, junio, 1989.

^{6/} Véase, PNUD, "Cooperación económica y técnica en el sector farmacéutico", Medicina Tradicional, 1980.

10,000 habitantes. (Véase el cuadro 5.) Más aún, cada persona dedicada a actividades de salud (médicos, odontólogos, enfermeras y auxiliares de enfermería) atienden en promedio a 336 personas al año en Costa Rica o 797 en Guatemala. Si se excluye de esta cifra a las enfermeras y las auxiliares de enfermería, que conforman más del 50% de estos recursos dedicados a la atención de la salud, los promedios de los profesionales descenderían a cifras que indican realmente muy reducido grado de atención a la salud. A nivel global, Centroamérica contaba en 1988 con 45,687 personas que atendían problemas de salud a una población de aproximadamente 25 millones de personas, lo que da un promedio de 547 personas por cada funcionario de salud.

Debe tomarse en cuenta, también, que en estas estadísticas se incluyen a todos los profesionales en el campo de la salud y que seguramente, muchos de ellos, ejercen su profesión en forma particular, lo cual hace disminuir todavía más el tiempo de las personas que se dedican a la medicina social a través de los ministerios de salud o los institutos de seguridad social. No sólo falta un servicio eficaz, sino que también hay desatención de la población rural, ya que, como se acaba de señalar, la concentración de los servicios se da en las zonas urbanas.

Esta situación refleja, naturalmente, los limitados recursos que los gobiernos asignan a las instituciones de salud. (Véase el cuadro 6.) La marcada diferencia entre Costa Rica y los demás países de la región, se hace más notoria cuando se observan los grandes esfuerzos económicos realizados por este país, lo que se percibe en la información destinada a medir la evolución de la esperanza de vida al nacer en cada uno de ellos. En efecto, Costa Rica señala una esperanza de vida de 75 años en comparación con cifras que fluctúan entre 64 y 66 años de los países restantes. (Véase el cuadro 7.)

La falta de recursos se refleja en toda la infraestructura instalada del sector salud. Los hospitales y centros de salud que atienden a la población son pocos, situados, los primeros, en los centros poblacionales más grandes. Principalmente son instituciones privadas caras, a donde tiene poco o ningún acceso la mayoría de la población. Las camas disponibles por país tienen índices muy bajos (entre 1.1 y 2.6 por cada 1,000 habitantes), y los servicios sociales cubren un porcentaje muy limitado de la población, con excepción de Costa Rica, que ha hecho un trabajo extraordinario en los últimos años, llegando a atender a cerca del 85% de su población. ^{7/} (Véase el cuadro 8.)

^{7/} Véase, UNCTAD, Política tecnológica en el sector farmacéutico de Costa Rica, mimeo, 1982.

La expansión de los servicios de salud es de primordial importancia, ya que los países requieren de una población sana y fuerte, ávida de participar en el logro de su propio desarrollo. El mejoramiento de las instituciones sanitarias está limitado, sin embargo, por los problemas económicos por los que atraviesan los países. La creación de infraestructura sanitaria y el mantenimiento de servicios acordes con las necesidades, son obstáculos que, por su costo, están por ahora fuera del alcance de los gobiernos centroamericanos. Encontrar un sistema de atención de salud que, cuando menos, sea útil en la prevención de las enfermedades con índices de incidencia más altos, debería ser el esfuerzo prioritario de los países en estos momentos.

II. USO ACTUAL DE LAS PLANTAS MEDICINALES EN CENTROAMERICA

1. Investigaciones

Todos los países centroamericanos están realizando esfuerzos orientados a expandir el uso de plantas medicinales para la curación de enfermedades frecuentes, algunas de las cuales llegan a ser crónicas e identificadas como la principal causa de mortalidad. Las Facultades de farmacia de las universidades, en estrecha colaboración con otras instituciones, desarrollan labores de investigación, en especial, sobre plantas nativas con relación a su localización geográfica, su capacidad curativa ^{8/} y su forma de difusión. Todos estos intentos, sin embargo, aún los de nivel académico, no han logrado influir todavía sobre la población para la que supuestamente están orientados.

La investigación en torno a las plantas medicinales es muy amplia, principalmente por la participación de estudiantes universitarios que preparan sus tesis de grado sobre el tema. Los aspectos que tratan son muy variados, pero destacan los relacionados con la utilización de una o varias plantas para la curación de enfermedades presentes en Centroamérica.

También se han hecho investigaciones para la producción de fármacos como la atropina, la cafeína y la digitoxina. ^{9/} El problema en estos casos no se da en el proceso mismo, sino en la producción a precios que puedan competir con los productos sintéticos a nivel internacional.

Además, el problema principal para la producción de plantas medicinales en forma masiva es la falta de conocimiento sobre lo que necesita la planta (clima, tipo de suelo, etc.), estudio que sería necesario llevar a cabo para cada una de ellas, además de las investigaciones científicas para que las plantas puedan competir con los fármacos.

Resulta muy difícil que tanto los laboratorios extranjeros como los locales acepten en la actualidad producir fármacos de plantas medicinales, mientras no estén científicamente comprobadas sus sustancias, para que pueden ser utilizadas y evidenciar, asimismo, sus efectos colaterales. No hay duda de que dicha experimentación es costosa y tardaría varios años, pero se debe reconocer que los laboratorios tampoco han realizado investigaciones con esos fines. No por ello debe descartarse, sin

^{8/} Las plantas medicinales se usaban siempre en forma empírica y en pocas oportunidades se hacían pruebas de laboratorio para probar su efectividad, dosificación, etc.

^{9/} Se obtienen de la Atropa Belladona, Coffea Arábica y Digitalis purpúrea, respectivamente.

embargo, la idea de que las plantas medicinales puedan ser utilizadas por las comunidades rurales en formas de infusiones o jarabes.

No cabe, tampoco, la menor duda de que se podrían utilizar otro tipo de materias primas agrícolas para la producción de almidón, agua destilada, alcohol y azúcares para las fermentaciones, que podrían ser de gran utilidad para los laboratorios locales y que son materiales importados en su mayoría. Por otra parte, los laboratorios locales no producen, sino que únicamente envasan.

2. Acciones desarrolladas

Vale la pena señalar los esfuerzos meritorios de los diferentes países:

a) Costa Rica

El estudio del cultivo y propagación de plantas medicinales se ha iniciado desde hace algunos años. En este proceso participan diferentes instituciones como la Universidad de Costa Rica, el Instituto de Desarrollo Agrario y la Estación Experimental "Fabio Baudrit". 10/

El Centro de Investigaciones de Productos Naturales (CIPRONA), de la Facultad de Farmacia de la Universidad, desde hace varios años viene realizando evaluaciones fitoquímicas y farmacológicas en una intensa búsqueda de plantas, ya sea en forma silvestre o cultivada. Algunos resultados han sido publicados. 11/

El CIPRONA llevó a cabo en 1986 una evaluación ecológica de siete especies de interés industrial (aceites esenciales) encaminada a beneficiar a los pequeños agricultores y crear nuevas alternativas de desarrollo. Elaboró, asimismo, un Proyecto sobre el Desarrollo Agroindustrial de Plantas Medicinales en Costa Rica.

Además, el CIPRONA considera que lo más importante es que la actividad biológica de la planta sea reconocida para después llevar a cabo un estudio sobre la domesticación de la misma, a qué mercados se puede destinar, quiénes la producirían y con qué financiamiento; de qué forma se

10/ Centro de Investigaciones de Productos Naturales (CIPRONA), Evaluación ecológica, op. cit.

11/ Véase, Ocampo, R.A. Maffioli, El uso de algunas plantas medicinales en Costa Rica, Vol I, Litografía e Imprenta LIL, S.A. San José, Costa Rica 1987, 100 págs., y Centro de Investigación de Productos Naturales (CIPRONA), Evaluación ecológica de siete especies de interés industrial. Informe final de investigación, San José, Costa Rica, 1986, mecanografiado.

procesarla, y cómo se llevaría a cabo la comercialización, si como materia prima o como producto ya industrializado.

El Departamento de Farmacias del Ministerio de Salud considera que la promoción del cultivo de plantas medicinales podría abarcar a las comunidades rurales que no están cubiertas por la Caja Costarricense del Seguro Social, pues el Ministerio cuenta con 600 medicamentos para sus afiliados, mientras que en las farmacias privadas el número llega a 6,000. Parte importante de la población no afiliada, no tiene acceso a tales medicamentos por sus altos precios.

El Ministerio sabe de la existencia de establecimientos que se dedican a la producción, procesamiento y comercialización de las plantas medicinales --infusiones, jarabes, etc.-- que no están debidamente registrados.

El Proyecto sobre Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Latina del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) está investigando dos plantas medicinales para su producción en forma masiva: la cuculmea (Smilax spp., silvestre), que sirve como depurativo de la sangre, vaso dilatador y diurético, y la zarzaparrilla (Smilax officinalis., silvestre) que sirve para el reumatismo, es antiséptica y cicatrizante.

Algunas plantas medicinales ya están siendo comercializadas a nivel externo como la raicilla y la ipecacuana y se dispone ya de varios documentos sobre el uso de las plantas medicinales, sobre todo en los aspectos fitoquímicos. Es importante también el esfuerzo que se realiza para que la mujer campesina de este país participe en la producción y distribución de plantas medicinales.

En la actualidad, se está llevando a cabo una encuesta sobre comercialización de plantas medicinales, pero hasta el momento no se ha creado en Costa Rica una Comisión Nacional de Plantas que integre a los diferentes sectores.

La representación de los Laboratorios Merck Sharp & Dohme, señala que no está interesado en las plantas medicinales. Aparentemente, sin embargo, dicho laboratorio conjuntamente con el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO), está elaborando un proyecto sobre extracción de productos de las plantas medicinales.

El Centro de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CENPRO) está terminando el documento Diagnóstico y Desarrollo del sector de Plantas Medicinales en Costa Rica. Dicho Centro indica que existe un amplio mercado internacional, pero que a los países industrializados solamente les interesa las plantas medicinales como materia prima.

La experiencia de Costa Rica en la exportación de plantas medicinales se ha dado con la ipecacuana y en menor medida con la chinchona.

b) El Salvador

Se constituyó recientemente la Comisión Nacional de Plantas Medicinales de El Salvador (CONPLAMES) con el propósito de llevar a cabo actividades científicas y educativas relacionadas con la investigación, validación farmacológica y conservación de las plantas medicinales en lo que concierne a la etnobotánica, fitoquímica, farmacognosia, farmacología, industrialización, comercialización y control de calidad.

Dicha Comisión está integrada por el PRODERE, la Fundación Maquilishuat, la Granja-Escuela de Capacitación Agrícola (GECA) y la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, y cuenta con el apoyo de la Organización Mundial de la Salud y de la Cooperación Italiana. La Comisión está elaborando un manual sobre las plantas medicinales, en el que se ilustra para qué sirven y cómo se pueden utilizar. Se están procesando de manera semi-industrial el saúco (Sambucus mexicana) --que sirve como depurativo sanguíneo y en procesos respiratorios en forma de jarabes-- y la altamiza (Chrysanthemum parthenium) que sirve para cólicos, problemas musculares en forma de tinturas y microdosis.

En la actualidad existen dos plantas cuyo empleo está por ser aprobado por la Junta de Servicios: la zarzaparilla (Smilax lundellii) y la juanislama (Calea urticifolia)

En la actualidad la mayoría de las plantas que se consumen en El Salvador son importadas de Guatemala, mientras que el primero exporta bálsamo (Myroxylon salvatoriense) y zacate limón (Cymbopogon citratus).

El Ministerio de Salud se encuentra trabajando a nivel de las comunidades rurales con plantas medicinales. En la actualidad está llevando a cabo un inventario de las plantas en cada región, ^{12/} y a través de promotores se enseñará a dichas comunidades qué plantas pueden utilizar y cuales son tóxicas. El principal problema que tiene El Salvador es que no existe un control de calidad sobre los medicamentos.

^{12/} Véase, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Obtención y aprovechamiento de Extractos Vegetales de la Flora Salvadoreña, PLANTER, Vol. II, 1989, San Salvador, El Salvador, julio de 1990.

La Facultad de Química y Farmacia ha elaborado, asimismo, un estudio relacionado con todas las plantas medicinales existentes en El Salvador.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica, Mecánica y Química de la Universidad Centroamericana Simeón Cañas (UCA) ha llevado a cabo investigaciones sobre la extracción de aceites esenciales en cardamomo, hojas de orégano, marañón y ricino y de plaguicidas naturales. Estarían dispuestos a realizar investigaciones relacionadas con otras plantas medicinales. Su principal objetivo es brindar una alternativa para los sectores populares que no tienen acceso a la medicina moderna por razones económicas. Se está tratando de que cada comunidad cuente con una clínica comunal que posea su propio huerto, y sus habitantes preparen sus medicinas, con la visita de un médico o promotor de salud por lo menos una vez a la semana.

c) **Guatemala**

Destaca en este país el caso del Proyecto que creó la Comisión Nacional para el Aprovechamiento de Plantas Medicinales (CONAPLAMED), el cual logró aglutinar en un único cuerpo, no sólo a la Universidad y sus facultades interesadas, sino también a otros organismos del Estado y a la iniciativa privada. El proyecto, además, despertó el interés por promover una actividad nueva, llena de un promisorio futuro.

La CONAPLAMED está integrada por 15 organismos entre los cuales se encuentran: la Universidad de San Carlos, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, el Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada (CEMAT), la Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica (SEGEPLAN) y el Ministerio de Cultura y Deportes.

El principal objetivo de CONAPLAMED es revalidar científicamente el uso de plantas medicinales para la población de escasos recursos y mejorar de esta manera la atención a la salud.

La CONAPLAMED cuenta con una planta piloto para investigar los procesos industriales de aceites esenciales, que está instalada en la Facultad de Química y fue donada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). En la actualidad está solicitando financiamiento a la OMS/OPS para la valoración clínica de la guayaba y el pericón.

Por su parte, el Ministerio de Salud tiene un anteproyecto sobre la Reglamentación de la Producción y Comercialización Fitoterapéutica.

El Departamento de Control de Medicamentos y Alimentos del Ministerio de Salud está consciente de que la única manera que se tiene de ayudar a la gran mayoría de la población rural y urbana de escasos recursos es mediante la utilización de plantas medicinales. Al igual que en los otros países, se está tratando de capacitar a promotores para que enseñen a las poblaciones rurales el uso de las plantas medicinales. Solamente existe una reglamentación y control de calidad en los productos farmacéuticos definidos que es llevada a cabo por la Comisión Asesora de Productos Fitoterapéuticos (CAPROFI).

El Ministerio de Salud lleva un registro sanitario tanto de las plantas medicinales como de la empresa fabricante, pero en la actualidad no existen patentes.

El Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada (CEMAT), ha estado desarrollando investigaciones con plantas medicinales relacionadas con la atención primaria a la salud y con las enfermedades más frecuentes como son las infecciones, las enfermedades de la piel y las digestivas. ^{13/}

En la actualidad está trabajando en un programa nacional de validación y cultivo (domesticación) de algunas plantas medicinales para probar si es posible su industrialización. Entre ellas se encuentran:

1) Zarzaparrilla (*Smilax lundellii*). Producción de rizoma y de la raíz. La Facultad de Agronomía está investigando si es posible la utilización de la parte aérea. Esta planta es antiséptica, cicatrizante, depurativa y tónica.

Principios: zarzaponinas, glucósidos.

^{13/} Véase, Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada (CEMAT), A. Cáceres, E. Cáceres, L. Girón D. Sapper y G. Pérez, Human Resources Training as an Appropriate Technology for Health in Rural Guatemala, 1979; A. Cáceres, E. Cáceres y L. Girón, Some Guatemalan Experiences on the Use of Traditional Medicine for the Treatment of Diabetes, 1979; C. y E. Cáceres, Información preliminar sobre recuperación y cultivo de plantas útiles en Guatemala, 1984; C. y E. Cáceres, Vestigios de una Ciencia Médica Precolombina en la Guatemala de hoy, 1984; A. Cáceres y L. Girón, Confirmaciones de la acción farmacológica de algunas plantas de uso popular en Guatemala, 1984; A. Cáceres, E. Cáceres y L. Girón, Las plantas medicinales como recurso para la salud y Las plantas medicinales como actividad productiva de microempresarios rurales, 1987; A. Cáceres y L. Girón, Investigación aplicada integral sobre las plantas medicinales en Guatemala, 1988; A. Cáceres, Aportes para una propuesta global que apoye el uso de plantas medicinales por los países en desarrollo: "El caso de Guatemala", 1990, etc.

2) Pericón (Tagetes lucida). Ya han logrado producir la semilla para que pueda ser cultivada. Si se industrializa puede ser utilizada como aceite esencial o medicina en afecciones digestivas, antibiótico, en el cólera y como antiespasmódica.

El problema que existía con dicha planta era que los campesinos la recolectaban antes de la floración. Con un buen manejo se pueden obtener hasta dos cortes. Esta planta está siendo investigada por el Instituto de Ciencia y Tecnología (ICT).

Principios: A-tertienilo, cumarinas, alcaloides.

3) Guayaba (Psidium guajava). Antidiarreica, antibiótico, antiespasmódica. FARMAYA ha producido ya un granulado instantáneo (producto final de tres años de investigación). Se cultiva generalmente como sombra del café y no requeriría de inversiones.

Principios: quercetina, ácido guayavólico, taninos.

4) Mano de Lagarto o Tres puntas (Nneurolaena lobata) o Contragavilana. De Honduras a Guatemala la utilizan como antimalárica. De Honduras a Panamá la utilizan como antidiabética. Están tratando de domesticar la planta y se han logrado trabajos alentadores con el esqueje.

Principios: germacrolidos, derivados de timol.

5) Juanilama o Salvia sija (Lippia alba) u Orozuz (lippia dulcis). Se utiliza como expectorante, antibiótico y edulcorante. Agronómicamente se está trabajando con la lippia dulcis.

Principios Juanilama: geraniol, nerla, linalol, cintronelal.

Principios Orozuz: hernandulcina, ácidos orgánicos.

6) Apacin (Petiveria alliacea). Se está investigando si se puede industrializar en forma de extracto. Su uso es muy amplio como inmunomodulador, regenerador pancreático y antiinflamatorio. Se puede cultivar en los bosques, ya que es una hierba mala silvestre que crece en plantaciones de café, cacao y banano. Su costo de producción es muy bajo. A partir de semilla crece lentamente, a partir de estaca rápidamente. Además, es una planta que tiene un gran potencial como insecticida.

Principios: triterpenos, cumarinas.

De estas seis plantas existen en la actualidad estudios agronómicos. El desarrollo de estos cultivos se lleva a cabo de manera orgánica.

La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos, está trabajando en la cuestión de los efectos tóxicos de las plantas medicinales y recomienda mayores investigaciones antes de introducir al mercado este tipo de productos.

Existe una gran variedad de preparaciones mezcladas con varias plantas medicinales o productos ya encapsulados que no han sido registrados, los cuales se venden indiscriminadamente sin control alguno.

La Universidad está trabajando a través de grupos multidisciplinarios sobre la formación de un programa de productos no tradicionales, incluyendo entre ellos a las plantas medicinales.

Se considera que también podría utilizarse otra materia prima como la yuca para la producción de almidón.

La Organización Mundial de la Salud (OMS/OPS), en 1990 solicitó al ICAITI un estudio sobre Posibilidades para Producir Materias Primas Farmacéuticas en Centroamérica, el cual fue presentado a la iniciativa privada, sin que ésta mostrara interés alguno en el mismo.

Desde 1980, la Asociación Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo del Tercer Mundo (ENDA-Caribe) ha promovido una iniciativa internacional para identificar e investigar la flora medicinal de la Cuenca del Caribe con el objetivo de obtener una Farmacopea. El proyecto Traditional Medicine for the Islands, conocido como TRAMIL, pretende efectuar un análisis comparativo sobre el uso de las plantas medicinales entre la población caribeña negra de diferentes lugares. A través de este programa se han realizado encuestas etnobotánicas en diferentes países de la región centroamericana y del Caribe (Haití, República Dominicana, Guatemala, etc.). ^{14/}

El programa AGROTEC, ha estado promoviendo el cultivo de algunas especies medicinales como parte de los huertos familiares, aunque su énfasis se orienta a la producción de alimentos.

d) Honduras

En Honduras todavía prevalece la práctica de la medicina tradicional, especialmente en los lugares alejados de los centros urbanos y, en el occidente del país, es muy común el uso de las plantas silvestres comestibles. Este conocimiento debe ser compartido lo antes posible, pues en muchas comunidades hondureñas se están perdiendo paulatinamente las costumbres y la sabiduría tradicionales.

^{14/} Véase, Girón, L. M., Freire, V., Alonso, A., Cáceres, A., Ethnobotanical survey of the medicinal flora used by the Caribs of Guatemala. Journal of Ethnopharmacology, 1991, No. 34, pág. 173-187.

Desde 1985 a la fecha, en las Facultades de Química y Farmacia, Ciencias Médicas y Carrera de Biología de la Universidad Nacional Autónoma se han realizado algunos estudios etnobotánicos con el objetivo de contribuir al rescate, preservación y evaluación (farmacológica y química) del conocimiento herbolario tradicional. En colaboración con el programa TRAMIL se ha efectuado evaluaciones científicas sobre la efectividad y/o toxicidad de las plantas usadas en Honduras. Gracias a ambos proyectos se ha iniciado el primer herbario etnobotánico del país, que en la actualidad cuenta con más de 700 especímenes. Asimismo, se elaboró el Manual Popular de 50 Plantas Medicinales. ^{15/}

Se realizaron inversiones en una planta industrial para procesar la calahuala, la que se vio obligada a cerrar por no haber resuelto los problemas de comercialización del producto.

La Comisión Cristiana de Desarrollo (CCD), a través de programas de Medicina Alternativa, propuso la difusión de estos conocimientos mediante la realización de talleres de plantas medicinales a nivel de comunidades y de personal de base. También se instrumentó la organización de jardines botánicos de plantas medicinales y herbarios, así como la producción de manuales populares de plantas útiles, conjuntamente con diferentes organizaciones como Medicina Preventiva, Educación Comunitaria para la Salud, el Comité de Integración de la Mujer Campesina, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Alimento para Millones, el CIIR y la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

Por otra parte, desde 1990 se realiza un programa de difusión de los resultados en colaboración con diversas Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y las comunidades donde se han llevado a cabo las investigaciones. ^{16/}

e) **Nicaragua**

Nicaragua fue exportador importante de ipecacuana y otras plantas medicinales durante la década de los años setenta, época en la cual estas plantas fueron utilizadas como materia prima para la industria químico-farmacéutica tradicional. Al encontrarse un sustituto químico de la ipecacuana,

^{15/} Véase, P.S. House, Lagos-Witte. C. Torres, Manual Popular de 50 Plantas medicinales de Honduras. CONS-II, CIIR, UNAH. Tegucigalpa, Honduras, 1989, págs. 131.

^{16/} Véase, Ethnobotanical Contributions to the Tramil-Program in the Caribbean Basin; The Case of Honduras en M. Plotkin, L. Famolare, Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest products. Conservation International. Island press, 1992, págs. 2-26.

se redujo la actividad de recolección, aspecto en el que también ha incidido el proceso de deforestación y los conflictos armados.

En 1985 se inició el Rescate de la Medicina Popular Tradicional en la zona de las Segovias. Dicho plan fue desarrollado por el Ministerio de Salud Pública para aliviar un poco la alarmante escasez de medicamentos, lo cual permitió el surgimiento de una campaña dentro del plan "Salud para todos en el año 2000", además de la búsqueda de la identidad cultural de Nicaragua. El plan fue desarrollado con los siguientes objetivos:

- 1) Encontrar terapias alternativas para enfrentar enfermedades comunes;
- 2) Incorporar elementos de la Medicina Popular Tradicional al Sistema Único de Salud;
- 3) Sumarse a la estrategia de la Atención Primaria de Salud aportando conceptos, métodos y prácticas científicamente fundadas e históricamente aceptadas por la población, y
- 4) Lograr que la población contribuya, por sí misma, a dar respuesta a la problemática enfrentada en el campo de la salud en las comunidades, disminuyendo así el consumo de algunos farmacológicos en su gran mayoría importados.

En este proyecto participaron diferentes dependencias del Ministerio de Salud, como las Direcciones de Investigación y Docencia, Atención Médica, Abastecimiento Técnico-material, Higiene y Epidemiología. También colaboraron el Ministerio de Educación, la Universidad Autónoma de Nicaragua y el Ministerio de Agricultura y Reforma Agraria.

Los resultados obtenidos durante esta primera fase fueron los siguientes:

- 1) Difusión del conocimiento popular tradicional realizado a través de los medios masivos de comunicación;
- 2) Capacitación del personal médico y paramédico del Ministerio de Salud;
- 3) Capacitaciones populares dirigidas a diversos sectores de la población;
- 4) Instalación de huertos comunales y territoriales para el cultivo de las plantas medicinales;
- 5) Establecimiento de una pequeña farmacia de plantas medicinales;
- 6) Inclusión de elementos de la medicina popular tradicional en programas de Educación de Adultos del Ministerio de Educación, y
- 7) Localización de ficheros fitoterapéuticos en puestos y Centros de Salud.

Al amparo del Ministerio de Salud y con la colaboración de las Naciones Unidas, se están realizando proyectos tendientes a la producción de distintas plantas medicinales a nivel de pequeños

grupos agrícolas. Dentro de este programa se llevan a cabo investigaciones de campo en el Departamento de Estelí que incluyen la transferencia de resultados a grupos de pequeños agricultores y campesinos donde la mujer ocupa un lugar destacado. Existe también un estudio sobre la flora medicinal que se realizó entre los Miskito de Nicaragua. 17/

3. Producción comercial

La producción a nivel comercial, aunque en pequeña escala, se lleva a cabo en Centroamérica. La utilizan, principalmente, los habitantes de escasos ingresos en las zonas urbanas y un poco en las zonas rurales. Estos dependen más de la medicina tradicional que se imparte a través de yerberos y de personas con conocimiento, pero el sistema todavía es imperfecto y la población desatendida es la mayoría.

Las medicinas, en general, son actualmente bastante costosas y no están al alcance de la población urbana de medianos y bajos ingresos y mucho menos de la gente que vive en el campo.

Existen empresarios privados que en forma rudimentaria, y sin ningún o poco control, fabrican medicinas con transformaciones muy elementales, jarabes, pomadas, gotas, etc., utilizando materia prima agrícola. En Honduras, por ejemplo, un pequeño laboratorio comenzó a producir pastillas de calahuala, pero al poco tiempo dejó de hacerlo por falta de demanda, ya que los médicos no las recetaban por carecer de pruebas científicas de su capacidad de curación.

También existen laboratorios que procesan plantas medicinales utilizando las técnicas más apropiadas. Un ejemplo de ello lo constituye el Laboratorio y Droguería de Productos Fitofarmacéuticos (FARMAYA), que prepara medicamentos a base de plantas medicinales a escala microindustrial, de aceptación popular, de fácil dosificación y bajo costo.

Las plantas que utiliza FARMAYA son cultivadas o recolectadas por métodos de agricultura orgánica, procesadas bajo las normas recomendadas y aplicando los análisis de control de calidad que requiere cada producto; de todos modos, faltan las investigaciones que le den validación clínica a las plantas medicinales.

FARMAYA presenta sus productos medicinales en forma de elixires y jarabes, producidos a base de mezclas de diferentes plantas, tinturas de plantas individuales, pomadas y tés.

17/ Véase, A. Philipp, *Herbal medicine among the Miskito of Eastern Nicaragua*. Economic Botany, 1988, No. 12, pág. 16-28.

Todas las plantas medicinales --51 en total-- que utiliza FARMAYA están inscritas en el Ministerio de Salud como Productos Fitoterapéuticos en la "Norma Guatemalteca Obligatoria".

Existen, en Guatemala, unos 20 laboratorios dedicados a la elaboración de productos a base de plantas medicinales y unas 4 industrias de extracción de aceites esenciales.

III. PLANTAS SELECCIONADAS 18/

Dada la enorme cantidad de plantas medicinales que se producen en los países centroamericanos, fue necesario concentrarse en aquellas cuyos efectos curativos atacaran fundamentalmente a enfermedades con una fuerte incidencia de muerte entre la población centroamericana y, de modo particular, entre la población infantil de las áreas urbanas y rurales.

Por esas razones, el presente capítulo sólo se refiere a 16 plantas cuyos antecedentes curativos son ampliamente conocidos. Para cada planta se llevó a cabo un estudio que permite disponer de claros elementos de juicio, que las colocan en lugar privilegiado en un programa de fomento de su producción. Ello no quiere decir que se descarte otras plantas medicinales que podrían tener importancia, pero se considera que una vez que el programa inicie sus actividades, existirán siempre condiciones propicias para incorporarlas en el esfuerzo correspondiente. Las plantas que comprende el presente capítulo se analizan a continuación. Por otra parte, se consideraron las posibilidades de industrialización de la eritromicina y la sábila.

1. Guayaba

Psidium guajava L.
Familia Mirtaceae

Sinónimos: *Psidium pyriferum* L., *P. pomiferum* L.

Nombres vulgares: En Guatemala: Guayaba, Cak, Ch'amxuy, Coloc, Patá, Posch; en Honduras: Guayabo y otros: guava.

Es difícil precisar el lugar de origen, se estima que proviene del sur de México o del Amazonas colombiano. Su distribución geográfica en el continente es muy amplia. Existen más de 90 variedades y la mayor producción la tienen los siguientes países: India, Brasil, Colombia, Cuba y México.

18/ Véase, Informe presentado por el ICAITI a CEPAL/México, Industrialización de plantas medicinales en Centroamérica. Informe final, Guatemala, diciembre de 1992.

En Guatemala se encuentra en todo el país, particularmente en matorrales secos y húmedos, formando grupos puros en alturas de 500-1,800 msnm en: Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Jutiapa, Santa Rosa y Suchitepéquez. En algunas fincas de Centroamérica se utiliza como sobra de café. También es cultivada ampliamente en Honduras.

a) Definición

Arbol de 10 m de alto, tronco 20-25 cm de diámetro, corteza suave, pubescente, delgada, rojo-café, produce escamas que caen. Hojas verdes, opuestas, peciolo corto, elípticas u oblongas, 5-15 cm de largo, redondas en el ápice y en la base, múltiples venas horizontales conspicuas, provistas de glándulas. Flores axilares, solitarias, blancas, 3-4 cm de ancho, penacho de 275 estambres. Frutos aromáticos, ovales o piriformes, 2-10 cm de largo; cáscara amarilla, carnaza rosada o amarilla, por fuera granular y firme, al centro suave, lleno de pulpa jugosa con muchas semillas color café claro, 3-5 mm de largo, redondas y duras.

b) Agrotecnología y rendimiento

La producción es por recolección y el cultivo en zonas cálidas y templadas por el fruto, del que se han desarrollado más de 60 variedades comerciales en todas las zonas tropicales en las que se ha naturalizado. La guayaba es parcialmente autopolinizante; en poblaciones naturales se han encontrado niveles de autofecundación del 60-75%, lo que permite obtener variedades homocigóticas que pueden propagarse por semilla. Una guayaba da más de 50 semillas, que producen unas 25 plantas; la semilla puede plantarse en semilleros o directamente al campo a 1 cm de profundidad y germina a los 20 días, tras lo cual se produce un aclareado; se trasplantan al tener 25 cm de altura. La planta crece muy rápido y en buenos suelos produce a los 2-3 años. La ramificación es excesiva y es necesario podar para producir árboles de huerto. Las principales plagas son "roya amarilla" (*Puccinia psidii*), el marchitamiento foliar (*Phyllostichsa guajave*) y la antracnosis (*Colletotrichum* sp.); las moscas de los frutos son *Anastrepa* sp. y *Ceratitis* sp.

La guayaba es uno de los frutos tropicales más importantes, aunque es poco conocido en los grandes mercados de Europa y Norteamérica. El fruto se recolecta por la mañana en forma manual; es necesario proceder con sumo cuidado para evitar daño del fruto; maduro no aguanta almacenado más de 2-3 días a temperatura ambiente; los frutos destinados a usos industriales no requieren esas

precauciones, pero es necesario proceder con mayor celeridad. Los rendimientos medios oscilan en 40 kg por planta en árboles de 5 años, alcanzan una producción máxima de 50-70 kg alrededor de los 7 años con un manejo adecuado, lo que equivale a 7-10 toneladas por hectárea con un espaciamiento de 8 x 8 m.

Cuando existen plantaciones para la obtención de frutos es muy conveniente el desarrollo de una industria de extracción de las hojas, ya que éstas se descartan una vez al año cuando se efectúan las podas. Deben recolectarse las hojas medianamente tiernas. No se cuentan con datos muy precisos sobre el rendimiento de follaje, pero por observaciones preliminares se estima que pueden obtenerse 5-10 kg por planta; el rendimiento por conversión de peso fresco a seco es de 2.3:1.

c) Usos etnomédicos

El uso medicinal de las hojas es de origen precolombino. Por su empleo en atención primaria de salud para enfermedades comunes, se ha incluido en el Programa Nacional de Plantas Medicinales para su desarrollo.

La decocción de las hojas y la corteza se usa por vía oral para tratar afecciones digestivas (diarrea, disentería, cólico y vómito) y dermatomucosas (fístulas, leucorrea, piodermia, raspones, tinea, úlceras), diabetes, hemorragia, hinchazón, uretritis y resfrío; por la vía tópica se recomienda para tratar afecciones de la piel, asma y lengua inflamada. A las hojas y la corteza se les atribuye propiedad antibacteriana, antiemética, antiinflamatoria, antihelmíntica, antiséptica, antitusiva, astringente, carminativa, espasmolítica y tónica. El fruto se usa para aliviar la congestión respiratoria, se le atribuye la propiedad astringente, febrífuga y desinflamante.

La fruta madura se come fresca, cocida y en jalea; el mesocarpio es agridulce, con una graduación Brix de 9-11.3, se utiliza en la cocina doméstica y con fines industriales para conservas en almíbar, puré, confituras, jaleas, mermeladas, zumos, néctares, helados y yogures. Las hojas y la corteza amarilla se utilizan para curtir pieles y teñir seda y algodón. El árbol se usa de sombra del café. La madera es amarilla-rojiza, fibra fina, compacta, pesada, fuerte y durable, no tiene mayores usos industriales por el tamaño que alcanzan los árboles; localmente se usa para leña y para hacer mangos de herramientas. Las características macroscópicas y microscópicas indican que la corteza no es fibrosa, contiene una variedad de oxalatos de calcio, taninos y almidones; los lenticelos

son pequeños y pronunciados en la superficie; los tricomas de la epidermis de la piel son unicelulares y vermiformes, se presentan cavidades mucilaginosas.

d) Actividad biológica

Estudios antibacterianos in vitro demuestran que la maceración hidroalcohólica de las hojas es activa contra S.dysenteriae, E. coli, S.typhi, S. aureus y S. pneumoniae, S. flexneri y P. aeruginosa; pero no es activa contra Vibrio cholera ni contra Neisseria gonorrhoea. En un estudio del espectro de inhibición se demostró que la maceración hidroalcohólica inhibe 80% de cepas de E. coli, S. dysenteriae, S. pyogenes y S. typhi. El mejor disolvente es etanol y la CIM 5 mg para S. typhi y S. aureus. Estudios antibacterianos in vivo no demuestran reducción del tiempo de curación en un modelo experimental de keratoconjuntivitis en cobayo por S. dysenteriae. El extracto acuoso de raíz y hojas es antibacteriano, actividad atribuida a los flavonoides (avicularina, guayaverina y quercetina).

Estudios antifúngicos in vitro demuestran que la maceración hidroalcohólica de las hojas tiene actividad contra Candida albicans, C. krusei, C. parapsilosis y C. stellatoidea con una CIMD de 1-2 mg. En la decocción acuosa de las hojas se encontró actividad únicamente contra Epidermophyton floccosum de seis dermatofitos patógenos ensayados. Estudios antiprotozoáricos in vitro demuestran que la infusión de las hojas es activa contra Trichomonas vaginalis, que podría atribuirse al ácido psidiólico que tiene actividad antiprotozoárica y contra Mycobacterium phlei. Las hojas son activas in vitro contra Plasmodium falciparum, en el extracto apolar (diclorometano) con una CI50 de 10-49 mg/ml y en la polar (metanol) de 50-99 mg/ml.

Por su contenido de taninos y su actividad astringente, es efectiva en el tratamiento de diarrea, indigestión y espamo abdominal. La actividad antidiarreica se atribuye a las quercetinas de las hojas y la corteza, que tienen una definitiva acción antisecretoria en la liberación de acetilcolina, que no es reversible por naxalone; este efecto se debe al bloqueo de los canales de calcio o a la inhibición del sistema enzimático responsable de la síntesis de prostaglandinas, que se relaciona con la liberación de acetilcolina; el extracto alcohólico muestra una actividad similar a la producción de morfina.

En el ratón se demostró que el extracto etanólico disminuye el tránsito intestinal con una relación dosis-efecto; la administración oral del extracto provoca una disminución significativa de

la actividad motora durante 90 minutos. El extracto metanólico contiene cinco glicósidos de quercetina que han demostrado actividad espasmolítica e inhibidora de la peristalsis in vitro. El extracto etanólico de las hojas demostró un efecto narcótico en el ratón a dosis de 3.3-6.6 mg/kg por vía intraperitoneal, la actividad parece deberse a un flavonoide.

El jugo del fruto administrado intraperitonealmente a ratones normales y aloxanizados produce un efecto hipoglicemiante a dosis de 1 g/kg; la misma actividad se observó en individuos voluntarios sanos. Los extractos etanólico, acuoso y butanólico de las hojas demostraron inhibición de los niveles de glucosa de plasma y mejora la tolerancia a la glucosa en ratas diabéticas aloxanizadas en dosis de 200 mg/kg; asimismo, estos extractos suprimieron la lipólisis inducida por adrenalina en células grasas del tejido adiposo del epidimio de ratas. Las hojas han demostrado actividad contra hongos fitopatógenos (Drechslera oryzae, Dysdercus cingulatus, Ustilago hordei y U. tritici) y virus del mosaico del tabaco. Al fruto se le atribuye actividad abortiva. La revisión de literatura no encontró ningún estudio sobre su toxicidad.

e) **Producción industrial**

El principal producto de una plantación de guayaba es el fruto, que tiene mercado nacional e internacional, para venta como fruta fresca o para uso industrial. Sin embargo, es posible obtener subproductos medicinales de las hojas basados en las propiedades demostradas y el amplio uso popular. La experiencia de Guatemala a nivel de pruebas de laboratorio y planta piloto indica que es posible el procesamiento industrial de cuatro productos: tintura, aceite esencial, extracto acuoso e hidroalcohólico.

La producción de ácidos guayavólico y psidiólico se considera poco rentable por el momento, ya que compiten con otros antibióticos y no existe un mercado definido para ellos; se recomienda comenzar con el extracto hidroalcohólico rico en estos productos para utilización en la industria fitofarmacéutica nacional.

i) **Tintura.** Se obtiene por maceración 1:10 de hojas secas en una solución de etanol al 35% durante 5 días sin agitación mecánica y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración.

ii) **Aceite esencial.** Se obtiene de las hojas frescas y secas por arrastre de vapor. Es un producto interesante pero de muy bajo rendimiento (0.02-0.04%), por lo que no se recomienda su extracción con fines comerciales por la escasa rentabilidad.

iii) **Extracto acuoso.** Es el preparado rico en taninos, se obtiene por el siguiente procedimiento: colocar el material vegetal en maceración con agua durante 16 horas en una relación 1:4 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, filtrar y trasladar al evaporador en caliente; eliminar el agua a presión reducida (30°C) hasta obtener un sólido de color café verdoso claro de alto contenido de taninos. La concentración es de 16-18 g de extracto por 100 g de material fresco; 1 g del extracto en 100 ml de agua produce 38% de sólidos insolubles y 62% de solubles; contiene 20-28% de taninos.

iv) **Extracto hidroalcohólico.** Es el preparado rico en flavonoides, se obtiene por el siguiente procedimiento: tratar el material vegetal restante con un volumen de etanol al 60% en una relación 1:5 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, separar del extractor y trasladar al evaporador; eliminar el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un sólido café oscuro de alto contenido de flavonoides. La concentración es de 6-8 g/100 g de material fresco; 1 g del extracto en 100 ml de agua produce 36% de sólidos insolubles y 64% de solubles; contiene 1-2% de taninos.

f) **Precios y mercados**

No se encontraron precios ni volúmenes del mercado internacional de materia seca vegetal o productos procesados. Los precios de la materia seca vegetal en Guatemala oscilan entre \$0.40-0.50 por libra, los precios de venta entre \$0.50-0.75. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$5-10.00 por litro sin esterilizar y \$25.00 esterilizada.

2. Juanilama

Lippia alba N. E. Browne ex Britton & Wilson
Familia Verbenaceae

Sinónimos: *Lantana alba* Mill, *L. lippioides* H. A.; *Lippia germinata* HBK., *L. germinata* var. *microphylla* Griseb, *L. lantanoides* Coult

Nombres vulgares: En Costa Rica: Juanilama, Mastrante; en Guatemala: Salvia Sija, Juanilama, Salvia Santa, Santa María; en Honduras: Juanilama, Orégano de Monte, San Juan de Lama y en Panamá: Mastranto.

Nativa de América, crece de México a Sudamérica y el Caribe en laderas, a la orilla de caminos y riberas de los ríos en alturas hasta de 1,800 msnm, con una alta resistencia a la sequía.

En Guatemala se encuentra en Alta Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Sacatepéquez y Sololá. En Honduras es una planta ruderal. En Costa Rica crece espontánea en arrabales y es cultivada en los jardines. En general, en Centroamérica, se acostumbra su cultivo a nivel doméstico en pequeña escala.

a) Definición

Arbusto aromático, 1-2 m de altura, ramas largas, cayentes, densamente puberulentas. Hojas opuestas, oblongas, 2-8 cm de largo, peciolo 2-14 mm de largo, arrugadas, festonadas, cubiertas con pelillos cortos, venas prominentes en la cara externa; pendúnculos solitarios. Flores tubulares, 4-5 mm de largo, brácteas puberulentas, ovadas, acuminadas, las inferiores mucronadas; cabezas florales redondas u oblongas, 8-12 mm de largo, en pares en pequeños tallitos, 1.5 cm de largo en las hojas axilares, cáliz viloso 1.5-2 cm de largo, corola lila, púrpura o blanca, 5-6 mm de largo.

b) Agrotecnología y rendimiento

La planta se reproduce con relativa facilidad en forma vegetativa por estacas de madera dura, acodos subterráneos o bien por semilla. Para obtener el material vegetal no se destruye la planta, ya que puede cosecharse directamente y obtenerse 2-4 podas por año. El cultivo puede ser atacado por áfidos y ácaros.

Según datos de Costa Rica la planta tiene un rendimiento de 1-2% de aceite esencial; el rendimiento en cultivares del Uruguay es de 0.8% para materia fresca; el rendimiento de plantas cultivadas en el Caribe es de 0.12%.

No se cuenta con datos precisos sobre el rendimiento de follaje, por observación preliminar se estima que pueden obtenerse 3-4 cortes por año; la distancia de siembra es de 0.6 x 0.6 m; a partir de datos en parcelas experimentales en el Altiplano de Guatemala se calcula que el rendimiento es de 4.4 toneladas por hectárea en fresco y de 1.5 en seco; el rendimiento por conversión de peso fresco a seco es de 3:1.

c) Usos etnomédicos

El cocimiento de hojas y flores se usa para tratar afecciones hepáticas, digestivas (cólico, diarrea, dispepsia, estomatitis, indigestión, flatulencia, náusea, vómitos) y respiratorias (asma, catarro, laringitis, resfrío, tos), insomnio, enfermedades venéreas y dermatomucosas, vaginitis, goma, artritis, dolores musculares y de muelas, hipertensión y atención del parto. Las hojas machacadas se inhalan para introducir sueño. El extracto alcohólico se usa en fricciones para afecciones respiratorias. Se le atribuye actividad antiséptica, astringente, emenagoga, espasmolítica, estomáquica, expectorante, febrífuga, pectoral y sudorífica.

d) Actividad biológica

Estudios antibacterianos demuestran que la tintura de hojas es activa contra S. aureus, Streptococcus pneumoniae, S. pyogenes y S. typhi. El aceite esencial es activo contra levaduras y dermatofitos y tiene efecto pectoral. Las hojas tienen actividad contra hongos fitopatógenos (Drechslera oryzae, Fusarium moniliforme) e insectos de granos almacenados. La infusión de hojas no tiene actividad sedante o hipnótica en el ratón (pruebas de la placa agujereada, equilibrio, chimenea, evasión), ni potenciadora del sueño en dosis de 32 g/kg. El extracto hidroalcohólico 1:1 inyectado IV en perros es hipotensador a dosis de 50 mg/kg; inyectado IP en ratones demostró una DL50 de 1 g/kg. La actividad astringente y antiséptica justifica su uso efectivo en el postparto. La infusión de hojas y flores no produjo mortandad en el ratón a 67 g/kg.

e) Producción industrial

La experiencia de Guatemala a nivel de laboratorio y planta piloto indica que es posible la producción industrial de tres productos: tintura, aceite esencial y extracto hidroalcohólico.

i) Tintura. Se obtiene por maceración 1:8 de hojas secas en etanol al 35% durante 5 días sin agitación mecánica y 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y se esteriliza por filtración.

ii) Aceite esencial. Se obtiene de las hojas secas por arrastre de vapor. No se tienen datos nacionales de rendimiento, pero otros datos centroamericanos son interesantes (0.5-2.0%), por lo que se recomienda precisar el rendimiento del aceite esencial para su extracción con fines comerciales.

iii) Extracto hidroalcohólico. Es el preparado rico en flavonoides, se obtiene por el siguiente procedimiento: tratar el material vegetal restante con un volumen de etanol al 60% en una relación 1:5 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, decantar, trasladar al evaporador y eliminar el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un extracto fluido claro en relación 1:1 con respecto a la materia seca vegetal inicial. No se tienen datos sobre la estandarización de este extracto.

f) Precios y mercados

No se encontraron precios ni volúmenes del mercado internacional de materia seca vegetal o productos procesados; no obstante, se considera que el aceite esencial podría tener un mercado potencial interesante. Los precios de compra al productor de materia seca en Guatemala oscilan entre \$0.50-0.80 por libra, los precios de venta al público entre \$0.70-1.20; el precio en el mercado nacional es de \$5-10.00 por litro la tintura sin esterilizar y \$25.00 la esterilizada.

3. Llantén

Plantago major L.
Familia Plantaginaceae

Sinónimos: Plantajo mayor var. asiatica DC, P. asiatica L., P. exaltata Horn., P. loureir Roem. et Schult

Nombres vulgares: Llantén, Sractzi

Nativa de Europa, se ha convertido en maleza universal. Abunda en el subtrópico americano entre 600-1,800 msnm. Se localiza casi en todo el continente americano como espontánea en lugares perturbados.

En Guatemala se ha naturalizado en Alta Verapaz, Chimaltenango, Escuintla, Jalapa, Quezaltenango, Sacatepéquez y Santa Rosa; en Costa Rica se encuentra en la Meseta Central (Alajuela, San José, Cartago) y se cultiva en la zona Atlántica. Es una planta cosmopolita que se encuentra en toda la región centroamericana, tanto en forma silvestre como cultivada aunque en forma modesta.

a) Definición

Hierba perenne, sin tallo, raíz primaria recta y muchas raíces fibrosas. Hojas escasas en roseta basal, peciolo largo, lampiñas, anchas, ovaladas, 5-20 cm de largo. Flores blanco-verdoso, pequeñas, en espigas de 10-20 cm de largo; brácteas más cortas que el caliz; sépalos anchos de 1-2 mm de largo. Cápsula de semillas ovalada, 3-4 mm, dos celdas con 6-30 semillas. Semilla ovoide, angulada, café-negro, membranosa, de 1-2 mm de ancho, cubierta de mucílago.

b) Agrotecnología y rendimiento

Es una planta cosmopolita, crece en terrenos abandonados con abundante agua y su cultivo es relativamente fácil. Estudios realizados con grupos de campesinos en Guatemala demuestran que la rentabilidad de este cultivo es muy baja, ya que el rendimiento por hectárea es poco, la cantidad de follaje mínima y el crecimiento relativamente lento. Por tal motivo los campesinos prefieren recolectarla a partir del manejo de la planta entre los cultivos tradicionales o a la orilla de los ríos. Se considera que la extracción industrial sería poco rentable en una escala comercial.

c) Usos etnomédicos

La infusión de la planta se usa en el tratamiento de bronquitis, cistitis, cólico, conjuntivitis, contusiones, diarrea, estomatitis, gastritis, hemorroides, heridas, quemaduras, raspones, úlceras, hemorragias, herpes, tineas y litiasis renal. También se acostumbra el cocimiento para el tratamiento de afecciones hepáticas, diarrea y vómito. Se le atribuye propiedad antiséptica, astringente, balsámica, béquica, cicatrizante, depurativa, desinflamante, diurética, espasmolítica, emoliente, expectorante, hemostática, mucoprotectora y vulneraria.

d) Actividad biológica

Se le atribuyen propiedades diuréticas en varias partes del mundo, la Farmacopea China emplea las semillas como diurético (aumenta la excreción de urea, ácido úrico y cloruro de sodio) y expectorante a dosis de 5-10 g/día; la Farmacopea Inglesa la recomienda también como diurético y antihemorrágico a dosis de 2-4 g de la hierba seca en infusión, 2-4 ml del extracto líquido 1:1 en alcohol al 25% y 2-4 ml de la tintura 1:5 en alcohol al 45%. Sin embargo, los datos de farmacología experimental no demuestran tal virtud; en un estudio realizado en Guatemala se demostró una moderada actividad diurética de la infusión de las hojas; en un estudio clínico realizado en Vietnam se demostró que la planta no tiene actividad diurética en forma individual ni combinada con otras plantas de la medicina tradicional.

La cumarina de las hojas tiene actividad antiulcerogénica en ratones e inhibe el edema inducido; sus componentes no son tóxicos. El tamizaje antibacteriano demuestra que la tintura de las hojas de ambas especies inhibe el crecimiento de bacterias, P. mayor inhibe E. coli, S. typhi, S. dysenteriae, S. flexneri y S. aureus. En la piodermia experimental por S. aureus en ratas se demostró que las lesiones tratadas con una pomada de la tintura de ambas plantas sana más rápido que los controles sin tratamiento.

La FDA de los Estados Unidos la clasifica como una hierba de seguridad no definida.

e) **Producción industrial**

La experiencia de Guatemala a nivel de pruebas de laboratorio indica que es posible la producción industrial en dos productos: tintura y extracto hidroalcohólico.

i) **Tintura.** Se obtiene por maceración 1:5 de toda la planta seca en una solución de etanol al 45% durante 5 días, sin agitación mecánica, y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración.

ii) **Extracto hidroalcohólico.** Es el preparado rico en flavonoides, se obtiene por el siguiente procedimiento: tratar el material vegetal restante con un volumen de etanol al 60% en una relación 1:5 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, separar del extractor y trasladar al evaporador; eliminar el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un extracto fluido en relación 1:1 con respecto a la materia seca vegetal inicial. No se tienen datos sobre la estandarización de este extracto.

f) **Precios y mercados**

El precio de venta fob en cantidades mínimas de 50 kg por un mercader de plantas medicinales en Alemania en 1989 fue el siguiente: 2.00-3.25 marcos alemanes por kilogramo la planta entera y 5.00-7.40 marcos alemanes la planta cortada.

En Guatemala, los precios de la materia seca vegetal comprada al productor oscilan entre \$0.64-0.82 por libra, el precio de venta al público es de \$0.90-1.17. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$25.00 por litro por tintura esterilizada.

4. Marrubio

Marrubium vulgare L.
Lamiaceae

Sinónimos: Marrubio, manrubio, horehound.

Nombre vulgar: Marrubio

Nativa de la parte mediterránea de Europa. Crece en terrenos soleados y de tierra seca. Se ha adaptado su cultivo en las regiones templadas del altiplano de Guatemala y Meseta Central de

Costa Rica, así como en algunas regiones de la parte montañosa del oriente de Guatemala. Es una planta introducida que requiere de cultivo. Su propagación puede ser por semillas o por brotes y esquejes.

a) Definición

Es una hierba bienal o perenne, ramificada, aromática, peluda, 40-90 cm de altura; tallo cuadrangular, hueco, veloso, ramificado. Hojas simples, opuestas, verde en la cara superior, blanquecina en la cara inferior, aromática, redonda-ovada 5-40 mm de largo, 5-30 mm de ancho, densamente tomentosa en ambas caras, ápice obtuso, crenada, base cuneada, peciolada. Inflorescencia con un verticilastro de muchas flores, lateral; flor bisexual, pequeña, blanca; cáliz unido, tuberosa, con 10 dientes doblados en la fructificación, verde; corola unida, tubulosa, limbo bilabiado, 3-5 mm de largo, blanco; estambres 4, insertos, aunados a la corola; ovario súpero, estilo exerto, estigma bifurcado. Fruto compuesto por 4 nuecitas parcialmente ovoides, lisas. Toda la planta despide un olor aromático característico. Prefiere lugares secos y soleados, pastizales, borde de los caminos y campos de cultivo abandonados.

b) Agrotecnología y rendimiento

Es una planta de cultivo relativamente sencillo, sin embargo, los estudios de campo realizados en Centroamérica indican que es poco frecuente en la región y que muchas veces se confunde con otra labiada (Mentha citrata) de fácil crecimiento pero que no tiene la misma composición química. Por tal motivo, se recomienda que esta planta sea estudiada más ampliamente antes de realizar cualquier acción industrial.

Su reproducción puede efectuarse por semillas, esquejes o división; 1,000 semillas equivalen a 0.885 g. Para 100 m² se emplean 13 g. No se requiere riego, sólo en el semillero (cama fría).

La siembra se realiza en hileras separadas 60 cm y con una distancia de unos 50 cm entre planta y planta. La distancia es menor cuando se utilizan camas elevadas. Rendimiento: 100 kg por 100 m². Los que se convierten en 40 kg de hoja seca. Se recolecta durante la floración. Secar a la sombra, sin exceder los 35°C.

c) Usos etnomédicos

El cocimiento de las hojas y flores se usa para el tratamiento de afecciones respiratorias y hepáticas, se le atribuye propiedad astringente, antiespasmódica, cicatrizante, diurética, expectorante, febrífuga, mucolítica y sedante. La infusión y tintura de hojas y flores son excelentes en el tratamiento de afecciones bronquiales; al jarabe se le atribuyen propiedades de fluidificante, expectorante y febrífuga.

d) Actividad biológica

El vademecum de prescripción en español denota que su uso está indicado en inapetencia, digestiones lentas, bronquitis, asma, disquinesia biliar, catarro, oliguria, obesidad, reumatismo, eczema, taquicardia y arritmias cardíacas. El principio amargo le confiere propiedad aperitiva, digestiva, balsámica y expectorante; las saponinas le dan una acción colerética; las sales potásicas son responsables de su acción diurética. La marrubina tiene propiedad expectorante, fluidificante y sedante; los mucílagos le confieren también propiedad emoliente.

e) Producción industrial

Si se confirma que la producción de la región es realmente de M. vulgare, la experiencia a nivel de laboratorio y planta piloto indica que es posible la producción industrial de tres productos: tintura, aceite esencial y extracto hidroalcohólico.

i) Tintura. Se obtiene por maceración 1:10 de hojas secas en una solución de etanol al 35% durante 5 días sin agitación mecánica, y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración. Para uso directo por la población podría prepararse un elixir que contiene la materia seca vegetal en una relación 1:8, y al final se agrega glicerina al 5%.

ii) Aceite esencial. Se obtiene de las hojas secas por arrastre de vapor. Es un producto del cual no se tienen datos nacionales de rendimiento, por lo que se recomienda precisar el rendimiento del aceite esencial para su extracción con fines comerciales.

iii) Extracto hidroalcohólico. Es el preparado rico en flavonoides, se obtiene por el siguiente procedimiento: tratar el material vegetal restante con un volumen de etanol al 60% en una relación 1:5 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, separar del extractor y trasladar al

evaporador; eliminar el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un extracto fluido en relación 1:1 con respecto a la materia seca vegetal inicial. No se tienen datos sobre la estandarización de este extracto.

f) Precios y mercados

No se encontraron volúmenes del mercado internacional de materia seca vegetal o productos procesados, sin embargo se considera que el aceite esencial o el extracto hidroalcohólico podrían tener un mercado potencial interesante a nivel centroamericano. El precio de venta FOB en cantidades mínimas de 50 kilogramos por un mercader de plantas medicinales en Alemania en 1989 fue de 2.80 marcos alemanes por kilogramo la planta entera, y 3.50 marcos alemanes la planta cortada.

No se ha detectado producto nacional en el mercado, el único que realmente corresponde a M. vulgare es importado (México o Europa), por lo que los precios son altos; no se pudieron obtener precios de compra al productor de la materia seca vegetal en Guatemala, los precios de venta al público de material importado varían entre \$2.80-4.60 por libra. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$30.00 por litro la tintura esterilizada. Existe un elixir para afecciones respiratorias que contiene M. vulgare en una mezcla con otras cuatro plantas, su precio en el mercado nacional es de \$5.00 por 100 ml.

5. Pericón

Tagetes lucida Cav.
Familia Asteraceae

Sinónimos: *Tagetes florida* Sw.

Nombres vulgares: Pericón, I'yá, Jolomocox y Ucá en Guatemala; Pericón en Honduras

Género de 35 especies, según Rydberg todas americanas. Hierba descrita como adivinatoria, alucinógena, medicinal, mística y religiosa en las principales fuentes históricas precolombinas y coloniales de México y Guatemala. Por su uso en atención primaria de salud para enfermedades comunes, se ha incluido en el Programa Nacional de Plantas Medicinales para su desarrollo químico-agronómico.

Nativa de México a Honduras en pastos abiertos y bosques de pino-encino, algunas veces en laderas rocosas y secas y laderas de 1,000-2,000 msns. Abundante en la época de lluvia, desaparece en la seca. En Guatemala crece en Chimaltenango, El Quiché, Jalapa, Guatemala, Huehuetenango, Petén, Quezaltenango, Sacatepéquez y San Marcos. Se dice introducida y cultivada en los Estados Unidos y Europa, aunque no ha sido confirmado plenamente. La producción en Centroamérica se circunscribe a la moderada producción en Guatemala y alguna recolección en Honduras.

a) Definición

Hierba perenne, muy aromática, glabra, erecta, 30-95 cm de alto, se levanta desde una base corta, gruesa y leñosa; cimosamente ramificada; ramas escasas, resinosa al secarse. Hojas opuestas, sésiles, lineares u oblongo-lanceoladas, 5-10 cm de largo, 7-9 mm de ancho, romas o puntiagudas, obtusas o agudas en el ápice, finamente dentadas, con numerosas glándulas oleosas, pequeñas y esparcidas. Cabezuelas florales pequeñas con fuerte olor a anís, en densas o abiertas cimas, 9-10 mm de diámetro; involucro cilíndrico, 7-10 mm de largo, 2-3 mm de ancho, en arreglos terminales; 5-7 filarios subulados en el ápice, brácteas 3; flabeliformes, 3 mm de largo, truncadas; flores del disco de 5-7, colorales amarillas, 5-6 mm. Aquenios 6-7 mm de largo, estriados, papus escamoso 5-6, dos de ellos setiformes, 3 mm de largo, los otros dos más largos, oblongos y obtusos.

b) Agrotecnología y rendimiento

No se cuenta con datos muy precisos sobre el rendimiento de follaje, pero por observaciones preliminares se estima que pueden obtenerse 1-2 cortes por año por planta. La distancia de siembra más apropiada es 0.4 x 0.4 m; a partir de experiencias en parcelas experimentales en el Altiplano de Guatemala se estima que el rendimiento fresco es de 11.2 toneladas por hectárea en fresco y de 3.7 toneladas por hectárea en seco; el rendimiento por conversión de peso fresco a seco es de 3-4:1.

c) Usos etnomédicos

La infusión de flores y hojas se usa para aliviar el parto y tratar la anemia, afecciones nerviosas, gastrointestinales (cólico, diarrea, flatulencia, indigestión, náusea, parasitismo intestinal y vómitos) y respiratorias (amigdalitis, cefalea, gripe, neumonía, resfriado, tosferina), dolores menstruales, mordedura de escorpión, hepatitis, paludismo, reumatismo, tumores y úlcera. El humo de las hojas y flores se utiliza para ahuyentar mosquitos. Se le atribuye propiedad antiinflamatoria, antiséptica, aromática, digestiva, diurética, emenagoga y espasmolítica.

Toda la planta tiene uso culinario para sazonar elotes cocidos, para bañar a los niños y como repelente para mosquitos, pulgas y otros insectos.

d) Actividad biológica

Estudios antibacterianos in vitro demuestran que la maceración etanólica de hojas y flores es activa contra enterobacterias (E. coli enteropatógena, S. dysenteriae, S. flexneri, S. typhi y S. pyogenes y poco activa contra N. gonorrhoea). El extracto acuoso es activo contra E. coli, Salmonella enteritidis, S. typhi, S. dysenteriae, S. flexneri, S. pneumoniae y S. pyogenes. El estudio del espectro de inhibición del extracto alcohólico demostró inhibición de 60% de cepas de P. aeruginosa y 15% de cepas de S. typhi. El tamizaje de la actividad vibriocida in vitro demostró que la maceración hidroalcohólica inhibe Vibrio cholerae, la mayor actividad se extrajo con n-hexano y la CIM es de 10 mg. Una pomada a base de la maceración hidroalcohólica redujo el tiempo que tarda en sanar la queratoconjuntivitis experimental en cobayo por S. dysenteriae. Estudios de la actividad antifúngica demuestran que la maceración hidroalcohólica de hojas y flores inhibe el crecimiento de C. albicans, C. krusei, C. parapsilosis y C. stellatoidea con una CIMD de 1-2 mg.

Estudios farmacológicos demuestran que el extracto hidroalcohólico de las hojas ejercen acción depresiva del sistema nervioso central y actividad hipotensora, pero sin actividad diurética ni antiinflamatoria. Diversos extractos de hojas tienen actividad espasmolítica in vitro en ratas, la DE50 es de 1.88 g para el extracto bencénico; la DE de la infusión in vitro es de 50 mg/ml; la DE aproximada de la infusión in vitro en ratones es de 20 g/kg. En un modelo experimental en conejos, el extracto acuoso produce cambios compatibles con broncodilatación: disminuye levemente la presión transpulmonar, aumenta la adaptabilidad dinámica, produce leve taquicardia, caída de la presión venosa central, leve taquipnea, incremento del flujo aéreo traqueal, pero no en forma dosis-

dependiente. Estudios preliminares indican que la decocción de hojas tiene cierta actividad inmunomoduladora en ratones, medida por un aumento en la población de linfocitos y en los títulos de anticuerpos séricos. Las hojas han demostrado actividad contra nemátodos.

La actividad biológica se atribuye a A"-tertienilo y herniarina (7-metoxicumarina) que están presentes en las hojas y flores. La primera es un cristal amarillo, peso molecular 248, con actividad anticáncida, y la segunda, un cristal blanco-amarillo, peso molecular 176, con actividad antibacteriana y espasmolítica.

Popularmente se le atribuye propiedad abortiva. La DL50 de la infusión por vía oral en ratas es mayor de 50 g/kg; la DL50 de los extractos con actividad espasmolítica por vía oral es mayor de 100 mg/kg de peso. El extracto alcohólico provoca en algunas personas síntomas cardiovasculares.

e) **Producción industrial**

La experiencia de Guatemala a nivel de pruebas de laboratorio y planta piloto indica que es posible la producción industrial de tres productos: tintura, aceite esencial y extracto hidroalcohólico. La producción de herniarina o extractos purificados ricos en cumarinas se considera poco rentable por no existir un mercado establecido para los mismos; se considera que el extracto hidroalcohólico podría utilizarse en el mercado nacional para la preparación de productos fitofarmacéuticos.

i) **Tintura.** Se obtiene por maceración, 1:10 de hojas secas en una solución de etanol al 35% durante 5 días, sin agitación mecánica, y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, se filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración.

ii) **Aceite esencial.** Se obtiene de las hojas frescas y secas por el siguiente procedimiento: macerar el material seco molido (hojas y flores) durante 16 horas, destilar por arrastre de vapor de agua, obtener el destilado, separar el aceite esencial de color amarillo en una ampolla de decantación. En estas condiciones, y por experiencia en la planta piloto, se obtiene un aceite con las siguientes características fisicoquímicas: líquido aceitoso de color amarillo equivalente a una solución acuosa 1.77% de FeCl₃; índice de refracción 1.5322 a 26°C, densidad 0.9718 a 26°C, punto de ebullición 233°C, concentración de 0.9718 g/dg de materia seca, soluble en etanol al 95%, cloroformo y acetona; con un contenido de 0.5% de 7-metoxicumarina por cromatografía de capa fina.

iii) **Extracto hidroalcohólico.** Es el preparado rico en flavonoides y cumarinas, se obtiene por el siguiente procedimiento: tratar el material vegetal restante con un volumen de etanol al 95% en una relación 1:5 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, poner el reflujo 60-90 minutos, separar del extractor y trasladar al evaporador; eliminar el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un extracto fluido claro en relación 1:1 con la cantidad de materia seca original. En estas condiciones, y por experiencia en planta piloto, se obtiene un aceite con las siguientes características fisicoquímicas: miel color café claro, 1 g del extracto en 100 ml de etanol al 47% presenta 95% de compuestos solubles y 5% de materia insoluble; densidad 1.4740 a 26°C, humedad 35%; concentración 30 g/dg de materia seca; porcentaje de alcohol menor de 1%; el tamizaje fitoquímico por cromatografía de capa fina indica flavonoides (+), cumarinas (+++) y alcaloides (+).

f) **Precios y mercados**

No se encontraron datos sobre el volumen o precio en el mercado internacional de T. lucida, sin embargo, es de notar que el aceite esencial de otra especie del género tagetes (T. glandulifera) nativa de México y producida en Africa oriental y meridional se ha introducido en el mercado internacional aunque en forma modesta (alrededor de una tonelada por año de aceite esencial), pero se prevé gran potencial que podría alcanzar precios altos en un futuro; en 1986 el precio en el mercado europeo fue de 0.75 libras esterlinas por kilogramo.

En Guatemala se detectan dos clases de materia seca vegetal, de primera (flores y hojas) y de segunda (hojas y tallos); para el desarrollo industrial es recomendable trabajar únicamente con material de primera, ya que el contenido de tallos sin aceite esencial en el material de segunda es 50-700% con la consiguiente disminución en el rendimiento de aceite esencial.

Los precios de compra al productor oscilan entre \$0.20-0.40 por libra de segunda y \$0.60-0.80 de primera; los precios de venta al público entre \$0.26-0.55 por libra de segunda y \$0.80-1.20 de primera. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$8-12.00 por litro sin esterilizar y \$25.00 esterilizada. Existe un elixir para afecciones digestivas y espasmódicas que contiene T. lucida en una mezcla con otras tres plantas; su precio en el mercado nacional es de \$5.00 por 100 ml.

6. Saúco

Sambucus mexicana Presl. ex ADC
Familia Caprifoliacea

Sinónimos: *Sambucus bipinnata* Schlecht & Cham; *D. mexicana* var. *bipinnata* Schwerin

Nombres vulgares: Saúco en Centroamérica; Saúco, Bajman, Sacatsun, Tzoloj y Tzokloquen en Guatemala

Nativo de México y Centroamérica. Ampliamente cultivado en varias partes de Sudamérica y el Caribe hasta 3,000 msnm. En Guatemala se cultiva como cerco vivo en casi todas las altitudes; en Nicaragua crece en jardines de varias regiones del país y en Costa Rica crece espontáneamente en cercas y jardines del Valle Central y algunas zonas bajas de ambas vertientes.

a) Definición

Arbol pequeño, 3-5 m de altura, tronco de 30 cm de grueso, esencialmente glabro; tallos con médula blanca y suave. Hojas opuestas, 30 cm de largo, bipinnadas, 5-7 hojuelas opuestas, las terminales el doble de largo que las laterales; foliolos sin pedúnculo, lanceolados, elípticos, 3-10 cm de largo, dentados. Inflorescencia corimbiforme, convexas, 6-20 cm de ancho, panículas planas casi circulares; corolas fragantes, blancas, 5-8 mm de ancho, numerosas. Frutos púrpura o negros, redondos, jugosos, 5-8 mm de diámetro.

b) Agrotecnología

Su reproducción se hace frecuentemente en forma vegetativa por estacas de madera, aunque también puede hacerse por semillas.

c) Usos etnomédicos

Planta muy usada en la medicina tradicional regional, en la que todos los órganos tienen algún uso medicinal. La infusión de las hojas y flores se usa por vía oral para tratar afecciones digestivas (cólico, diarrea, disentería, gastritis, flatulencia e inapetencia), dermatomucosas (conjuntivitis, escarlatina, heridas, tinea) y respiratorias (asma, bronquitis, fiebre, gripe, resfrío y

tos), reumatismo, sarampión, sífilis y varicela; por la vía tópica se aplican cataplasmas como resolutivos y desinflamantes. El cocimiento de la corteza se utiliza para tratar gota y retención urinaria; así como para evitar la caída del cabello.

A las hojas y las flores se les atribuye propiedad antiinflamatoria, aperitiva, galactogoga, expectorante, laxante, purgante, refrescante, resolutiva y sudorífica. A la corteza y raíz se les atribuye propiedad antiinflamatoria, depurativa, diaforética, diurética, emética, estimulante, febrífuga, hipotensora, resolutiva, sudorífica y uricosúrica. Las frutas se usan para fabricar una jalea muy sabrosa y duradera, así como para la elaboración de pasteles y bebidas alcohólicas. El árbol suele sembrarse como cerco o bien como planta ornamental.

d) Actividad biológica

Estudios de la actividad antibacteriana in vitro demuestran que la maceración hidroalcohólica de las hojas es activa contra enterobacterias, pero no contra bacterias causales de infecciones de la piel y de las vías respiratorias (S. aureus, S. pneumoniae, S. pyogenes); la decocción de las hojas no presentó actividad contra T. vaginalis. En un estudio posterior se confirmó la actividad contra enterobacterias, el mejor disolvente fue metanol y la CIMD mayor de 10 mg. Un estudio del espectro de inhibición de 20 cepas aisladas de pacientes enfermos demostró que 70% de cepas de S. typhi y 10% de S. aureus y P. aeruginosa son inhibidas por el extracto etanólico.

Estudios de la actividad antimicótica in vitro demuestran que la maceración hidroalcohólica de las hojas no es activa contra C. albicans. La decocción de las hojas tiene moderada actividad contra E. floccosum, Trichophyton mentagrophytes var. algodonosa, T. mentagrophytes var. granulare y T. rubrum.

Estudios farmacológicos demuestran que la decocción de la corteza tiene ligera actividad diurética en un modelo experimental en ratas, sin elevar la excreción de sodio ni potasio, pero sí aumenta selectiva y significativamente la excreción del ácido úrico y disminuye los niveles sanguíneos. La evaluación farmacológica de la infusión de hojas en un modelo experimental en rata demostró que no tiene actividad laxante a dosis de 1 g/kg.

Estudios in vitro con tejidos de músculo liso aislado de varios animales demuestran que las infusiones acuosas de las flores producen modificaciones de la contractilidad del músculo liso; relaja el tejido traqueal de cobayo y el ileón de cobayo, rata, ratón, perro y conejo; contrae el tejido aórtico

de cobayo, rata, ratón, perro y conejo. Durante la administración in vitro no se demostraron mayores cambios en el electroencefalograma, presión arterial, ritmo cardíaco, respiración y los niveles de glucosa.

e) Producción industrial

i) Tintura. Se obtiene por maceración 1:10 de hojas, flores o corteza secas en una solución de etanol al 35% durante 5 días, sin agitación mecánica, y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración. Cada uno de los productos deberá procesarse por separado e identificar el órgano que se trate, ya que el uso farmacéutico es diferente para cada caso.

ii) Aceite esencial. Se obtiene de las flores secas por arrastre de vapor. Es un producto del cual no se tienen datos de rendimiento ni composición química, por lo que se recomienda investigar el rendimiento del aceite esencial para su extracción con fines comerciales.

iii) Extracto acuoso. Es el preparado rico en taninos y glucósidos, se obtiene por el siguiente procedimiento: colocar la corteza seca en maceración con agua durante 16 horas en una relación 1:4 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, filtrar y trasladar al evaporador en caliente; eliminar el agua a presión reducida (30°C) hasta obtener un fluido claro en relación 1:1 del peso inicial de materia seca vegetal. La concentración es de 16-18 g de extractor por 100 g de material fresco; 1 g del extracto en 100 ml de agua produce 38% de sólidos insolubles y 62% de solubles; contiene 20-28% de taninos.

iv) Extracto hidroalcohólico. Es el preparado rico en flavonoides, se obtiene por el siguiente procedimiento: macerar las flores secas o el remanente de la obtención de aceite esencial con un volumen de etanol al 60% en una relación 1:5 (peso:volumen), calentar durante 15 minutos, separar del extractor y trasladar al evaporador; eliminar el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un extracto fluido en relación 1:1 con respecto a la materia seca vegetal inicial. No se tienen datos sobre la estandarización de este extracto.

f) Precios y mercados

No se encontraron volúmenes del mercado internacional de materia seca vegetal o productos procesados, tanto para la corteza como para las flores. El precio de venta FOB de S. nigra en

cantidades mínimas de 50 kilogramos por mercader de plantas medicinales en Alemania en 1989 fue el siguiente: flores desmenuzadas 10.00-14.00 marcos alemanes por kilogramo y 9.20 marcos alemanes la umbelle entera.

En Guatemala, los precios de la materia seca vegetal comprada al productos oscilan entre \$0.39-0.45 por libra; las flores entre \$0.80--1.00, el precio al público es de \$1.00-1.30 por libra. El precio de la tintura de corteza o flores en el mercado nacional es de \$25.00 por litro en tintura esterilizada.

7. Sábila

Aloe vera (L.) Burm.f.
Familia Liliacea

Sinónimos: Aloe barbadensis Miller, A. vera Tourn, ex Linn

Nombres vulgares: Sábila, Acíbar

Planta nativa de la costa mediterránea de Africa, introducida en el Caribe y América Tropical desde la conquista. Se cultiva con fines comerciales y ornamentales en toda Centroamérica, principalmente en la bocacosta del Pacífico y regiones cálidas del Oriente hasta 1,500 msnm. Género de 360 especies, pero solamente tres tienen propiedades farmacológicas.

a) Definición

Planta suculenta con un robusto tallo que da soporte a una roseta compacta de hojas sin tallo. Hojas carnosas, en forma de espada, erectas, 20-55 cm de largo, 8-10 cm de ancho en la base, se adelgazan hacia la punta, espinas agudas, recurvadas; las hojas tiernas tienen puntos blanquecinos, las maduras son completamente verdes con excepción de la base, que es blanquecina; cutícula dura, hulosa, internamente contiene un látex amargo color amarillo; carnaza mucilaginoso, clara, firme, contiene un gel. Flores numerosas, tubulares, amarillas, vistosas; al final del tallo de un metro de alto, racimos de 10-30 cm de largo, densos; brácteas lanceoladas u ovadas, más largas que los pedicelos cortos. Los brotes tiernos se desarrollan alrededor de la planta y es la fuente de futuras plantas.

b) Agrotecnología y rendimiento

Se cultiva en forma extensiva en toda la región centroamericana. Necesita clima cálido-seco (18-40°C), altura 40-2,500 msnm, agua abundante (400-2,500 cm³ por año; humedad relativa 65/85%) aunque bien drenado, suelos no profundos más bien pobres (pedregosos, secos), fertilización con NFP y materia orgánica, propagación por retoños de raíces (asexual) y por semilla (sexual); el sistema radicular es superficial y no penetra en el suelo; a mayor altura y menor temperatura, crecimiento más lento y menor rendimiento. Las principales enfermedades son las manchas foliares por los hongos Alternaria alternata y Fusarium solani que se controlan con fungicidas químicos específicos; su sabor extremadamente amargo le confiere una defensa natural contra muchas clases de insectos del suelo y del follaje.

Para cosechas se recomiendan varios cortes por año, dependiendo del manejo de la plantación, que básicamente consiste en cortar 3-5 de las hojas más bajas cada 3-4 semanas; se limpian con agua corriente y agua clorada, se quitan las espinas con un cuchillo, se parte la hoja y se saca la pulpa. En las islas del Caribe se recomienda la recolección de las hojas en los meses de marzo y abril, colocando en forma de V, a modo de garantizar que la mayoría del gel pueda ser recolectado. El latex se evapora en recipientes de cobre; cuando la consistencia es adecuada se vierte en recipientes de acero inoxidable para permitir su endurecimiento.

El aloe debe tener un rendimiento cuando menos de 50% de extracto soluble en agua. Las hojas de L.A. vera provenientes de Curaçao contienen cerca del 30% de aloína.

c) Usos etnomédicos

Es una planta ampliamente utilizada con fines medicinales y cosméticos desde hace miles de años; sin embargo muchas de las propiedades atribuidas aún son controversiales, ya que se usa indistintamente el gel o el jugo que tienen composición y aplicaciones diferentes; asimismo, se le atribuyen propiedades de otras especies del género.

El jugo y látex de la planta se utiliza como antiartrítico, antihelmíntico, catártico, emenagogo, estomáquico, febrífugo, purgante, refrigerante y vermífugo. El extracto acuoso y gel de la hoja se aplica tópicamente para el tratamiento de acné, condiloma, dermatitis, erisipela, lepra, psoriasis, quemaduras, raspones, úlceras, verrugas y cicatrización de heridas; internamente para el tratamiento de hipertensión, indigestión, reumatismo y úlcera gástrica. La infusión de la hoja se utiliza para el

tratamiento de biliosidades, ictericia y otras afecciones hepáticas. El mucflago se usa como cataplasma en diversos tipos de inflamaciones y para el tratamiento de heridas. Se le atribuye propiedad abortiva, antiséptica, catártica, colagoga, depurativa, digestiva, ecbólica, emenagoga, emoliente, insecticida, larvicida, laxante, purgante, estimulante, estomáquica, tónica y vermífuga.

Recientemente se ha incluido en una amplia gama de productos alimenticios como bebidas, helados, caramelos, pasteles, gelatinas y pudines; así como en cosméticos como jabones, champús, cremas limpiadoras, colirios y otras formas de aplicación tópica.

Los estudios de validación clínica de la actividad son un tanto controversiales, aunque esta falta de demostración científica no ha limitado su gran promoción y venta en todo el mundo. Los primeros estudios tratando de validar la actividad cicatrizante y regeneradora de la piel fueron bastante infructuosos y de dudosa evaluación estrictamente científica.

d) Actividad biológica

A partir de 1940 se han realizado estudios experimentales que aportan datos interesantes. En un estudio en gran escala usando ratas en las que se produjo quemaduras por radiación se demostró que el 64% de las ratas tratadas con el gel muestran un mejoramiento en la tasa de curación, lo cual fue 9.5 veces mayor que en el grupo control; se demuestra la gran variabilidad entre lotes de materia vegetal, lo que podría explicar los pobres resultados obtenidos en los estudios anteriores.

Un estudio realizado con conejos albinos expuestos a radiación beta demostró una clara mejoría en la cicatrización, comparado con los controles; los exámenes microscópicos mostraron acelerados cambios citológicos en las lesiones tratadas con una fuerte actividad leucocitaria y un temprano desprendimiento del tejido necrótico. Los estudios más interesantes fueron realizados en conejos albinos sometidos a quemaduras térmicas, demostrándose que los tratados con A. vera se curaron en dos semanas contra cuatro de los tratados con otros productos; la biopsia de las lesiones que los conejos tratados con A.vera muestran una reducción en la necrosis dérmica y menor trombosis de los capilares.

El extracto acuoso tiene actividad inmunomoduladora, que se caracteriza por depleción de la actividad del complemento por la vía clásica y alterna por una fracción de alto peso molecular;

mientras que una fracción de bajo peso molecular inhibe la producción de radicales de oxígeno libres por los polimorfonucleares activados.

Estudios clínicos para demostrar otras actividades farmacológicas han demostrado la notable mejoría de pacientes con úlcera péptica tratados con una emulsión de A. vera; el efecto se atribuye a la coacervación de la pepsina, la inhibición del ácido clorhídrico secretado y en general el efecto detoxificante. En el tratamiento de úlcera crónica de la pierna y otras dermatosis se demostraron resultados exitosos al aplicar el gel; el mecanismo de acción parece deberse al aumento de la vascularización. En otros estudios se demostró la actividad antibacteriana y antiprostaglandina en perros quemados experimentalmente; las biopsias antes y después del tratamiento demuestran el efecto claramente, lo que previene la isquemia dérmica e inhibe la infección por Pseudomonas aeruginosa. Otra actividad interesante demostrada es una cierta clase de factor de crecimiento.

Si bien el aloe parece ser bastante inocuo, está contraindicado en el embarazo, hemorroides y cuando se padece de una irritación en el riñón.

e) **Producción industrial**

El uso medicinal del aloe es múltiple, pero sobresalen dos aplicaciones, en la industria farmacéutica (catártico, emoliente, cicatrizante, colagogo) y en la industria de cosméticos. En el mercado se presenta la sábila en tres formas filete fresco, gel deshidratado y jugo desecado.

i) **Filete fresco.** Se obtiene por decortinado de las hojas; sacar el filete evitando la contaminación con el jugo y almacenaje inmediato.

ii) **Gel deshidratado y estabilizado.** Se obtiene por métodos generalmente patentados para extracciones con solventes bajo condiciones críticas o bien por deshidratado a baja temperatura y presión reducida liofilizado. El procedimiento general consiste en quitar la piel a las hojas, sacar el gel contenido en los filetes centrales, el cual es mercerizado durante 3-5 minutos, luego se filtra, se congela en seco y se liofiliza por 6-12 horas. El aloe se presenta en el mercado como masas opacas que varían del negro rojizo al café oscuro.

iii) **Jugo desecado.** Se obtiene en forma similar, pero éste es producto del drenaje de la hoja al cortarse en V.

f) Precios y mercados

El procesamiento del gel de A. vera se deriva de la pulpa de la hoja con fines medicinales y cosméticos, involucrando a la gran industria en los Estados Unidos y Europa, donde se considera una de las más grandes a partir de productos de plantas.

En Centroamérica se cultiva para el mercado externo e interno; en Guatemala una empresa tiene una plantación de cerca de 1.8 millones de plantas de las cuales 40% se encuentran en plena producción; exporta cantidades importantes al mercado de los Estados Unidos y Canadá (promedio de 1.5 millones de filetes por año), así como produce una amplia gama de productos farmacéuticos y cosméticos para el mercado nacional y externo. Los principales compradores son los Estados Unidos y Alemania.

En el mercado internacional, el precio de venta FOB en cantidades mínimas de 50 kilogramos por un mercader de plantas medicinales en Alemania en 1989 fue el siguiente: aloe de Sudáfrica 4.50-5.50 marcos alemanes por kilogramo la planta entera y 8.00-8.50 marcos alemanes el polvo fino; aloe de Curaçao 9.50 marcos alemanes por kilogramo y 13.00 marcos alemanes el polvo fino; la aloína tuvo un precio de 31.00 marcos alemanes por kilogramo.

Los precios en el mercado de los Estados Unidos y Europa en 1990 oscilaron entre \$14-18 por kilogramo de polvo micronizado y \$30-34.00 por litro de solución hidroalcohólica al 20%. Los precios del polvo micronizado comprado por mayoristas entre 1990 y 1991 tuvieron un incremento de 20%; el precio de la crema de aloe para mayoristas entre 1989 y 1990 aumentó 7%. Otros productos de A. vera tiene los siguientes precios: extracto seco de aloína al 22%, \$30.00 por 500 g y \$8.00 por 100 g.

Los precios en el mercado nacional son de \$0.40-1.00 por libra de filete fresco; no pudo obtenerse el precio del gel fresco o deshidratado de producción nacional; el precio del gel deshidratado importado es de \$10-12.00 por libra.

Existen varios productos en el mercado nacional elaborados con gel de A. vera localmente producido, cuyos precios varían entre \$2.50-3.25 por 8 onzas de champú, \$6.00-7.20 por 60 cápsulas de gel deshidratado y \$6.20-9.50 por frasco de 2 a 6 onzas de cremas humectantes.

8. *Calea*

Calea urticifolia (Mill.) DC

Familia Asteraceae

Sinónimos: *Solidago urticifolia* Mill., *Calea axillaris* DC., *C. axillaris* var. *urticifolia*, Robins & Greenm. *C. urticifolia* var. *axillaris* Blake

Nombres vulgares: En El Salvador: Juanilama; en Guatemala: Kantetul, Mosca amarilla; en Honduras: Chirivito, Hoja de Empacho y en México: Hierba de Paloma, Prodigiosa

Nativa de bosques secos, en ocasiones de bosques de encino-pino de 100 a 1,900 msnm y marginalmente de bosques secundarios. En Guatemala se ha ubicado en Alta Verapaz, Chiquimula, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Petén, Santa Rosa y Zacapa. Aparece, asimismo, en México (Yucatán), Belice, El Salvador, Honduras y Nicaragua.

a) Definición

Arbusto erecto, 1-2 m de altura, hojas escasa o densamente pilosas. Hoja de peciolo corto, ovadas a lanceoblongas o lanceoelípticas, 4-12 cm de largo, 1-6 cm de ancho, agudas o acuminadas, agudas u obtusas a la base, triplinervas, márgenes aserrados, escabrosos, rugosos, venas conspicuas, a veces lustrosas en ambas superficies. Cabezuelas numerosas, radiadas, dispuestas en pequeñas panículas umbeliformes, más pequeñas que las hojas, pedicelos delgados, 0.5-2.5 cm de largo; involucros 6-7 mm de largo, agudos u obtusos, puberulentos, filarios internos oblongos u obovado-oblongos, membranosos, glabros, amarillo pálido; rayos florales 3-8 ligulas amarillo intenso, abiertas, 4-5 mm de largo; flores 20-26 (raramente 8-14); aquenios 2.5 mm de largo, corto-pilosos; pappus de 3-4 mm de largo.

b) Agrotecnología y rendimientos

No se encontró ninguna información sobre aspectos agrícolas de la planta. Asimismo, no se ha validado la actividad biológica atribuida ni se conoce la correlación entre la actividad farmacológica y la composición química, inclusive existen serias dudas sobre su taxonomía y utilidad farmacológica, ya que la mayor información proviene de El Salvador, donde el eminente botánico salvadoreño D. J. Guzmán clasifica a la Juanilama como *Lippia gemminata* Kunth, una Verbenaceae.

Además, en el resto de Centroamérica se conoce como Juanilama a la Lippia alba, que también es objeto de este estudio.

Por tal motivo, se recomienda que esta planta sea estudiada más ampliamente antes de realizar cualquier acción industrial. Se propone como plan de trabajo las siguientes actividades:

- 1) Definir la acción farmacológica para la que se propone su uso;
- 2) Validar por pruebas de farmacología experimental las acciones atribuidas;
- 3) Identificar cuando menos la fracción química en la que se encuentra el principio activo responsable de la actividad biológica escogida, y
- 4) De resultar interesantes los datos anteriores, iniciar trabajos de caracterización, domesticación y cultivo de la planta para conocer su potencialidad de comercialización e industrialización.

c) Usos etnomédicos

En México, la decocción de la planta se usa para combatir el dolor de estómago; la solución alcohólica de las hojas, además del uso indicado, sirve como desintoxicante; otros estudios se refieren a que estimula el apetito, ayuda a la digestión y es útil en el tratamiento de la diarrea infecciosa e inflamación intestinal. En Honduras, la decocción de los cogollos y raíces se utiliza para el tratamiento de empacho, cólicos, diarrea y náusea. Las flores producen miel de buena calidad.

d) Precios y mercados

Es muy difícil indicar los precios y el tamaño del mercado, debido a que esta planta es objeto de comercialización únicamente en El Salvador, donde se recolecta a partir de su estado silvestre. En Guatemala y Honduras se usa medicinalmente, pero a nivel casero.

9. Eucalipto

Eucalyptus citrodora Hook
Eucalyptus globulus Labill
Familia Myrtaceae

Nombre vulgar: Eucalipto

El género Eucalyptus está compuesto por más de 700 especies; varias de ellas poseen un importante valor como medicinas; por su composición de aceites volátiles dan origen a fragancias muy diversas como alcanfor, timol, mental, rosa y té de limón. Arbol nativo de Australia, se cultiva en todo el mundo en regiones secas con fines de reforestación. En América se cultiva desde California hasta Argentina. Por su importancia como fuente de aceites esenciales se prefieren dos especies: E. citriodora y E. globulus.

En Centroamérica se ha emprendido campañas de reforestación con alguna especie de rápido crecimiento con el fin de hacer bosques para leña, pero por su importancia como fuente de aceites esenciales con posible mercado industrial e internacional, se considera que únicamente las especies escogidas tienen potencial. Ambas especies se han introducido en programas de reforestación en Costa Rica y Guatemala, donde se cultiva en la costa y boca costa de 100-1,500 msnm (E. citriodora) y en el Altiplano y Meseta Central de 1,500-2,700 msnm (E. globulus).

a) Definición

E. citriodora es un árbol de 25-40 m de alto, corona de ramas y hojas en el tope; corteza suave, blanca o rosada. Posee cuatro diferentes tipos de hojas cotiledíneas, tiernas, juveniles, intermedias y adultas, las cuales se observan en varios ciclos de vida del árbol; las hojas juveniles son opuestas, 4-5 pares; las adultas son alternas, lanceoladas, 10-15 cm de largo, 2-3 cm de ancho, acuminadas, con fina venación, venas laterales numerosas, oblicuas, paralelas y ampliamente distribuidas. Inflorescencia axilar, panícula corimbosa, umbelas de 3-5 flores; botones pedicelados, tubo del cáliz hemisférico a cilíndrico. Frutos ovoides, truncados, contraídos al final, filo delgado.

E. globulus es un árbol de 75-90 m de alto, la corteza azul-grisácea se pela en ciertas épocas del año. Hojas con una capa cerosa blanca, cuando jóvenes son opuestas, oblongas, 7-15 cm de largo; cuando adultas son alternas. Inflorescencia axilar, generalmente solitaria, botones sésiles, flores 3-4 cm de ancho, con una masa prominente de estambres. Fruto cónico, 2-3 cm de ancho, con orilla, numerosas semillas de 3 mm de largo.

b) Agrotecnología y rendimiento

En términos generales su habitat es en terrenos ondulados, donde los suelos son pobres y pedregosos, incluyendo podsoles, podsoles residuales de origen latérico y arcillas infértiles. E.

citriodora crece principalmente en terrenos pobres, suelos de grava y con lluvia abundante, aunque puede cultivarse en cualquier suelo; E. globulus crece en terrenos arcillosos con adecuada humedad. Las plantas se cultivan a partir únicamente de semillas, las que se siembran directamente al terreno definitivo o bien crecen primero en semilleros en los meses de febrero a septiembre.

Las semillas germinan de 4-14 días dependiendo de las condiciones atmosféricas, humedad y temperatura; los semilleros no deben ser muy húmedos ya que promueven enfermedades; las plántulas crecen hasta 10 semanas, cuando han alcanzado una altura de 20-30 cm. La aplicación de nitrógeno (120 kg N/ha) aumenta los productos destilables de las hojas pero no aumenta la concentración de aceite esencial.

La cosecha para máxima producción de aceite esencial y concentración de citronelal es durante los meses de febrero, abril, julio y octubre; para producción óptima se recomiendan dos cosechas anuales a partir de árboles de 3-5 años. Son árboles con pocas enfermedades y plagas.

El principal producto es la leña; la madera es dura y pesada (peso específico 0.75-1.1), arde en forma constante, el carbón tiene un contenido de ceniza de 1-2%. La producción de follaje está en relación directa con la densidad de siembra. E. citriodora es una especie de rápido crecimiento, que incrementa en altura 3 m por año, algunas plantaciones en Tanzania producen hasta 15 m³ por hectárea por año, cosechadas en rotaciones de rebrote de 8 años. En un estudio realizado en la India con E. citriodora en parcelas de 12 x 12 m se demostró que durante 3 años de siembra a distancia de 2 x 2 m se produce en promedio 70.18 kg por área y un rendimiento de 932 g de aceite; a una distancia de 3 x 3 m el rendimiento promedio fue de 47.72 kg por área y un rendimiento de 621 g de aceite; a una distancia de 4 x 4 m el rendimiento promedio fue 25.05 kg por área y un rendimiento de 329 g de aceite. Con relación a la altura de corte se demostró una relación inversa, ya que a cortes de 1 m se obtuvo un rendimiento promedio de 21.31 kg por área y 306 g de aceite; a 3 m se obtuvo un rendimiento de 56.91 kg por área y 696 g de aceite, y a 5 m el rendimiento fue de 64.67 kg por área y 872 g de aceite.

En Centroamérica se acostumbra a sembrar a una distancia de 2 x 2 m, la cual es relativamente densa, lo que permite la poda de los árboles dos veces al año en terrenos irrigados o muy húmedos y una vez al año en terrenos secos o semihúmedos. No se tienen datos de rendimientos en la región, con excepción de un estudio de la Facultad de Farmacias de la Universidad de Costa Rica, donde se investigó la producción de esencia de eucalipto, con un rendimiento del 85%.

c) Usos etnomédicos

El aceite esencial se usa como medicamento oral y tópico, insecticida y repelente de insectos. El cocimiento, infusión e inhalaciones de las hojas se usa para afecciones respiratorias (asma, bronquitis, catarro, faringitis, gripe, influenza, laringitis, resfrío, tos y tuberculosis, artritis, cistitis, diabetes, diarrea, dispepsia, fiebre, estomatitis, malaria, quemaduras y reumatismo); se usa en lavados para heridas, lepra, leucorrea, llagas, pústulas, úlceras y vaginitis. Se le atribuye propiedad anestésica, antiséptica, estimulante, expectorante, febrífuga, hipoglucemiante, insecticida, rubefaciente y vermífuga.

d) Actividad biológica

La decocción de hojas ha demostrado ligera actividad diurética en ratas. El tamizaje antibacteriano demostró que la tintura de hojas es activa contra E. coli, S. aureus y S. pyogenes. La actividad antibacteriana se atribuye al eucaliptol, un monoterpeno neutro con peso molecular de 154, con propiedades irritantes y actividad antiséptica y antibiótica contra E. coli y S. aureus, y al citriodorol, que tiene propiedades antibióticas.

Grandes dosis del aceite esencial son irritantes, producen convulsiones, delirio, gastroenteritis, irritación intestinal, dificultad respiratoria y hematuria. Se ha informado sobre la muerte por ingestión de 4-24 ml del aceite esencial, aunque también sobre recuperaciones de estas dosis; los síntomas incluyen náusea, vómito, diarrea, debilidad, mareo, estupor, delirio, parálisis, convulsiones e inclusive la muerte; las personas sensibles pueden desarrollar urticaria por manejo del follaje.

e) Producción industrial

De las hojas de eucalipto puede obtenerse dos productos: aceite esencial y extraíbles hidrosolubles. Con fines de industrialización y comercialización internacional se recomienda únicamente el aceite esencial.

En el caso de E. globulus se prefiere defoliar árboles que se han botado por su madera, ya sea para construcción o para leña, la época más favorable es de abril a septiembre, cuando se alcanza un rendimiento hasta de 0.8% de aceite esencial y un rendimiento de cineol de 63-73%; durante la época fría el rendimiento de aceite cae a 0.7% y el contenido de cineol de 60-65%. Los mejores

rendimientos se obtienen de las hojas superiores; el aceite tiene una mejor solubilidad en alcohol y un mayor contenido de cineol que las hojas inferiores.

En el caso de E. citriodora el rendimiento de aceite esencial varía entre 0.5-2.0% en los diferentes climas de la India, hasta un 4.8% en ciertas regiones de Nigeria; no se tienen datos para Centroamérica. Se obtiene a partir de hojas jóvenes unidas a las ramas delgadas, que deben procesarse lo más pronto posible para evitar la pérdida de aceites volátiles y el deterioro de la calidad durante el almacenaje. El rendimiento aproximado de un árbol de 6-8 años es de 30-60 kg de hojas. La extracción es por destilación por arrastre de vapor. Los aceites de eucalipto ricos en cineol tienen muchas aplicaciones en preparados farmacéuticos; en perfumería se usa para intensificar el aroma. El aceite de perfumería es apropiado para aislar el citronelal y su derivado hidroxidocitronelal.

f) Precios y mercados

En el caso de materia seca vegetal, el precio de venta FOB en cantidades mínimas de 50 kilogramos por un mercader de plantas medicinales de Alemania en 1989 fue el siguiente: 2.00 marcos alemanes por kilogramo la hoja entera y 3.60 marcos alemanes la hoja cortada. Los precios de la materia seca comprada a los productores en Guatemala oscila entre \$0.30-0.40 por libra, los precios de venta al público entre \$0.45-0.55. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$5-10.00 por litro sin esterilizar y \$25.00 esterilizada.

El mercado internacional de todos los tipos de aceite de eucalipto se estimó para 1986 en 1,600-1,750 toneladas, el aceite de E. citriodora es de una 100 toneladas por año. El precio del aceite esencial en la Comunidad Económica Europea ha aumentado en los últimos 10 años; el proveniente de Portugal tenía un precio promedio en 1976 de 1.93 libras esterlinas por kilogramo y para 1985 se cotizaba en 4.55 libras esterlinas; el proveniente de la China en 1976 fue de 1.67 libras esterlinas por kilogramo y para 1985 de 4.39 libras esterlinas; el precio al público en el mercado inglés en 1991 fue de 9.20 libras esterlinas por kilogramo de aceite al 70-75% 11.25 libras esterlinas al 80-85%; el eucaliptol de Portugal tuvo un precio de 13.20 libras esterlinas por kilogramo.

El mercado del eucalipto está en expansión y sus principales importadores son Francia y los Estados Unidos; hasta 1970 el principal productor era Portugal, a partir de 1980 ha sido la China, conjuntamente con otros países productores como Brasil, España, Australia y Sudáfrica. El mercado

está dominado por el aceite de E. globulus ya que el aceite de E. citriodora tiene una fuerte competencia de los productos sintéticos que son más baratos y están en constante mejoramiento de calidad.

10. Zarzaparrilla

Smilax aristolochiaefolia Mill., *S. lundellii* Killip & Morton, *S. regelii* Killip & Morton y *S. spinosa* Mill

Familia Smilacaceae

Sinónimos: *S. aristolochiaefolia* = *S. medica* Schlecht & Cham.; *S. ornata* Lem.
S. regelii = *S. gradifolia* Regl, *S. ornata* Hook, *S. utilis* Hemsl.
S. spinosa = *S. mexicana* Griseb. ex Kunth; *S. gaumei* Millsp

Nombres vulgares: En Costa Rica: cuculmeca, raíz de chino; en Guatemala: zarzaparrilla, bejuco de la vida, cocolmeca, diente de chucho, palo de vida

Género de enredaderas tropicales de las que se han descrito al menos 12 especies nativas de Mesoamérica; sólo *S. aristolochiaefolia*, *S. lundellii*, *S. regelii* y *S. spinosa* se usan medicinalmente. Varias de estas especies se encuentran en toda Centroamérica, particularmente en la región boscosa de la costa pacífica y algunas partes selváticas. La droga es el rizoma y la raíz de un característico color rojo.

Todas las plantas son nativas de México y Centroamérica. La *S. aristolochiaefolia*, se encuentra en el sur de México y Belice; en Guatemala se ha descrito en Alta Verapaz y Petén. La *S. lundellii*, se encuentra en bosques húmedos hasta 1,300 msnm; en Guatemala se ha descrito en Alta Verapaz, Izabal, Petén, San Marcos y Santa Rosa. La *S. regelii*, se encuentra en bosques y malezas hasta 1,500 msnm; en Guatemala se ha descrito en Chimaltenango, El Progreso, Izabal, Jalapa, Petén, Quetzaltenango, Santa Rosa y Zacapa. La *S. spinosa*, se encuentra en bosques húmedos o secos hasta 2,800 msnm; en Guatemala se ubica en Alta Verapaz, Guatemala, Huehuetenango, Izabal, Jutiapa, Petén, Quetzaltenango, Retalhuleu, Santa Rosa, Suchitepéquez y Zacapa.

a) **Definición**

S. aristolochiaefolia es de tallos inferiores obtusamente cuadrangulares, armados de espinas largas, planas, ligeramente curvas, 13 mm de largo; los tallos superiores obtusamente cuadrangulares, claros suaves, sin espinas. Pecíolo hasta de 5 cm de largo, la parte libre articulada abajo de la mitad; hojas inferiores ovadas u oblongas, hasta 28 cm de largo y 14 cm de ancho, redondas y mucronadas en el ápice, profundamente cordadas en la base, generalmente armadas en las nervaduras con espinas amarillentas, hojas superiores más pequeñas, cordadas a la base, amarillento-verdosas al secarse, glabras, 7 nervaduras, nervaduras elevadas; pedicelos estaminados numerosos, 5-11 mm de largo, más pequeños que los pedúnculos, glabros; perianto segmentado, oblongo, 4 mm de largo, anteras 1.7-2.0 mm de largo. Frutos rojos, globosos, 5-8 mm de diámetro.

S. lundellii es de ramas inferiores firmes, robustas, cilíndricas, estriadas, con espinas fuertes, glabras o pilosas; ramas superiores sin espinas, pecíolos de 1-3 cm de largo, articulados; rizoma leñoso de intenso color rojo, con raicillas alrededor. Hojas oblongo-lanceoladas, verde-café; inferiores 18-27 cm de largo, 10-13 cm de ancho; superiores más pequeñas, agudas, obtusas o agudas a la base; pedúnculo foliar estaminado, prianto segmentado, anteras cortas, 7 nervios. Pedúnculo fructoso de 5-11 mm de largo, pedicelos fructíferos de 6-11 mm de largo, excediendo al pedúnculo; bayas globosas, 4-6 mm de diámetro, negro-azuladas.

S. regelii alcanza hasta 15 m de largo, olor débil, sabor mucilaginoso ligeramente amargo; raíces delgadas, largas, color café o gris; tallos inferiores agudos, cuadrangulares, ángulos con espinas grandes, anchas, comprimidas, rectas o encorvadas, 1 cm de largo; ramas superiores cuadrangulares, agudas, espinosas. Hojas inferiores con pecíolo espinoso de 7 cm de largo y 20 mm de ancho, grandes, nervios, color verde claro; hojas superiores más pequeñas, oblongo-lanceoladas, agudas a la base, glabras, a veces el nervio del envés tiene cortas espinas encorvadas. Pedicelo estaminífero de 6.5 cm de largo, más corto que los pecíolos, pedúnculos de 7-12 mm de largo, perianto, segmentado, fructíferos de 9-19 mm de largo. Frutos globosos, 1.3 cm de diámetro, color negro.

S. spinosa posee tallos cilíndricos, espinas fuertes; ramas superiores de 4-6 ángulos, a veces flexibles, pecíolos cortos, raramente más de 1 cm de largo, espinosos o no. Hojas inferiores ovaladas o elípticas, hasta 14 cm de largo, 8 cm de ancho; ápice agudo, redondeado y puntiagudo; hojas superiores pequeñas, ovaladas o lanceoladas, cilíndricas en el ápice, venas del envés con

espinas. Pedúnculos estaminados, 8 mm de largo, peciolo más largo, pedicelos capilares de 5-13 mm de largo, perianto segmentado, ovado-oblongo, filamentos más largos que las anteras. Bayas negras, globosas, 4-12 mm de diámetro.

b) Agrotecnología y rendimiento

Todas las zarzaparrillas disponibles en el mercado internacional son plantas recolectadas de ambientes naturales; por el rizoma o la raíz, la parte utilizada, es una especie que se encuentra en peligro de extinción. La planta tarda en producir un rizoma de tamaño comercial de 5-10 años, plantas adultas de 20 años pueden producir rizomas de 10-20 kg. El Programa Nacional de Plantas Medicinales de Guatemala y algunos estudios aislados de Costa Rica están tratando de caracterizar y domesticar este cultivo, pero los hallazgos todavía son insuficientes. Para pensar en cualquier industrialización a gran escala deberán agotarse todos los trabajos agrotecnológicos previamente.

c) Usos etnomédicos

Por una combinación de factores, la zarzaparrilla ha tenido una drástica pérdida de popularidad, aunque pareciera seguir siendo una droga útil en el tratamiento de ciertas enfermedades crónicas. Por su uso en atención primaria de salud para enfermedades comunes, se ha incluido en el mencionado Programa Nacional de Plantas Medicinales para su desarrollo químico-agronómico.

El cocimiento del rizoma es de uso medicinal en Centroamérica. Por vía oral se usa para tratar anemia, afecciones digestivas (diarrea, dolor de estómago, inapetencia), hinchazón, malaria, dolor de riñones, enfermedades de la sangre y venéreas, hepatitis, reumatismo y diversas afecciones dermatomucosas (alergia, eczema, liquen plano, tinea, psoriasis) y tumores. Se le atribuye propiedad antiinflamatoria, antiprurítica, antirreumática, antiséptica, cicatrizante, estimulante, diurética, diaforética, depurativa, sudorífica y tónica.

Las raíces cocidas y sazonadas con azúcar y canela sirven para preparar un refresco popular que también se ha comercializado. La raíz de varias especies del género se ha utilizado como colorante de refrescos, caramelos y postres congelados y ha sido aprobada para uso en alimentos por el FDA de los Estados Unidos.

d) Actividad biológica

Estudios de la actividad antibacteriana in vitro demuestran que la maceración hidroalcohólica de la raíz de S. lundellii es activa contra P. aeruginosa, S. aureus, S. typhi, S. dysenteriae, S. flexneri y S. pyogenes, pero no es activa contra V. cholera. Estudios del espectro de inhibición bacteriana en 20 cepas provenientes de pacientes demuestran que inhibe el 85% de cepas de P. aeruginosa, 80% de S. typhi y 70% de S. aureus. La maceración hidroalcohólica de la raíz de S. regelii tiene actividad contra S. dysenteriae y S. flexneri. La decocción de la raíz de S. spinosa inhibe el crecimiento de microorganismos causantes de infecciones de la piel, como E. coli.

Estudios de la actividad antifúngica in vitro demuestran que la decocción y el extracto metanólico de rizomas de S. lundellii tienen actividad contra C. albicans, C. krusei, C. parapsilosis y C. stellatoidea, con una CIMD de 1-2 mg. La decocción del rizoma tiene actividad contra E. floccosum y T. mentagrophytes. La decocción del rizoma de S. regelii tiene efectos contra E. floccosum, Microsporum canis, T. mentagrophytes y T. rubrum, con una CIM de 900 mg y actividad fungicida. La decocción del rizoma de S. spinosa opera contra M. canis.

Estudios clínicos en el tratamiento de 50 pacientes con vaginitis por C. albicans demuestran que los óvulos vaginales a base de maceración hidroalcohólica del rizoma de S. lundellii se comportan en forma similar al fármaco de referencia (Nystatina). En otro ensayo se probó el tratamiento con una crema a base de la maceración hidroalcohólica de S. lundellii de 76 trabajadores que presentaban pie de atleta clínicamente; en todos se confirmó una infección dermatofítica por KOH y cultivo y se demostró una mejoría clínica similar al fármaco de referencia (Tolnaftato) después de 15 días de tratamiento, aunque no se comprobó negativización al examen con KOH o cultivo. La actividad antimicrobiana se atribuye a las saponinas, pero en particular a sarsasapogenina y parillina. La parillina es una saponina neutra, de peso molecular 1,000, cristales blancos, con actividad antimicótica (C. albicans CIM 16 mg/ml y Trichophyton sp. CIM 4 mg/ml) y antitumoral (carcinosarcoma de Walker 256 en la rata).

Estudios farmacológicos demuestran que la decocción de la raíz y rizoma de S. lundellii, S. regelii y S. spinosa tienen actividad diurética en ratas comparable con el fármaco de referencia (hidroclorotiazida). Estudios clínicos en Alemania demuestran que una preparación de zarzaparrilla aumenta la excreción urinaria de ácido úrico, resultando en una disminución del 30 de los niveles sanguíneos. El extracto etanólico de S. regelii tiene efectos hepatoprotectores en un modelo de daño

hepatocelular producido por CC14 en ratas. Estudios preliminares indican que la decocción del rizoma de S. lundellii tiene cierta actividad inmunomoduladora en ratones medida por un aumento en la población de linfocitos y en los títulos de anticuerpos séricos. La sarsapogenina tiene actividad antiinflamatoria.

El extracto líquido de la raíz es de uso oficial en varios países. En la Farmacopea Inglesa se recomienda por su actividad antirreumática, antiséptica y antiprurítica para el tratamiento de psoriasis y reumatismo crónico, a una dosis de 1-4 g por decocción u 8-15 ml del extracto líquido en alcohol al 20% con glicerol al 10% durante 3 veces al día. La zarzaparrilla es oficial en la Farmacopea de los Estados Unidos desde 1820. En Marruecos se han tratado exitosamente pacientes con lepra usando una combinación de extracto de S. ornata y una terapia con dapsona. Estudios clínicos demuestran que el extracto acuoso es beneficioso en el tratamiento de eczema y psoriasis. En 1985, la zarzaparrilla era oficial en las farmacopeas de Bélgica, China, Inglaterra, Japón y Portugal.

La decocción de las raíces de S. lundellii, S. regelii y S. spinosa tienen una DL50 por vía oral en ratones mayores de 30 g/kg. La DL50 de la parillina cristalizada en ratones es de 10 mg/kg por vía intraperitoneal y 30 mg/kg por vía oral. Estudios de toxicidad aguda (0.5-3.0 g/kg) y crónica (100 mg/kg/día durante 90 días) no demostraron ningún síntoma de toxicidad en ratones.

e) **Producción industrial**

La experiencia de Guatemala a nivel de pruebas de laboratorio y planta piloto indica que es posible la producción industrial de dos productos: tintura y extracto acuoso.

i) Tintura. Se obtiene por maceración 1:10 de hojas secas en una solución de etanol al 45% durante 5 días sin agitación mecánica y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración.

ii) Extracto hidroalcohólico. Es el preparado rico en flavonoides y saponinas, se obtiene por el siguiente procedimiento: tratar el material vegetal molido (raíz y rizoma) con un volumen de etanol al 90% en una relación 1:5 (peso:volumen) durante 16 horas, calentar durante 15 minutos, se extrae por reflujo en caliente con etanol al 70% durante 30 minutos y trasladar al evaporador; eliminar el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un líquido color rojo oscuro en relación 1:1 con el peso original de la materia seca vegetal. En estas condiciones, y de

acuerdo con la experiencia de Guatemala, se obtiene un extracto con las siguientes características fisicoquímicas: miel color rojo oscuro; presente 97% de compuestos solubles en etanol al 70%; densidad 1.29 a 26°C; humedad 25%; concentración 25 g/100 g de material seco; el tamizaje fitoquímico por cromatografía de capa fina indica la presencia de flavonoides (+) y saponinas (+++).

f) Precios y mercados

El precio de venta FOB de zarzaparrilla (sin definir especie), en cantidades mínimas de 50 kilogramos, por un mercader de plantas medicinales en Alemania en 1989 fue el siguiente: Zarzaparrilla de Jamaica, 16.60 marcos alemanes por kilogramo de raíz entera y 23.00 marcos alemanes la raíz cortada; Zarzaparrilla de Veracruz, 11.80 marcos alemanes por kilogramo de raíz entera y 16.00 marcos alemanes la raíz cortada.

Los precios para los mayoristas en el mercado europeo de Zarzaparrilla (NAB 12 11 9090) en los últimos tres años fueron los siguientes: solución alcohólica al 60% \$60.00 por litro, \$16.00 por 250 ml, \$4.00 por 50 ml; la raíz en polvo tuvo un precio de \$13-16.00 por kilogramo en 1989, \$14-16.00 en 1990 y \$26-28.00 en 1991; la materia seca de hojas \$12-17.00 por kilogramo. El precio CIF en el mercado inglés para 1991 fue de 5.22 libras esterlinas por kilogramo. Los precios internacionales ponderados fueron del orden de \$6-7.00 por kilogramo.

En Guatemala, los precios de la materia seca vegetal comprada al productor oscilan entre \$0.40-0.70 por libra, los precios de venta al público entre \$0.55-1.00. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$8-12.00 por litro sin esterilizar y \$25.00 esterilizada. Existe un elixir en el mercado combinado con otras tres plantas que tiene un precio de \$5.00 por 100 ml.

11. Altamiza

Tanacetum parthenium (L.) Schultz-Bip.
Familia Asteraceae

Sinónimos: Chrysanthemum parthenium (L.) Pers.

Nombre vulgar: Altamiza

Nativa del sur de Europa. Introducida en Centroamérica y Sudamérica y en las regiones montañosas del Caribe. En Guatemala se cultiva en jardines y huertos a casi todas las alturas.

a) Definición

Hierba de olor fuerte, desagradable, sabor amargo; raíz perenne, ramificada; tallo erecto, acanalado, ramificado, de 80 cm de alto. Hojas alternas de 11.5 cm de largo, 5 cm de ancho, tallo largo, gris-verdoso, profunda e irregularmente divididas en lóbulos secundarios. Flores vistosas, en números cabezuelas, 2 cm de ancho, en grupos terminales. Semillas oblongas, zurcadas, numerosos bordes, sin pappus.

b) Agrotecnología y rendimiento

Es una planta introducida de Europa, pero se ha adaptado bien y crece silvestremente en clima templado en toda Centroamérica. Se cultiva en pequeñas cantidades con fines de medicina casera y pequeños niveles de comercialización.

No se cuenta con datos muy precisos sobre el rendimiento de follaje, pero por observaciones preliminares se estima que pueden obtenerse 1-2 cortes por año por planta; la distancia de siembra más apropiada es 0.4 x 0.4 m. A partir de experiencias en parcelas experimentales en el Altiplano de Guatemala se estima que el rendimiento fresco es de 10.5 toneladas por hectárea y de 3.1 en seco; el rendimiento por conversión de peso fresco a seco es de 3.5:1.

c) Usos etnomédicos

Planta de uso frecuente en Mesoamérica, particularmente para diversas afecciones dolorosas y para contribuir al parto. En Europa se ha vuelto muy popular por sus propiedades profilácticas contra la migraña, para aliviar el dolor menstrual, asma y artritis. Se le atribuye propiedad emenagoga, antiespasmódica, cardiotónica, digestiva, tónica, sedante, astringente, febrífuga y abortiva. Se usa para combatir los estados biliosos, como sedante en los estados nerviosos e histeria, para problemas de artritis y migraña, en la dismenorrea y dolor de oídos. En las afecciones gastrointestinales se usa para tratar parasitosis intestinal, dolor de estómago, flatulencia, diarrea y gastritis; se le atribuye propiedad digestiva, vermífuga, carminativa y estomáquica. La planta también tiene un uso insecticida.

d) Actividad biológica

Los extractos acuosos de la planta han demostrado actividad contra bacterias Gram positivo, negativo y microbacterias. El extracto etanólico presenta una marcada acción antiespasmódica in vitro e in vivo. Los sesquiterpen lactonas han demostrado actividad antisecretoria.

Su mecanismo de acción en el tratamiento de migraña parece asociado con un inhibidor de la síntesis de prostaglandina; extractos de las partes aéreas suprimen la producción de prostaglandinas in vitro hasta un 88%, el extracto de las hojas las inhibe sólo en un 58%; ninguna de las dos inhibió la ciclooxigenación del ácido araquidónico, el primer paso en la síntesis de prostaglandina; estos datos sugieren que esta inhibición sea realizada por un mecanismo diferente a los salicilatos.

El extracto acuoso previene la liberación de ácido araquidónico e inhibe la agregación in vitro de plaquetas humanas estimuladas por ADP o trombina, así como la liberación de serotonina por las plaquetas; estudios recientes indican que el mecanismo de acción podría estar asociado más bien al bloqueo de los grupos sulfidrilo a nivel celular. Estudios clínicos demuestran poca correlación con la agregación de plaquetas estimuladas por trombina, pero una alta disminución de la agregación plaquetaria inducida por serotonina.

Los estudios de toxicología clínica indican pocos efectos adversos en un período de 6 meses, inclusive se describe un "síndrome postratamiento" (ansiedad, insomnio, rigidez articular) que aparece en los pacientes que se les cambia el uso de altamiza por un placebo. En un grupo grande de pacientes, 18% admitió algún efecto adverso, principalmente ulceración de la lengua (11%) y dermatitis.

e) Producción industrial

La experiencia de Guatemala a nivel de pruebas de laboratorio indica que es posible la producción industrial de dos productos: tintura y extracto acetónico.

i) **Tintura.** Se obtiene por maceración 1:10 de hojas y flores frescas en una solución de etanol al 35% durante 5 días sin agitación mecánica y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración.

ii) **Extracto acetónico.** Es el preparado rico en partenólidos, se obtiene por el siguiente procedimiento: tratar el material vegetal fresco con un volumen de acetona en una relación 1:5 (peso:volumen), poner el reflujo 60 minutos, separar del extractor y trasladar al evaporador; eliminar

el disolvente a presión reducida (30°C) hasta obtener un polvo amarillento claro en relación 1:1 con la cantidad de materia seca original. No se tienen datos para la estandarización del extracto.

f) Precios y mercados

En Guatemala, los precios de la materia seca vegetal comprada al productor oscilan entre \$0.30-0.54 por libra, los precios de venta al público entre \$0.40-0.75. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$25.00 por litro la esterilizada. Existe un elixir para afecciones digestivas que contiene T. parthenium en una mezcla con otras cuatro plantas, su precio en el mercado nacional es de \$5.00 por 100 ml.

12. Epazote

Teloxys ambrosioides (L.) Weber
Familia Chenopodiaceae

Sinónimos: *Chenopodium ambrosioides* L.; *C. antihelminticum* L., *Atriplex ambrosioides* Crantz; *Botrys ambrosiodies* Nieuwl

Nombres vulgares: Apazote, Epazote, Pazote

Nativa y común de la América Tropical. Diseminada en climas ligero-templado, subtropical y tropical del mundo hasta 2,700 msnm, principalmente en bosques de encino y bosques tropicales. En Guatemala se ha descrito su presencia en Petén, Alta Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalpa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Totonicapán y San Marcos. Si bien es una planta común de la región, no se cultiva en forma comercial, ya que la mayoría de las plantas utilizadas en medicina tradicional o para fines de comercialización son recolectadas o cultivadas en pequeña escala.

a) Definición

Hierba anual o perenne de fuerte olor fétido, ramosa, arbustífera; tallo acanalado, simple o ramificado, rojizo, 60-150 cm de alto. Hojas alternas, casi sin tallo, 2-9 cm de largo, oblongo-lanceoladas; superiores pequeñas, enteras; inferiores, finamente dentadas; conspicuamente venosas, punteadas por glóbulos de aceite. Flores pequeñas, amarillas, en panícula piramidal en forma de

espigas largas, delgadas, axilares y terminales. Semillas pequeñas, lentiformes, brillantes, contenidas en un cáliz, que huele al secarse.

b) Agrotecnología y rendimiento

Planta ampliamente distribuida en la región, tanto en forma silvestre como cultivada en zonas cálidas y templadas, es una especie muy variable en su morfología y composición química.

Estudios realizados en Guatemala demuestran que hay influencia de la zona ecológica en que se produce y los niveles de aceite esencial; así, la proporción de aceite esencial es más fuerte en una zona seca que en una húmeda (0.55 a 0.77 ml por 50 g de planta seca); el porcentaje de ascaridol cambia poco según el contacto ecológico o el nivel de humedad (50 a 60%).

c) Usos etnomédicos

Planta nativa de amplio uso popular desde la época precolombina. La mayoría de los escritores coloniales refieren su uso para múltiples afecciones, tales como digestivas, inflamaciones y como emenagogo, pero particularmente como antihelmíntico.

La decocción de las hojas y semillas se usa en quemaduras, raspones, infecciones de la piel, asma, catarro, afecciones nerviosas, dolor de muelas y desórdenes menstruales. Se le atribuye propiedad analgésica, antiespasmódica, antifúngica, antihelmíntica, carminativa, desinflamante, diaforética, diurética, emenagoga, estimulante, estomáquica, galactogoga, narcótica, sudorífica, tónica y vulneraria. Ampliamente usada en el tratamiento de afecciones gastrointestinales, particularmente para tratar parasitosis intestinales, gastralgia, inapetencia, indigestión, diarrea y disentería. Se usa culinariamente para sazonar frijoles y jutes.

d) Actividad biológica

El aceite esencial o de quenopodio tiene múltiples actividades biológicas demostradas en diferentes animales modelos, tales como: antibacteriano, antihelmíntico, antimalárico, carcinógeno, depresor cardíaco, hipotensor, relajante muscular y estimulante respiratorio. La decocción de la planta tiene ligera actividad diurética en un modelo experimental en ratas. La maceración etanólica de las hojas no inhibió el crecimiento in vitro de C. albicans, E. coli, P. aeruginosa y S. Aureus.

El principio activo es el ascaridol, que tiene actividad antibacteriana y antifúngica, así como paraliza los parásitos intestinales y los animales de sangre fría. La Farmacopea Nacional de México establece que la actividad terapéutica reside en el aceite esencial que se obtiene 1% del fruto y 0.4% de las hojas; la Farmacopea Latinoamericana incluye el ascaridol y el aceite esencial como drogas antihelmínticas.

El aceite puede ser tóxico y presenta efectos secundarios como dolor de cabeza, náusea, sordera, trastornos visuales; la intoxicación se manifiesta por vómitos, convulsiones, debilidad, disturbios cardíacos y respiratorios, lesiones hepáticas y renales, somnolencia, postración y estupor. La planta puede ser abortiva. A dosis alta puede ser mortal (0.1 ml de ascaridol/kg de animal); la autopsia revela edema pulmonar, degeneración grasosa del hígado y lesiones del miocardio; la dosis letal del ascaridol en el ratón es de 0.075 ml/kg).

e) **Producción industrial**

La experiencia en Guatemala a nivel de laboratorio y planta piloto indica que es posible la producción industrial de dos productos: tintura y aceite esencial.

i) **Tintura.** Se obtiene por maceración 1:8 de hojas secas en una solución de etanol al 35% durante 5 días sin agitación mecánica y un tiempo de retención de 1-2 días cuando se usa agitación mecánica; se prensa, filtra para aclarar y luego se esteriliza por filtración.

ii) **Aceite esencial.** Se obtiene de las hojas y fructificaciones frescas o secas por arrastre de vapor. Es un producto del cual no se tienen datos nacionales de rendimiento, por lo que se recomienda investigar el rendimiento del aceite esencial y el posible mercado internacional para su extracción con fines comerciales.

f) **Precios y mercados**

No se encontraron tamaños del mercado ni precios de la materia prima y aceite esencial en el mercado internacional. En Guatemala, los precios de la materia seca vegetal comprada al productor oscilan entre \$0.35-0.50 por libra, los precios de venta al público entre \$0.50-0.75. El precio de la tintura en el mercado nacional es de \$25.00 por litro esterilizada.

13. Tomillo

Thymus vulgaris
Familia Labiatae

Sinónimos: Tomillo, Garden thyme

Nombre vulgar: Tomillo

Existen probablemente más de 100 especies en este género, todas procedentes del tomillo silvestre (*Thymus serpyllum*). Es nativo de la región del Mediterráneo y del Asia Menor.

a) Definición

Planta aromática, leñosa, polimorfa, de 10 a 40 cm de altura, con numerosas ramas, leñosas, erectas, compactas, parduscas o blanco-aterciopeladas. Las hojas, de 3 a 8 mm son lineares, oblongas, opuestas, tomentosas, con el peciolo o sus márgenes revueltos hacia abajo y blanquecinos por el envés. Las flores son axilares y agrupadas en la extremidad de las ramas, formando una especie de capítulo terminal, a veces, con inflorescencia interrumpida; de color blanquecino o rosado.

b) Agrotecnología y rendimiento

Crece en regiones entre 850 y 2,000 msnm en la Meseta Central. En clima templado, templado-cálido y de montaña. Resiste bien las heladas y sequías, pero no el encharcamiento ni exceso de humedad ambiente. Prefiere suelos ricos de aluvión y calcáreos, pero se adapta a los arcillosos, ligeros y silíceos.

Su cultivo se puede llevar a cabo por semillas o por división de pies o esquejes:

i) **Semilla.** Es un método rápido aunque sin previa selección clonal puede originar individuos muy diferentes. La semilla se deposita sobre un suelo ligero, cuidadosamente preparado y alisado, se cubre con una capa muy ligera de tierra y se riega diariamente con regadera fina o aspersores. Cuando las plantitas tienen entre 6 y 8 cm de altura se efectúa el entresacado, el que debe hacerse en período vegetativo. Para 10 m² de vivero se requieren 2 g de semillas. Debido a lo pequeño de su tamaño, se requiere mezclarlas con arena, para facilitar su siembra. La siembra directa no se hace nunca.

ii) **Por división de pies.** Permite una explotación más rápida, pero sólo se puede obtener un número restringido de plantas (unas 20 o 30 por cada planta madre dividida). Las plantas se dividen y se entierran hasta donde empiezan las hojas (10 a 15 cm).

iii) **Por esquejes.** Puede practicarse en cualquier tiempo, siempre y cuando la planta esté en período vegetativo. El enraizamiento tiene lugar a los dos meses. El porcentaje es de aproximadamente un 85, el cual se reduce a 30 o 40, cuando el esquejado se efectúa en invierno. La multiplicación vegetativa asegura una homogeneidad de la descendencia, y permite propagar cepas estériles.

Las plantitas se siembran en hileras separadas entre 60 y 80 cm y a una distancia de 25 a 30 cm entre cada planta. Su cultivo en camas elevadas proporciona un uso más eficiente del espacio (en filas, la densidad de plantas es de 40,000 a 50,000 por hectárea, mientras que en camas puede alcanzar las 130,000). La distancia entre cama y cama es de 30 a 40 cm con un ancho de 0.80 a 1.20 m. Las plantitas se colocan a unos 25 cm entre sí.

Se cosecha antes de la floración. Después del secado, un simple vareo, separa las ramas de las hojas. Su rendimiento es de aproximadamente 4 a 5 toneladas por hectárea (en surcos). Con el secado éste baja un 60 a 65%. Después de vareado, la cantidad de hojas secas es de unos 800 kg a 1,200 kg por hectárea. En camas elevadas, el rendimiento es casi el doble.

c) Usos etnomédicos

Las hojas son estimulantes, antiespasmódicas, coleréticas, diaforéticas, balsámicas, antisépticas, cicatrizantes, antioxidantes y condimentarias. En uso interno como infusión, extracto, tintura o jarabe. Para afecciones de las vías respiratorias, tos ferina, catarros; en trastornos gastrointestinales; como vermífugo. En uso externo como vulnerario, desinfectante y cicatrizante, en decocción concentrada y en linimentos y baños tonificantes, así como pomadas y lociones usadas en dermatología y cosmética.

El aceite esencial es eupéptico, estimulante, colerético, antiespasmódico y expectorante (tosferina), antiséptico, antiviral, antifúngico, antihelmíntico. Se usa en farmacia y en veterinaria como antiséptico, tónico, vermífugo y cicatrizante.

d) Actividad biológica

Investigaciones modernas han demostrado que el aceite esencial (timol) es efectivo contra S. typhi, C. diptheriae, E. coli, D. pneumonia, S. aureus y S. pyogenes. Ha sido empleado para aliviar heridas pero es muy irritante para la piel. Su papel principal en la actualidad es en el tratamiento de micosis de la piel, ya sea en una solución alcohólica al 1%. El tomillo repele la mariposa blanca del repollo (Pieris spp) y la oruga de las coles o crucíferas (Tatochila autodice).

El consumo interno de timol en dosis altas además de diarrea puede ocasionar mareos, dolor de cabeza, vómito y debilidad muscular. Asimismo, puede tener efecto depresivo sobre el corazón, respiración y bajar la temperatura del cuerpo.

Es una especie muy variable, tanto en su fenología como en la composición química de su aceite esencial, del que ya se han detectado 7 quimiotipos. Esto ha dado lugar a confusiones taxonómicas. Son sinónimos las supuestas especies: Th. herba-barona Webb., Th. webbianus Rouy., Th. tenuifolius Miller, Th. ilerdensis Gonz., Th. aestivus Reuter.

14. Zacate Limón

Cymbopogon citratus (D.C.) Stapf
Familia Gramineae

Sinónimos: Zacate limón, Lmon Ch'iim (Mam), Lmunch Chim (Aguacateca)

Nombres vulgares: Zacate limón, zacate de té, té limón, té de caña, sontol, lemon grass.

Originaria de Asia (Sri Lanka). Cultivada en todo Centroamérica.

a) Definición

Planta que vive hasta dos años. El tallo es recto; las hojas son largas, delgadas, ásperas al tacto, verdes cuando frescas, café al secarse. Los retoños son estériles y salen en el centro de la planta. Las flores forman un racimo largo y caído de 30-60 cm de largo. Toda la planta despiden un olor muy aromático a limón.

b) Agrotecnología y rendimiento

Florece durante julio y agosto. Crece silvestremente en tierra negra y húmeda en climas tropicales y subtropicales. En Costa Rica, se encuentra en todo el país desde los 0 a 2,000 msnm, en Guatemala en el sur y oriente del país. Esta especie tiene alta adaptabilidad, es resistente a condiciones de sequía, no presenta problemas de ataque de plagas aunque sí fue atacada por bacterias.

La forma de reproducción más eficiente y rápida es la asexual, mediante la cual se logra un alto porcentaje de nuevas plantas. Se utilizan nuevos brotes de la macolla. Se siembran de manera directa en hileras separadas 1 m y 60 cm entre planta y planta.

Se calcula un rendimiento del material seco de 3,000 a 4,000 kg por hectárea por corte. Sembrado en asociación con otras plantas, protege del viento y ayuda a controlar la erosión.

c) Usos etnomédicos

Las hojas y los tallos tiene propiedades antiespasmódicas, digestivas, antihipertensivas, febrífugas y rubefacientes.

La infusión de hojas y tallos calma el dolor de estómago, ayuda a la digestión lenta y favorece la expulsión de gases. El cocimiento de las hojas y tallos baja la presión, sirve para la sudoración, baja la fiebre y alivia afecciones catarrales. La cataplasma de hojas frescas alivia los dolores articulares y musculares, así como las neuralgias.

d) Actividad biológica

La planta contiene un aceite esencial formado por citral, geraniol, citronelal, metilheptano y mircenol; triterpenoides y flavonoides. Las personas que padecen de hipotensión no deben usarla por tiempo prolongado, ya que podría agravar su mal. No debe ser usado por personas con afecciones cardíacas y de los riñones.

15. Albahaca

Ocimum basilicum L.
Familia Labiatae

Sinónimos: Albahaca morada

Nombre vulgar: Albahaca - Basil

Posiblemente es originaria de la India y llegó a Europa vía Persia y Asia Menor.

a) Definición

Planta herbácea, anual de tallos erectos y ramificados, que alcanza de 30 a 50 cm de altura. Las hojas de 2 a 5 cm son opuestas, pecioladas, aovadas, lanceoladas y ligeramente dentadas. Las flores son blancas o ligeramente purpúreas, dispuestas en espigas alargadas, axilares, en la parte superior del tallo o en los extremos de las ramas. El fruto está formado por 4 aquenios pequeños y lisos.

b) Agrotecnología y rendimiento

Florece de noviembre a marzo en una altitud de 0 a 1,000 msnm y no tolera temperaturas inferiores a -2°C , vegeta bien entre 15 y 25°C y a media sombra. El suelo debe ser rico en materia orgánica, de mediana fertilidad, ligero, arcilloso, franco o humífero, de buen drenaje. Los suelos arcillosos son inadecuados.

Puede ser propagada fácilmente por semilla. Puede sembrarse en semillero o bien, de manera directa. Su trasplante se efectúa cuando la planta tiene 6 hojas o 10 cm. Para una hectárea se necesitan aproximadamente 1.25 g de semilla en 125 m^2 . Para la siembra directa, se requiere de 3 a 5 kg de semilla según el tipo de siembra. Esta se efectúa en filas separadas 60 a 70 cm y 0.20 a 0.25 cm entre plantas.

En el huerto familiar se requiere de una posición soleada, pero protegida del viento. En climas templados, su cultivo debe ser en invernadero pues no soporta las temperaturas bajas. Para promover el desarrollo de follaje, se deben pellizcar las puntas de las ramas evitando así la floración. Cosechar cuando la hierba tiene unos 18 cm de altura. Cuando se destina para obtener esencia, la recolección debe realizarse en plena floración. Las plagas y enfermedades más comunes son los

pulgonos y hormigas. Es importante evitar el exceso de agua, ya que favorece la pudrición de las raíces.

c) Usos etnomédicos

Tiene propiedades antiespasmódicas, estomáquicas, diuréticas, galactógenas, antisépticas, condimentarias. En uso externo, en forma de infusión, como galactógena y para combatir las dispepsias nerviosas; como condimento y aromatizante en salsas, pescados, sopas, quesos, legumbres, etc. En uso externo, calma irritaciones cutáneas, como estornutatoria. Su aceite esencial es empleado en perfumería, jabonería y cosmética. En la preparación de productos bucales, en licorería, en alimentación.

Es insecticida y repele moscas, mosquitos, garrapatas. Por ello se recomienda su cultivo cerca de la estercolera o a la entrada de la cocina para evitar las moscas. Afecta a las siguientes plagas: escarabajo de la papa, polilla de la papa, áfidos, arañuela roja, gusanos. Se prepara una emulsión al 2% con aceite etéreo y se aplica.

Su presencia en el huerto familiar o en el jardín es de beneficio como acompañante del jitomate.

d) Actividad biológica

Toda la planta contiene aceite esencial compuesto de cineol, eugenol, metilchavicol, linalol, derivados terpénicos y saponinas. Las semillas contienen azúcares y ácidos galacturónico y manurónico.

16. Orégano Silvestre

Lippia graveolens HBK
Familia Verbenaceae

Nombres vulgares: Orégano en Honduras, orégano cimarrón en Costa Rica y Wild marjoran

Arbusto aromático ramificado de hasta 3 m de altura con flores de color blanco en las cimas y hojas de unos 3 cm.

Originaria de Centroamérica. Otra fuente señala que es nativa o introducida de Texas y México hasta Nicaragua. En Costa Rica se encuentra en todo el país, desde 0 a 2,000 msnm. En Honduras crece silvestre en lugares cálidos y secos.

a) Agrotecnología y rendimiento

Se puede reproducir por semilla o estaca de madera suave. Cultivada crece también en los lugares frescos. Presenta alta resistencia a la sequía. En cultivo experimental, fue sembrada en hileras a una distancia de 1 m y la misma entre planta y planta. Puede tener problemas con ataque de bacterias y hongos, pero no con insectos. El rendimiento esperado es de 1,000 kg por hectárea.

b) Usos etnomédicos

Las hojas cocidas se usan para asma, bronquitis, tos, dolor de estómago, dolor de vientre, nervios y para regular trastornos y dolores menstruales. Las hojas se colocan en los oídos para aliviar el dolor.

17. Otras especies con potencialidad en la región

- Bixa orellana L. - (achiote)
- Buddleia americana L - (salvia, hoja blanca)
- Citrus aurantifolia Swingle - (limón)
- Gliricidia sepium Steud - (madriado, cacah-nanance)
- Lippia dulcis Trev - (orozul, orozuz)
- Mentha x piperita L - (hierbabuena)
- Momordica charantia L - (sorosi, cundeamor)
- Neurolaena lobata (L) R.Br. - (gavilana)
- Petiveria alliacea L - (hierba de zorrillo, ipacina)
- Ruta chalepensis L - (ruda)
- Taraxacum officinale L - (diente de león)
- Zingiber officinale Roscoe - (jengibre)

IV. LA PRODUCCION DE PLANTAS MEDICINALES

1. Huertos para la producción de plantas medicinales

La difusión de la producción y el uso de plantas medicinales tendría, sin duda, una buena acogida, tanto entre la población como entre los gobiernos, ya que generaría instrumentos para atacar algunos problemas de salud que ya se han tornado endémicos, y en forma paralela podrían abastecer de materia prima a la industria que se dedique a exportación de extractos y concentrados para los laboratorios farmacéuticos.

La promoción de la utilización de plantas medicinales para la prevención y curación de tales enfermedades debe ser parte de un programa de medicina popular como el que se plantea en el presente documento y asentarse en el establecimiento de huertos municipales, cuyo propósito sería la producción de plantas medicinales que estén accesibles para uso de la población y como insumo, tanto de las industrias artesanales como de aquellas de mayor tamaño que elaboren extractos, concentrados y aceites esenciales para la exportación o para los laboratorios nacionales y transnacionales. En una primera etapa, sin embargo, los huertos podrían establecerse en aquellas zonas de mayor incidencia de las enfermedades que se desea combatir.

Este objetivo se facilitaría si se consideran las condiciones climatológicas generales de Centroamérica, caracterizadas por un rango de temperatura de 20 a 30°C y algo más bajas en las partes altas de las montañas; con una precipitación anual entre 1,600 y 3,200 mm anuales, alcanzando los 6,000 mm en algunas partes de Costa Rica, y descendiendo en un rango de 500 a 800 en la parte central de Guatemala. ^{19/}

Este medio ecológico podría favorecer el cultivo de diversas especies medicinales, tanto de zonas templadas como tropicales, que pueden representar una alternativa que, por una parte, ayude a aliviar algunos de los problemas importantes de salud en el medio rural. En el caso de las diarreas, plantas medicinales como el pericón, la guayaba y el saúco podrían jugar un papel importante en combatirlos. Los huertos podrían, por otra parte, representar un ingreso económico para quienes los cultiven, ya sea el núcleo familiar rural o el municipio.

^{19/} Véase, PNUD, *Medicina tradicional...*, *op. cit.*

Es en este sentido que la estabilización de plantas medicinales y su proliferación podrían jugar un papel importante, ya que son recursos que en su mayoría existen en forma silvestre, y su adaptación al cultivo no implica mayores conocimientos o esfuerzos; lo único que se necesitaría sería la difusión de sus bondades y de su forma de uso, principalmente en zonas urbanas de bajos ingresos y en el campo.

La creación de estos huertos puede ser útil también para ampliar los estudios de otras plantas medicinales de interés económico. Existen ejemplos que muestran su valor. El café originario de Abisinia fue introducido, por primera vez, en Brasil (productor actualmente del 75% del suministro mundial), en el siglo XVIII, por el Jardín des Plantes, de París. Los jardines botánicos a cargo de ingleses y holandeses tuvieron gran importancia en la introducción de quinas en Asia con el material recolectado en los Andes sudamericanos. 20/

Además de ser centros para la introducción, experimentación, valorización y popularización de plantas de interés económico o utilitario, representan reservas de plantas vivas, centros docentes de asesoría e información.

En países como los centroamericanos, con problemas de balanza de pagos, en condiciones económicas que no permiten destinar recursos elevados a la importación de los medicamentos de patente y que cuentan con insuficientes servicios médicos y otros problemas en el ramo de la salud, el establecimiento de huertos medicinales comunitarios o individuales puede representar una alternativa factible, que si bien no solucionaría los problemas mencionadas, podría contribuir al mejoramiento de ciertas condiciones de salud. Ellos tienen las ventajas de ofrecer a la población recursos baratos, localmente conocidos y disponibles, además de potenciar el cultivo de plantas que pueden representar ingresos económicos para la propia población.

En otro sentido, es importante señalar que en el establecimiento de un huerto comunitario de plantas medicinales --e incluso de pequeños espacios para manejo doméstico familiar-- es necesario considerar las características y requerimientos del núcleo social al que se dirige, así como los requerimientos ecológicos de las especies a introducir. El huerto comunitario podría cumplir también las funciones de un pequeño jardín botánico y centro de recreación y aprendizaje, de experimentación y observación.

20/ Véase, R. E. Schultes, El legado de la medicina popular. En: W.A.R. Thomson ed. Las plantas medicinales, Edit. Blume. España, 1978, 220 págs.

El programa debe contemplar la necesidad de facilitar la presencia de personal capacitado que apoye en ciertos aspectos del diseño e innovaciones técnicas, buscando siempre la eficacia y asegurando la producción constante de material, así como su aceptación por la población local para promover su participación.

El huerto podría estar constituido por una superficie de media hectárea, de preferencia plano y con buena nivelación. En su preparación deberá utilizarse un tractor para que el terreno tenga buenas características físicas para la siembra.

En una primera etapa se escogerían 15 plantas --3 arbóreas y 12 anuales--, de acuerdo con su capacidad para ayudar en la prevención y/o curación de las enfermedades más comunes en la zona donde se vaya a establecer el huerto.

Las plantas para la siembra deberán ser obtenidas de un vivero estatal o universitario. Algunas facultades de farmacia de las universidades centroamericanas pueden dar este servicio o lo pueden proporcionar los servicios de extensión agrícola de los ministerios de agricultura; para aquellas plantas que se reproduzcan por semillas, los viveros entregarían el ejemplar listo para el trasplante.

No se cuenta con información completa acerca de los rendimientos de estas plantas, pero con la disponible se está en condiciones de asegurar que con media hectárea se dispondría de producción suficiente para abastecer a la planta artesanal a que se refiere el Capítulo V. (Véase el cuadro 9.)

Esta superficie de terreno sería manejada con la participación de 110 días-hombre de trabajo, contando con todo el equipo necesario (palas, azadón, machete, aspersora, coa, tijeras, etc.) Sería necesario disponer, además de otros insumos para la producción. La cosecha y el tratamiento de las plantas para uso local se harán en el momento oportuno, así como su traslado a las instalaciones industriales.

Tampoco se dispone de información completa sobre costos de producción porque muchas de las plantas medicinales todavía se producen en forma silvestre. Se estima, sin embargo, que el costo de instalación y mantenimiento del huerto podría ascender a 1,200 dólares anuales aproximadamente.

Los huertos se establecerían en sitios cercanos a la comunidad rural y la comunidad podría colaborar asignando personas para que trabajen en las labores del huerto. Esto abarataría el costo real, ya que dentro del costo total, el relativo al trabajo es el más elevado.

Para la selección de los sitios donde se establecerían los huertos, la asistencia de técnicos es importante; ésta podría provenir de los servicios de extensión de los ministerios de agricultura, de

las facultades de agronomía de las universidades o de algunas entidades privadas que trabajan en la promoción de las actividades agrícolas, ya sea vendiendo insumos, dando asesorías o comprando bienes agropecuarios.

2. Cultivo y conservación de las plantas medicinales

Muchas de las plantas empleadas en la medicina crecen de manera silvestre (como es el caso del llantén, pericón, orégano silvestre, juanilama, entre otras), y posiblemente en la actualidad la mayor parte de la producción de plantas medicinales procede de esta manera. Sin embargo, los diferentes organismos internacionales involucrados en el mercado y control de calidad de estos productos señalan que es común que el material silvestre presente una serie de inconvenientes, como la mezcla de especies, confusión y demasiada heterogeneidad en la calidad. Por otra parte, las poblaciones de algunas especies han disminuido y se encuentran cada vez más dispersas (lo que encarece su recolección); controlar que las plantas no hayan sido recolectadas en lugares donde se contaminen (borde de carreteras, por ejemplo) resulta difícil y costoso.

El aspecto más importante en la propagación y mantenimiento de plantas medicinales fuera de su hábitat natural, lo constituye la persistencia del efecto curativo, esto es, la presencia de sus principios activos, por lo menos en iguales proporciones que en su forma silvestre. Por lo tanto, resulta fundamental tomar en consideración los factores que afectan la producción de dichos principios activos: la calidad y tipo de suelo, la fertilización, la temperatura, la etapa fenológica de la planta, la altitud, el clima, la intensidad de la luz y el régimen de humedad, la hora del día al momento de la cosecha, el tipo de secado y almacenamiento. A los aspectos anteriores habría que agregar las características genéticas de la planta, las técnicas de cultivo y de cosecha, el secado y otros tratamientos para su conservación, embalaje y almacenamiento.

En el cuadro 10 se muestran algunos ejemplos de la influencia de diferentes factores sobre la presencia de distintos principios activos en las plantas.

Todo lo anterior conduce a señalar la importancia de lograr una selección óptima del material parental a reproducir, pues no sólo se buscan características especiales como un buen porte y desarrollo, resistencia a condiciones climáticas y edáficas poco favorables, a plagas y enfermedades,

sino que también proporcionen un rendimiento elevado en principios activos de buena calidad.
21/

a) Propagación

i) **Asexual o vegetativa.** Los métodos más comúnmente empleados en el tipo de plantas de las que en este trabajo se trata, son:

1) **División de corona.** Se realizan cortes de la corona (punto de unión entre tallo y raíz) en varias piezas, cada una con raíces y brotes, y se trasplantan al sitio nuevo, adecuado para la propagación de plantas amacolladas como el zacate limón.

2) **División de rizoma.** El rizoma es un tallo subterráneo modificado. La propagación se efectúa obteniendo pedazos del rizoma que posean brotes foliares y raíces y plantándose en el suelo.

3) **Acodos.** Básicamente consiste en promover la formación de raíces en las ramas mediante cortes en la corteza. Existen diversos tipos, pero los más sencillos son:

a) **Acodo apical.** Se dan comúnmente de manera natural. Cuando las puntas de las ramas se ponen en contacto con el suelo húmedo, después de un tiempo forman raíces;

b) **Acodo simple.** Cuando se fuerza el enraizamiento, realizando cortes en la corteza de una rama, enterrándola y fijándola al suelo;

c) **Acodo por aporcadura.** Es aquél en el que en la primavera se poda una planta para forzar el crecimiento de brotes nuevos; una vez que éstos han crecido se cubren parcialmente con tierra, operación que en términos hortícolas se denomina aporque; se riega continuamente, y para fines del verano han enraizado los brotes. Si son plantas herbáceas se pueden separar ese mismo año; si son leñosas se separan hasta la primavera siguiente.

d) **Acodo aéreo.** Adecuado para material leñoso. En una rama se corta un anillo de la corteza de aproximadamente 2.5 cm de ancho (dependiendo del grueso de la rama), y se aplica polvo enraizador. Se coloca musgo húmedo y se cubre con polietileno; no es necesario aplicar más agua. Al cabo de unas dos o tres semanas se forman las raíces, las que una vez bien desarrolladas permiten que se corte la rama y se establezca como planta independiente.

21/ Véase, F. Muñoz, Plantas Medicinales y..., op. cit.

4) Estolones. Son tallos delgados que en ocasiones salen de la corona (como en las fresas) o del propio tallo principal; en los nudos y/o entrenudos hay producción de raicillas, que en contacto con el suelo forman plantas individuales.

5) Esquejes y estacas. Aquí se consideran como esquejes a aquéllos procedentes de material herbáceo, y las estacas son de material leñoso. La técnica es muy similar para todos los tipos de esquejes y estacas variando en la época en la que se obtienen, especialmente las estacas de madera dura y semidura, que deben ser tomadas antes de la estación de reposo; otras diferencias son el tamaño, la preparación del medio de propagación, la parte de donde se toma la estaca o esqueje, etc. Algunas plantas, especialmente las herbáceas como la albahaca y el tomillo, son fácilmente propagadas mediante este método. Sin embargo, en general, para asegurar el éxito (esto es, la mayor proporción de enraizamiento) los esquejes, y especialmente las estacas, requieren condiciones bastante controladas (cantidad de humedad, medio de propagación, luz, circulación de aire, temperatura). Esto significa que si el objetivo es la producción de planta a gran escala, es necesario el establecimiento de un vivero.

ii) Sexual. Su ventaja radica en que se produce más planta de manera más económica que con la reproducción asexual, tomando en consideración, por supuesto, los diversos factores que influyen en este tipo de propagación (entre otros: viabilidad de la semilla, humedad, temperatura, latencia, profundidad de siembra, etc). A través de esta forma de propagación las plantas mantienen mayor variabilidad genética produciendo, a la larga, una planta más vigorosa; sin embargo, esta variabilidad también tiene alguna desventaja cuando se busca una producción más o menos uniforme. En este sentido, es importante tener plantas propagadas tanto de manera sexual como asexual, para asegurar la persistencia de la variabilidad genética, que como ya se mencionó, implica la evolución natural de la especie vegetal que conlleva una adaptación mejor al medio en que se cultiva.

b) Labores culturales

En general, son pocas las prácticas culturales que se requieren. Es importante, sin embargo, mantener estas plantas libres de malezas y bien abonadas.

Se recomienda evitar al máximo el uso de fertilizantes químicos, pesticidas sintéticos y herbicidas.

En el huerto familiar o en el jardín comunitario puede emplearse estiércol o composta para la fertilización; en el caso de plagas, en general las plantas medicinales son poco atacadas, y manteniendo una amplia diversidad de especies se evita que las que haya se conviertan en problema serio. Existen también insecticidas y fungicidas botánicos que pueden ser preparados con recursos vegetales regionales.

c) Cosecha

La época de la cosecha es un factor importante que influye en la calidad del material. Está vinculada también con la parte de la planta y su destino, esto es, si será sujeta a la extracción de aceites esenciales, o si será para su uso como material seco.

Sólo las plantas de tamaño pequeño como el llantén son recolectadas enteras. Debe tenerse cuidado cuando se hace recolección en el medio silvestre, pues deben dejarse siempre algunos individuos para asegurar la permanencia de la población.

En el caso de raíces, tubérculos, rizomas y demás estructuras subterráneas, éstos deben cosecharse cuando se encuentran en estado vegetativo, que es cuando su contenido en principios activos es mayor. Deben lavarse, y cuando son gruesos, cortarse en rodajas para facilitar su desecación.

Los tallos herbáceos y las hojas generalmente se cortan justo al inicio de la floración (albahaca, tomillo, marrubio).

Las flores deben ser cortadas antes de que se abran totalmente.

d) Conservación de las plantas

i) **Secado.** Las plantas recién recolectadas contienen una cantidad de agua importante, variable entre los distintos órganos.

En uso doméstico, las plantas son frecuentemente empleadas frescas en jugos o cataplasmas. Pero existe el problema, especialmente a nivel industrial y producción en gran escala, de la conservación de los principios activos.

Es necesario detener la acción enzimática que provoca transformaciones químicas perjudiciales para las propiedades curativas de la planta. Se conoce que su actividad prácticamente se detiene cuando hay un contenido de humedad menor al 10%. La humedad, por otra parte,

favorece el desarrollo de hongos y bacterias. El oxígeno, el aire y la luz también influyen sobre la calidad de la planta.

1) Temperatura de secado. Para la conservación de los principios activos, es preferible secar a una temperatura de 25°C a 30°C, con una fuerte ventilación, o de elevarla a 100-200°C por unos minutos. En este último caso, los fenómenos enzimáticos se detienen; a esto se llama estabilización. Los métodos de secado más ampliamente empleados por su simpleza y costo, son: 22/

2) Secado al aire libre y al sol. Muy económico en los climas cálidos y secos. Para secar las partes de las plantas menos frágiles, cortezas y raíces, que soportan bien los rayos solares. Contraindicado para las flores y para las plantas que contienen aceites esenciales pues se perderían parte de sus componentes volátiles. En los países de clima cálido y húmedo este procedimiento es preferible a una desecación lenta a la sombra. Así se secan las cortezas de canela, de quina y las raíces de genciana. Por la noche es preciso cubrir las plantas para protegerlas contra el rocío de la mañana.

3) Secado a la sombra bajo abrigo. Se efectúa a la temperatura ambiente, en cobertizos, graneros, etc. Se extienden las plantas sobre papeles, lonas o mejor sobre telas mecánicas que permiten una mayor aireación. Se pueden construir fácilmente secaderos portátiles, formados por bandejas de madera de 1.50 por .80 m, cuyo fondo está formado por una tela metálica o una tela gruesa; pueden superponerse varios cuadrós mediante pequeños pies de separación y apoyo, de modo que las capas de plantas estén espaciadas entre sí de 20 a 30 cm. La ventilación debe ser muy buena; se puede acelerar por un sistema de corrientes de aire natural o forzada mediante ventiladores, que, en caso necesario, pueden funcionar con paneles solares, cada uno de los cuales proporciona una potencia de 80 watts, más que suficiente para un ventilador mediano. Debe evitarse la acción directa del sol, que decolora a las plantas.

Este método es excelente para cantidades pequeñas de plantas y en climas de humedad relativa baja; en climas húmedos, donde la desecación es más lenta, se corre el riesgo del desarrollo de microorganismos.

Las plantas pierden un peso considerable durante la desecación, así que el rendimiento de la producción y recolecta es variable según la especie, las partes de la planta, época de recolección, etc., como se puede apreciar a continuación:

Material fresco	Material seco
1 kg de raíces	250 a 350 gr
1 kg de cortezas	300 a 400 gr
1 kg hojas	150 a 250 gr
1 kg flores	100 a 200 gr

ii) **Embalaje.** "Cuando salen del secadero, las plantas están demasiado quebradizas para envasarlas inmediatamente, se recomienda dejarlas unas horas al aire para que fijen un poco de vapor de agua, así se vuelvan más flexibles y se puedan meter en sacos o cajas. Las plantas deben estar siempre perfectamente escogidas, limpias de fragmentos oscuros o atacados por insectos u hongos."

23/

La mayor parte de las plantas medicinales se embalan en sacos o fardos de entre 30 y 180 kg. Estos, generalmente, son de yute y otros materiales que permitan una adecuada aireación.

Para lograr la conservación del material por un tiempo prolongado, se requiere de un tipo de envase que cumpla tres condiciones:

- 1) Máxima impermeabilidad posible a gases, luz y vapor de agua;
- 2) Ser resistente frente a posibles acciones químicas de algún(os) de los componentes de las plantas, y
- 3) No formar combinación con ningún componente del producto.

Idealmente, el aluminio es el que mejor cumple tales requisitos; sin embargo, no es muy utilizado debido a su elevado costo. El plástico ha desplazado a otros materiales tradicionalmente empleados.

iii) **Almacenamiento.** Debe hacerse en lugares limpios, frescos, sombreados y bien ventilados, por aire seco, con una humedad relativa de 45% y una temperatura de 22°C, evitándose la luz solar y el polvo. Asimismo, hay que mantener separado el material de otras plantas con las que pueda intercambiar olores.

A nivel doméstico, pueden emplearse frascos de cristal, de preferencia de color ámbar, o evitar la luz directa. Deben cerrarse y etiquetarse con su nombre y fecha de recolección o de adquisición y colocarse en lugar fresco y seco. El material vegetal (especialmente las hojas) pierde sus propiedades al cabo de aproximadamente un año.

e) **Preparaciones básicas para el empleo de las plantas medicinales**

Es de primordial importancia considerar que no obstante que se cuente con material herbolario de primera calidad, una adecuada preparación del mismo es esencial para mantener sus propiedades benéficas. Esta depende principalmente de la planta y parte utilizada, y el objetivo buscado. ^{24/} Las formas más comunes de preparación son: infusiones, cocimientos, maceración, jarabes, ungüentos y tinturas. De éstas, sólo las tinturas y los ungüentos o pomadas pueden tener un tiempo largo de conservación.

i) **Infusión.** Se utiliza para las flores y hojas. Se agrega agua hirviendo sobre las mismas, o las plantas se agregan al agua hirviendo; se tapa el recipiente por unos 3 a 5 minutos, se cuela y se bebe. La mínima exposición al calor asegura la conservación de los elementos volátiles.

ii) **Cocimiento.** Para cortezas, raíces, o cuando es difícil obtener el ingrediente activo. Se pone agua a hervir junto con el material vegetal y se deja hirviendo por unos 5 a 15 minutos dependiendo de la planta. Se deja reposar, se cuela y se bebe.

iii) **Maceración.** Para cuando las plantas tienen una alta proporción de aceites volátiles y mucílago, se pone una cucharadita de las hierbas secas en una taza con agua fría y se deja reposar durante 12 horas a temperatura ambiente.

iv) **Tinturas.** El material vegetal se coloca en un frasco al que se puede agregar aguardiente o alcohol al 20%-50% (según la tintura de que se trate) hasta cubrirlo totalmente. Se cierra el frasco herméticamente y se deja de tres a cuatro semanas en un lugar fresco, donde no le

^{24/} Véase, J. Lust, The Herb Book, op. cit.

dé luz directa. Se agita de vez en cuando. Se cuele y se tiene lista la tintura, que debe almacenarse en frascos de color oscuro.

v) **Ungüentos.** Una receta bastante general es: una parte de hierba seca por tres-cuatro partes de aceite de olivo u otro aceite vegetal (nunca mineral). Se pone a hervir el aceite con la hierba durante unos 25 minutos, se agrega cera de abeja (la cantidad dependerá de la firmeza que se desee tenga la pomada). Para comprobar si la cantidad de cera de abeja es la suficiente, se toma un poco de la mezcla en una cucharita y se deja enfriar (si se cuenta con refrigerador, ésta puede ponerse en el congelador por unos minutos). Se agregan unas gotas de tintura de benzofna (como conservador); se cuele todo por una cedazo fino y tela de muselina, se envasa (en frascos de vidrio obscuro, de boca ancha y previamente esterilizados) y se deja enfriar. Otra manera de hacer las pomadas es poner en maceración las hierbas en el aceite por un período de 15 días a un mes, agitando cada dos o tres días. La cera de abeja se pone en baño María para diluirla y luego agregarla a la mezcla, se cuele y se envasa.

V. INDUSTRIALIZACION 25/

1. Introducción

La industrialización de plantas medicinales en Centroamérica ha constituido una vieja aspiración debido a las condiciones ecológicas de la región que favorecen el crecimiento de estas plantas. A ello ha venido a sumarse el interés que se aprecia en el mundo por productos medicinales de origen natural.

Las primeras industrias de este tipo se establecieron en Guatemala en los años cincuenta, y una de ellas, la de extracción de aceites esenciales, ha adquirido significativa importancia a nivel internacional. Se han llevado, también, a buen término otras iniciativas, como el establecimiento de un laboratorio para la preparación de extractos comerciales de Calahuala (Polipodium aureum L) en Honduras.

En vista del interés comercial por los productos medicinales, y teniendo en cuenta la vocación favorable de los suelos para producir plantas medicinales, el Instituto Centroamericano de Tecnología Industrial (ICAITI), a solicitud de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina (CEPAL), estudió a nivel de perfil técnico-económico doce de las quince plantas contempladas en este documento, cuya industrialización se podría llevar a cabo en la región centroamericana

El ICAITI actualizó, asimismo, otros tres proyectos que había elaborado con anterioridad, es decir, la producción de eritromicinas, corticoides y Vitamina A.

En la evaluación de los proyectos relativos a las doce plantas medicinales, el ICAITI llegó a la conclusión de que algunos productos podrían ser lanzados al mercado internacional, para lo que se requiere de producción comercial suficiente y un esfuerzo promocional adecuado. En esa situación se encuentran el pericón (Tagetes florida sw), el saúco (Sambucus mexicana), la guayaba (Psidium guajava), la juanilama (Lippia alba), la altamiza (Tenacetum parthenium) y la zarzaparrilla (Smilax aristolochiaefolia).

25/ Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), Industrialización de plantas medicinales en Centroamérica. Informe final, Guatemala, diciembre de 1992.

Existen ya empresas que comercializan internacionalmente la sábila (Aloe vera), entre las que se cuenta una grande establecida en Guatemala.

Las otras plantas medicinales evaluadas por el ICAITI tendrían interés comercial, pero se requiere mayor investigación de mercadotecnia para establecer su viabilidad. En ese caso se encuentran la juanilama (Solidago urticifolia), el marrubio (Marrubium vulgare L) y el llantén (Plantago major L).

Dos de las doce plantas fueron descartadas debido a que su producción en la región no sería competitiva con los aceites esenciales que se comercializan internacionalmente en la actualidad. Se trata del eucalipto (Eucalyptus citriodora Hook) y (Eucalyptus globulus Labill), así como del epazote (Taloxys ambrosioides).

Por lo que se refiere a los proyectos actualizados, la evaluación realizada por dicha institución indica que solamente ofrece interés económico la producción de eritromicinas, debido a que la región cuenta con los recursos humanos y las principales materias primas para llevarla a cabo. Los otros dos proyectos, es decir la producción de corticoides a partir del barbasco y vitamina A a partir de hojas verdes, hortalizas y frutas, no sería competitiva con la ruta sintética, razón por la que no han sido consideradas en el presente documento.

El proceso de industrialización de plantas medicinales en Centroamérica puede seguir dos rutas alternativas o las dos en forma simultánea, dependiendo del mercado potencial que pudiera abrirse.

2. Planta industrial

El establecimiento de plantas industriales capaces de generar productos medicinales derivados de plantas medicinales para consumo dentro de la región, así como para la exportación es perfectamente viable si se tiene en cuenta que la región exportaba en el pasado importantes cantidades de productos medicinales naturales y que si bien éstas se han reducido en forma apreciable, no se considera dudosa su recuperación. (Véase de nuevo el cuadro 1.)

Una planta industrial de nivel internacional podría procesar todos los productos de interés, de manera que se aprovecharían las economías de escala y la concentración de los conocimientos técnicos y comerciales. Por consiguiente, a continuación se analiza tal posibilidad.

a) Descripción de procesos

Para propósitos de procesamiento, las plantas industriales se dividirían en tres grupos: extractos y concentrados, aceites esenciales y partes liofilizadas o secas. Este último grupo atañe, exclusivamente, a la sábila, que es la única que se comercializa en esa forma, pero dada su baja rentabilidad no resulta aconsejable el establecimiento de una planta exclusiva para su procesamiento, como podrá apreciarse más adelante. En consecuencia, la planta industrial de nivel internacional que se examina en este documento se refiere sólo a los dos primeros grupos.

i) Extractos y concentrados. Este grupo comprendería a las siguientes plantas medicinales:

- Pericón
- Hojas de Guayaba
- Marrubio
- LLantén
- Salvia santa
- Cuculmecca o zarzaparrilla
- Altamiza
- Saúco
- Juanilama

La primera etapa para la obtención de extractos y concentrados se efectúa en el campo, y consiste en el corte de la planta, la selección de partes, su secado y embalaje para su transporte a la planta industrial.

El corte se hace en el momento apropiado de madurez y observando las prácticas agrícolas que se indiquen. El secamiento del material se lleva a cabo, habitualmente, utilizando secadores solares del tipo ICAITI, CEMTA O ICTA, pues se ha demostrado una mayor adaptabilidad de estos últimos a los fines propuestos. (Véase el diagrama 1.) 26/

El material seco y limpio se transporta a la planta de procesamiento en sacos de aproximadamente 25 kg de material. En la planta el material se inspecciona, se muestrea para una primera evaluación de laboratorio y se almacena temporalmente.

26/ Los diagramas que se mencionan a lo largo del documento se encuentran al final del documento.

Una vez que el material ha recibido la aprobación de calidad, es molido para que queden partículas cercanas a cinco milímetros de tamaño, en un molino de cuchillas, para luego ser pesado y cargado al extractor.

La operación de extracción requiere de varias etapas de contacto entre el material vegetal y el solvente fresco, hasta alcanzar un grado de agotamiento adecuado a un nivel de rendimiento/esfuerzo razonable. Para el presente caso, se ha seleccionado un diseño sencillo de percolador con agitación lenta y chaqueta de calentamiento, de tal modo que sirva para efectuar operaciones tanto de maceración acelerada, como puramente de extracción. Se empleará el solvente adecuado, ya sea agua demineralizada o soluciones alcohólicas.

El extracto de cada etapa de contacto se filtra para obtener un líquido limpio, el cual se almacena temporalmente. Una vez concluida la extracción, el extracto se somete a evaporación al vacío, a fin de mantener una temperatura inferior a los 50°C para no afectar las propiedades de los componentes activos. El extracto se envasa en los recipientes que indique el mercado. Es obvio que durante todo el proceso se efectúa el control de calidad para asegurar que el producto final llene los requerimientos del mercado. (Véase el diagrama 2.)

ii) **Aceites esenciales.** Este grupo comprendería las siguientes plantas:

- Epazote
- Eucalipto

Las primeras etapas necesarias para la obtención de aceites esenciales son idénticas a las descritas en el punto anterior, hasta llegar a la molienda del material. El producto de la molienda se alimenta a un extractor provisto de distribuidor de vapor vivo en el fondo, y conectado por la parte superior a un condensador. Una vez lleno el extractor, se hace pasar vapor de agua vivo a través de la carga vegetal durante un período cercano a una hora (pero en todo caso, suficiente para agotar la carga de su aceite esencial). Los vapores salientes, una mezcla de agua y aceite esencial, son condensados y luego separados en un decantador continuo. El agua generalmente se descarta, mientras que el aceite se envía a un depósito donde se homogeneiza mediante mezcla.

A partir de este punto cabe una alternativa: si se pudiera comercializar el aceite como tal, puede envasarse para la venta; si se quiere fraccionar en componentes específicos, entonces se envía a una columna de destilación fraccionada al vacío, donde se obtienen componentes más puros y de mayor valor comercial. En cualquier caso, el producto se caracteriza, se envasa, certifica y se dispone para la venta. Los envases usuales son de acero o aluminio. (Véase el diagrama 3.)

b) Diseño preliminar de la planta

De acuerdo con lo anotado antes, la planta, en su operación de los primeros años, debe contar con una línea de procesamiento común, que sería básicamente de molienda, y luego con dos líneas específicas: una para la obtención de extractos y concentrados, y otra para la obtención de aceites esenciales.

Para determinar el tamaño de la planta, es necesario partir del contenido de materia activa que en este caso sería la media entre 5 y 10%, es decir, 7.5% en el material inicial y una eficiencia de 90% en el proceso de extracción. Es posible contar, en consecuencia, con 7 partes de componentes activos por cada 100 partes de material puesto en la planta industrial. Este sería el caso típico o representativo, aunque obviamente habría diferencias marcadas para algunos casos. Si se fija un extracto al 50% de sólidos, y una tanda de 45 kg de extracto (5 galones), el material inicial debería ser de:

$$45 \text{ kg} * 50\% / 0.07 = 321\text{kg, o sea, 709 libras}$$

Esta sería la capacidad de diseño para el equipo en proceso discontinuo o batch.

Usualmente el solvente para extracción se aplica en la proporción de dos partes por una parte de material vegetal; por consiguiente si se usa alcohol al 40%, el extractor deberá tener capacidad para 642 kg, es decir, unos 700 litros; al agregar el volumen ocupado por el material vegetal --unos 150 litros-- y el volumen por aumento de altura durante la agitación (15% de la suma anterior), se obtiene un total cercano a los 1000 litros (264 galones) que será la capacidad útil del extractor.

El molino debería procesar una tanda en un período menor a una hora, por lo cual su capacidad será de 500 kg por hora, para moler material de aproximadamente 10 cm a 1-5 mm; el material de construcción debe ser de acero inoxidable tipo 304 o 316. Se requerirá un motor de 2hp (1.5 kw).

El extracto deberá concentrarse en el menor tiempo posible, para lo cual debe acumularse en un depósito de homogeneización, y de éste alimentarse a un evaporador continuo.

Si se define un tiempo de concentración de 2 horas, y 5 etapas de extracción, la capacidad de evaporación debe ser de:

$5 * 700/2 = 1,750$ litros por hora, lo cual requiere un insumo de calor de 1.7 millones de kcal o 4 millones de BTU/hora.

El filtro de membranas micrónicas debe contar con la misma capacidad: 1,750 litros por hora, a una presión de 3 atmósferas (45 psig).

El evaporador debe operar a una presión absoluta de unos 50 mm de mercurio, es decir, a un vacío de unos 700 mm Hg o 27 pulgadas de mercurio.

Se selecciona un evaporador de circulación forzada con calentador tubular externo, tamaño de la cámara 3 m³ y área de transferencia de calor de 75 m². Debe contar con un sistema de vacío para evacuar 20 kg por hora de aire, (250 m³ por hora de aire): dos bombas de anillo líquido, con motor de 10 hp cada una (estas bombas servirán también para otros requerimientos menores de vacío, en el proceso). Los materiales de construcción del evaporador: cuerpo de acero inoxidable 304 y tubos de cupro-níquel (70-30).

Dado que se contará con vacío, los filtros serán al vacío de tipo simple usando tela fina como medio de filtración.

Los extractos se caracterizan por su alta viscosidad, y debido al bajo nivel de producción, el llenado se efectuará directamente del depósito final, que será un tanque de acero inoxidable de 100 litros de capacidad. No se requiere llenadora mecánica sino solamente una válvula apropiada, y una bomba de desplazamiento positivo.

La línea de extracción operará uno o dos turnos de 8 horas para obtener un lote de extracto, mientras que la concentración/envasado se efectuará en un sólo turno de 8 horas. Si se requiere de mayor capacidad, solamente se debe ampliar el número de turnos; esto indica que la capacidad instalada de la planta será de 700 kg de material vegetal seco/día, igual a 90 kg de extracto al 50% por día hábil.

En lo referente a la línea de aceites esenciales, y dado que solamente dos de los 12 productos identificados recibirán este proceso, se selecciona una planta discontinua con capacidad para material vegetal seco, similar a la de extracción, es decir, unas 700 libras por lote (321 kg), lo cual daría cerca de 7 libras (3 kg) de aceite esencial (a un rendimiento del orden del 1% para eucalipto y epazote). Si, empero, se define el tamaño de la planta en 5 galones por lote (40 kg), el destilador debería tener capacidad para 3,500 libras de material vegetal seco, lo cual se considera factible para el eucalipto, pero no, para el epazote, debido al origen y producción real.

Por consiguiente, se selecciona la primera opción (700 libras de material vegetal seco, 1 galón de aceite esencial por cada lote). El equipo de molinada para estos materiales sería el mismo que para lo otros. El equipo adicional estaría constituido por: un extractor destilador de vapor vivo

con capacidad para carga útil de 320 kg de material vegetal seco, total 600 litros de volumen (160 galones), un condensador y un decantador continuos; un depósito para homogeneización con capacidad para 5 galones (20 litros) provisto de una válvula de descarga. No se requerirá de llenadora mecánica, dada la pequeña tasa de producción. La planta deberá contar con una caldera de vapor de 150 caballos de fuerza (5,250 libras por hora de vapor) a una presión de operación de 4 atmósferas (45 psig).

En lo referente a las edificaciones, será necesaria una galera industrial de 7 * 20 * 5 m (140 m²), oficinas y servicios para el personal de 120 m² y área verde y servicios auxiliares de 60 m², parqueo de 105 m², con un total de 400 m². (Véase el diagrama 4.)

c) Localización de la planta

Los factores más importantes para la localización de la planta se consideran, en su orden, los siguientes:

- i) Tecnología
- ii) Materias primas
- iii) Cultura y nivel de desarrollo en el campo

El primer aspecto es prácticamente homogéneo en Centroamérica, con algunas ligeras ventajas para Guatemala y Costa Rica; el primero, posee una planta piloto específica para extracción, en la Universidad de San Carlos y, el segundo, una más o menos adecuada preparación universitaria. En Honduras existe ya un laboratorio con experiencia de años en la extracción vegetal con fines comerciales, por lo cual formaría parte de los tres países con ligera ventaja tecnológica y cultural sobre El Salvador y Nicaragua.

En lo referente a disponibilidad de materias primas, la ventaja la ofrece Guatemala, ya que dada su variedad de climas, presenta prácticamente toda la flora considerada en el presente documento; esto, agregado a la cultura tradicional en el uso de plantas medicinales, le proporciona una ligera ventaja sobre el resto de los países de la región. Por otra parte, en Guatemala existe ya una empresa exportadora de productos de la Sábila, que cuenta con cerca de 300 empleados, lo que da una idea de su magnitud y confirma la cultura del país en este campo. Además, en el caso de los aceites esenciales, Guatemala es el país con mayor desarrollo regional, pues, desde hace más de 30 años, es un fuerte exportador.

Por lo que se acaba de exponer, Guatemala ofrece las mejores condiciones posibles para el establecimiento de la planta industrial. No se debe perder de vista, sin embargo, que cualquiera de los países centroamericanos estaría en condiciones de desarrollar con éxito el proyecto, aún cuando tuviera que importar algunas materias primas de otro país de la región.

d) Disposición de residuos y efluentes

No se prevé la producción de residuos líquidos peligrosos, pues los solventes (básicamente alcohol etílico) se reciclarían una y otra vez y no se consideran tóxicos. En cuanto a residuos sólidos, se generarían una 100 toneladas al año de bagazo de las plantas procesadas que podría usarse como combustible, pero representa solamente el 5% de los requerimientos de la planta industrial y, dado que se trata básicamente de celulosa húmeda, que es un material totalmente bio-degradable, su disposición hacia el basurero municipal es lo más indicado, ya que no representa riesgo ambiental alguno.

e) Evaluación económica

i) Inversiones. La inversión requerida sería de 373,500 dólares. La compra de equipo representa aproximadamente la mitad de la inversión, seguida de la ingeniería del proyecto que absorbería casi una cuarta parte, quedando para los rubros de construcciones y capital de trabajo el porcentaje restante. (Véanse los cuadros 11 y 12.)

En una primera etapa se podría obviar el equipo sofisticado de laboratorio, encargándose el servicio de análisis a laboratorios particulares; esto reduciría la inversión en 45,000 dólares, situándose por lo tanto en 328,500 dólares.

ii) Rentabilidad. La capacidad instalada de la planta sería de 10 galones (40 litros) de extractos al 50% y de 2 galones (8 litros) de aceites esenciales por día de 24 horas de operación.

Si se toma un precio promedio de 40 dólares por litro de extracto hidro-alcohólico esterilizado al 50%, y de 4 dólares por litro de aceites esenciales, los ingresos para la empresa serían:

	<u>Dólares</u>
Extractos:	480,000.00
Aceites esenciales:	4,800.00
Total aproximado	484,800.00

Las materias primas requeridas para la obtención de los ingresos que se acaban de mencionar serían 321 kg por día a razón de 1.00 dólar y el consumo de alcohol se estima en 15% del uso diario, es decir 175 litros por día a un precio de 1.00 dólar por litro: los envases se estiman también a un precio de 1.00 dólar por litro, todo lo cual implicaría un costo de:

	<u>Dólares</u>
Vegetales secos:	96,300.00
Consumo de alcohol:	52,500.00
Envases:	15,000.00
Total aproximado	163,800.00

En consecuencia, los costos totales se situarían en 418,000 dólares. El rubro más importante estaría constituido por los costos de producción que representan poco más de las tres cuartas partes, correspondiendo el porcentaje restante a los costos de administración, de distribución y venta, así como de financiamiento. (Véase el cuadro 13.)

Por consiguiente la rentabilidad simple de la empresa en dólares sería:

$$\frac{480,000 \text{ dólares (ingresos)} - 418,000 \text{ dólares (costos)}}{328,500 \text{ (inversión)}} = 19\%$$

iii) Análisis de los resultados. La rentabilidad simple de 19% es un indicador neutro, es decir que no constituye un elemento de juicio suficiente para inducir a invertir en esta empresa de manera inequívoca. Tampoco indica que el proyecto no sería posible de instrumentar.

Dado el nivel de profundidad y detalle de este estudio, tal rentabilidad merece un análisis de mayor detenimiento, que se oriente a eliminar los productos de menor valor y demanda en el mercado internacional y dejar solamente los productos de mayor atractivo comercial y que, a su vez, ofrezcan producción suficiente de materias primas en la región centroamericana.

A simple vista, puede optarse por prescindir de la idea de industrializar el eucalipto y el epazote, dada su baja rentabilidad; este criterio coincide con la opinión de dirigentes de la Asociación de Productores de Aceites Esenciales de Guatemala (APAESA).

Es de esperar que la optimización en la mezcla de productos (product-mix), y en el diseño de la planta, dará lugar a una menor inversión y a mejores ingresos que los estimados aquí y, por

consiguiente, una rentabilidad aceptable que atraería a posibles inversionistas para la puesta en práctica del proyecto.

La industrialización de las plantas medicinales para obtención de extractos acuosos o alcohólicos presenta, sin embargo, interés y posibilidades económicas que, debido a que no son obvias, merecen un mayor estudio para poder decidir la inversión de capital en este proyecto.

3. Planta artesanal

a) Descripción de procesos

La otra alternativa para procesar plantas medicinales sería una planta municipal cuya ubicación se localizaría próxima a los huertos cultivados con dichas plantas o bien cerca de caminos de todo tiempo que permitan el acarreo del material hasta la planta.

En la primera parte de este documento se sugiere la creación de huertos que serían los que abastezcan de material a estas pequeñas plantas. El material vegetal sería secado al sol y se sometería a molienda seguida de maceración por 24 horas en alcohol al 45%. El extracto se filtraría y envasaría en recipientes de vidrio (botellas de 750 ml). Sería necesario llevar a cabo un control de calidad por muestreo, y evaluación analítica del producto en un laboratorio central.

Por la sencillez del proceso, el equipo requerido para la planta artesanal sería solamente una balanza con precisión de un gramo, un depósito de acero inoxidable de 15 litros de capacidad provisto de tapadera y un grifo, así como de un colador consistente en un aro para tela filtrante y un depósito receptor de aluminio o acero inoxidable, provisto de tapadera y grifo, también de 15 litros de capacidad.

No se requerirá de un edificio industrial, sino solamente habilitar una habitación de unos 20 m² con piso de cemento y provista de ventilación adecuada, lavatrastos, drenaje sanitario y agua potable.

En este tipo de empresa el elemento más importante lo constituirá una adecuada transferencia de tecnología y adiestramiento del personal de operación (dos personas por planta).

b) Localización de la planta

Las plantas artesanales procesadoras de plantas medicinales podrían establecerse en cualquier localidad que cuente con las materias primas necesarias, pero en un principio podrían localizarse en aquellos municipios con mayor población, la cual requiera atención de problemas de salud y que cuente con las posibilidades de disponer en forma adecuada de la materia prima correspondiente.

c) Evaluación económica

i) Inversión. Las inversiones necesarias para la planta artesanal se estiman en 4,400 dólares. Poco más de la mitad de la inversión se destinaría al equipo de trabajo y mejoramiento del local donde se instalaría dicha planta. Una cuarta parte de la inversión iría dirigida al adiestramiento del personal y a la asistencia técnica. El porcentaje restante se invertiría en capital de trabajo y para la puesta en marcha de la planta artesanal. Los costos de producción se elevarían a 9,500 dólares, cifra en la que los correspondientes a mano de obra y administración representarían la partida más importante. (Véase el cuadro 14.)

ii) Rentabilidad. Lo anterior significa que el costo promedio se ubicaría 3.96 dólares por litro. Si se considera una ganancia del 25%, el precio de venta promedio resultaría 4.95 dólares por litro. De esta manera, la rentabilidad sobre el capital invertido sería:

$$9,500 * 0.25 / 4,400 = 54\%$$

La rentabilidad de 54% resulta un indicador bastante aceptable.

En esta evaluación se trató de utilizar precios y costos valederos para cualquier punto de Centroamérica. En cada municipio, obviamente, se encontrarán discrepancias importantes; se considera, sin embargo, que las cifras usadas cubrirían cualquier posibilidad.

Para una actividad rural, el proyecto ofrece atractivos interesantes, tanto para la formación de micro empresas, como para contribuir a resolver problemas de salud en la región centroamericana.

Como se señaló antes, para este tipo de empresa y producto será indispensable el efectuar una transferencia de tecnología adecuada, a fin de asegurar la eficacia en el logro de los objetivos del proyecto.

4. Eritromicina

a) Mercado

El volumen estimado de consumo en Centroamérica y Panamá para la eritromicina como materia prima llega a 18 toneladas por año, con un valor cercano a los 2.5 millones de dólares en 1989, siendo juntamente con la penicilina la materia prima de más alto nivel de importación.

Se estima que tal volumen tenderá a aumentar aproximadamente al ritmo de crecimiento de la población, es decir, un 2.7% anual, llegando a 25 toneladas por año al final de la década de los noventa.

El 50% de este último volumen se tomará como el mercado que Centroamérica y Panamá ofrecen para este producto, considerando que, dada la competencia, en ningún momento se cubriría toda la demanda. En 1980 se produjeron en el mundo una 800 toneladas de eritromicina.

A pesar de que se trata de tecnologías que podrían considerarse sofisticadas, varios países, incluyendo los que están en vías de desarrollo, se han incorporado al grupo de productores dado que la biotecnología permite esta incorporación, ya que requiere básicamente del conocimiento humano para desarrollarse, dejando en un segundo plano las necesidades de capital.

b) Caracterización de la eritromicina

La eritromicina, también conocida como Iloticina o Eritrocina, es un antibiótico producido por el hongo Streptomyces erythreus que fue aislado por primera vez en 1950 en los laboratorios Lilly. Este antibiótico posee 3 formas: eritromicina, eritromicina B y eritromicina C; la primera de ellas la que se produce en mayor cantidad.

c) Descripción del proceso

La cepa de S. erythreus se puede mantener en forma de esporas liofilizadas. Para que el microorganismo esporule se emplea un medio especial a base de almidón, glucosa, triptona, betamida, agar y sales minerales. La esporulación dura de 8 a 12 días a 28°C - 37°C. Después de la esporulación se requiere un crecimiento vegetativo de las células antes de inocular el fermentador industrial. Este crecimiento vegetativo necesita un medio especial. Stark y Smith, 1961, dan cuatro alternativas para este medio, de los que se seleccionó el siguiente por su simplicidad: glucosa 5 g/l,

sacarosa 10 g/l, triptona 5 g/l y extracto de levadura 2.5 g/l. Este medio es transparente, por lo que es fácil observar el crecimiento del hongo o cualquier evidencia de contaminación. El crecimiento vegetativo se realiza en frascos agitados durante 48-72 horas a 30°C - 32°C. La producción de eritromicina se realiza por fermentación inoculando las células vegetativas en un medio natural complejo previamente esterilizado en un fermentador industrial. La fermentación es aeróbica, por lo que se necesita la adición continua de aire, y dura aproximadamente 6 días. No se encontró en la literatura consultada ningún dato sobre rendimiento industrial de eritromicina, por lo que se supuso un rendimiento de 1.9 g/l-día, similar a datos informados para penicilina.

Al finalizar la fermentación, la eritromicina se extrae del medio con acetato de etilo o tetracloruro de carbono, sometiéndose después a purificación. En lo referente a la extracción y purificación de eritromicina, el proceso consiste en filtración con filtros de faja transportadora, extracción con solvente, cristalización y secado al vacío. Además, se requiere un tratamiento de los desechos líquidos para reducir la contaminación ambiental. El compuesto básico se transforma a esterato o estolato, según la demanda del mercado.

La concentración de material recuperable en el licor fermentado es de alrededor de 0.2% y la producción anual requerida es de 20 toneladas métricas. El tiempo de fermentación incluida carga, descarga y esterilización, es de una semana por tanda, siendo 42 semanas de trabajo por año.

La producción por tanda debe ser:

$$(12,500 \text{ kg/a}) / (42 \text{ semanas/a}) = 298 \text{ kg/semana}$$

Volumen del fermentador

$$(298/0.002) 1.1 = 148,809 \text{ litros}$$

Se seleccionan 3 fermentadores de 50 metros cúbicos cada uno.

d) Evaluación económica

i) **Inversión.** Los requerimientos de equipo, se estiman en 825,000 dólares. La parte restante de la inversión en la planta estaría constituida por terreno, edificios, obras civiles, instalación, electricidad, etc. con una inversión de 350,000 dólares. Otros rubros de la inversión se refieren a tecnología e ingeniería del proyecto, intereses durante la construcción e imprevistos, lo que hacen elevar la inversión en la planta instalada a 1.6 millones de dólares. La puesta en marcha y el capital inicial se estiman en 375,000 dólares, con lo cual la inversión total en la planta,

sería del orden de los 2 millones de dólares. (Véanse de nuevo el diagrama 2 y los cuadros 15, 16 y 17.)

ii) Rentabilidad. Los ingresos anuales por la venta de 12.5 toneladas métricas de eritromicina serían de 1.3 millones de dólares, con un precio de venta de 105 dólares/kg. Por otra parte, los costos anuales de operación llegarían a los 1,003 miles de dólares. (Véase de nuevo el cuadro 13.)

La rentabilidad simple del proyecto sería entonces:

	<u>Dólares</u>
Ingresos	1'310,000.00
Costos	1'026,000.00
Utilidad	284,000.00

La rentabilidad sobre el capital total sería:

$$(284/2000) * 100 = 14.2\%$$

La rentabilidad anterior parece reutral (no buena, no mala), pero dado el nivel de la evaluación se justifica una estudio más detenido.

5. Procesamiento de la sábila

a) Formas de comercialización

La sábila se comercializa internacionalmente en cuatro formas:

- Filetes frescos decorticados (refrigerados para exportación).
- Gel desecado por liofilización al 5-10% de agua
- Gel al 60% de agua
- Extracto alcohólico al 20%.

b) Tecnología

De los productos estudiados, la sábila se procesaría en la planta de extractos. Los filetes frescos son el producto manejado también a nivel artesanal y casero y presentan poco interés a la comercialización interna.

Los productos desecados por liofilización requieren de una etapa de preparación (selección y molienda), luego expresión para separar la parte acuosa (96%) del bagazo.

El jugo obtenido se somete a una operación de liofilización que consiste en congelarlo y luego se aplica calor a la vez que un alto vacío, lo cual provoca evaporación instantánea de los cristales de hielo, desecando el producto sin modificar sus propiedades.

c) Tamaño de la planta

El tamaño comercial de la planta para productos de sábila, puede situarse en un 25% de la exportación de Guatemala, estimada en un millón de kg/año, es decir, 250,000 kg de materia fresca vegetal, que rendiría unos 3,000 kg de gel desecado a concentraciones entre 5 y 40% de agua, dependiendo de la demanda.

d) Evaluación económica

El equipo para liofilizar 500 kg de material fresco por lote, y 50 kg de producto, tendría un costo de 50,000 dólares, instalado en Guatemala, cifra que expresa un costo anual con una depreciación de 5,000 dólares por año. Las inversiones en equipo auxiliar se estima en 25,000 dólares, por lo que la inversión en equipo llegaría a 75,000 dólares. Otras inversiones serían menores a las de la planta de extractos, por lo que la inversión inicial para este proyecto se estima en 150,000 dólares.

Los costos de operación se estiman en 176,000 dólares por año y los ingresos en 96,000 dólares; ello implica que los costos son superiores a los gastos y, por consiguiente, la rentabilidad sería negativa, lo que indica que el proyecto no es viable. (Véase de nuevo el cuadro 13.)

El hecho de que hayan productores de gel en el mundo, significa que existen formas económicas de producirlo, integrando, por ejemplo, la operación con la planta de extractos, lo que implicaría una inversión adicional del orden de 50,000 dólares, en lugar de los 150,000 para una planta separada. Por otro lado, el compartir administración y servicios reduciría los costos de los productos de sábila.

En conclusión, se considera que la producción de los derivados de la sábila sólo es viable si se integra con una planta industrial de extractos.

VI. EL PROGRAMA DE MEDICINA POPULAR

1. Introducción

A lo largo del presente documento se ha podido apreciar que Centroamérica reúne las condiciones ecológicas necesarias para producir plantas medicinales destinadas tanto al consumo interno como a la exportación. Se ha hecho evidente, por otra parte, que la mayoría de la población centroamericana padece de enfermedades endémicas, como las gastrointestinales y las de vías respiratorias que son las principales causas de muerte y que afectan de manera particular a la niñez. Se ha puesto de manifiesto que la mayoría de la población centroamericana no tiene acceso a las medicinas de patente que producen los laboratorios nacionales o transnacionales, debido a su alto precio. Se hizo notar, finalmente, que es posible la transformación industrial de tales plantas en establecimientos industriales propiamente dichos, así como en los de tipo artesanal. Los primeros destinarían su producción para la exportación o para abastecer a los laboratorios nacionales que, en su mayor parte, importan las materias primas con las que elaboran sus productos. Los segundos producirían extractos de plantas medicinales destinadas a la población de bajos ingresos y, de manera particular, a la población campesina cuyos hijos son víctimas de las enfermedades mencionadas.

La protección de la salud se considera prioritaria y ello puede lograrse a través de un programa que movilice los recursos humanos, técnicos y económicos. La promoción del programa es muy importante y, para su coordinación, la participación de los ministerios de salud, indispensable, pues éstos conocen las condiciones sanitarias de las diferentes regiones que conforman su país, llevan a cabo campañas preventivas de muchas enfermedades, están conscientes de sus limitaciones, de la estrechez de sus presupuestos y conocen las necesidades de la población.

2. Las comisiones de medicina popular

Para poner en práctica el programa destinado a atacar los problemas de salud de la población de los países centroamericanos, sería muy importante que se establezcan, en cada uno de ellos, comisiones de medicina popular. Su estructuración no es sencilla y exige la participación de organismos de gobierno e internacionales, de universidades y de la iniciativa privada, y una estrecha vinculación

con las acciones que llevan a cabo los ministerios de salud para combatir enfermedades que afectan al grueso de la población.

La misión de estas comisiones sería la de crear las condiciones necesarias para elevar los niveles sanitarios de la población centroamericana, facilitando la creación de los huertos a que se hace referencia en el Capítulo IV; fomentando los establecimientos industriales y artesanales que procesen las plantas medicinales a que se refiere el Capítulo V; eliminando los escollos que se presentan en la cadena formada por los eslabones: producción, distribución y consumo; contribuyendo a la investigación científica y aplicada, etc.

Las comisiones que se proponen tendrían atribuciones parecidas a la Comisión Nacional de Plantas Medicinales de El Salvador (COMPLAMES) o a la Comisión Nacional para el Aprovechamiento de Plantas Medicinales (CONAPLAMED) de Guatemala, pero sería de la mayor importancia que todas ellas coordinen estrechamente sus actividades, intercambien información y realicen investigaciones conjuntas para lograr el gran objetivo de abatir los índices de defunción infantil que caracterizan a la región.

Es probable que las dos comisiones que se acaban de nombrar no necesiten realizar mayores cambios en su estructura actual para poder cumplir con el programa que se propone, salvo la necesidad de ampliar su radio de acción para abarcar otros aspectos que se plantean en este documento.

Para el cumplimiento de su cometido las Comisiones Nacionales de Salud tendrían que realizar, entre otras, las siguientes actividades:

a) Propiciar la ubicación de las zonas más apropiadas para el establecimiento de los huertos destinados a la producción de plantas medicinales, ya sea en razón de la cercanía a las poblaciones donde se aprecia la mayor incidencia de enfermedades o donde existan caminos de todo tiempo que permitan movilizar la producción hacia los establecimientos industriales. Eventualmente, los huertos podrían especializarse para producir materia prima para la exportación y para su utilización en plantas industriales grandes;

b) Establecer los mecanismos que permitan determinar las características de las plantas medicinales locales, con respecto a su forma de producción en parcelas cultivadas, porque ya se ha encontrado que algunas de ellas pierden su capacidad para generar sustancias útiles cuando son domesticadas de su forma silvestre. La participación de las universidades es también de la mayor importancia, pues las facultades de farmacia están saturadas de trabajos de tesis sobre plantas

medicinales, su uso, su hábitat y muchos otros resultados de carácter científico, que pueden ayudar a definir prioridades en la selección de las plantas para los huertos; lo que falta es que los ejercicios teóricos se lleven a la práctica. Lo mismo se puede decir de las facultades de agronomía, que aunque en menor cantidad también tienen tesis de grado sobre plantas medicinales;

c) Seleccionar los lugares más adecuados donde podrían establecerse las industrias de tipo artesanal destinadas a procesar las plantas medicinales y contribuir a conseguir los recursos de inversión y de capital de trabajo para éstas. Las instalaciones artesanales se podrían ubicar en las cercanías de las zonas de producción para abastecerse de materia prima;

d) Llevar a cabo los estudios sobre las posibilidades de producción de plantas medicinales en la escala adecuada para abastecer a instalaciones industriales de mayor tamaño, como las que se proponen en el Capítulo V del presente documento y promover el interés de la iniciativa privada para que invierta en plantas industriales cuya producción se destine a la exportación o al mercado interno.

e) Acercarse a los laboratorios nacionales y transnacionales para promover la adquisición, por éstos, de los extractos y aceites esenciales que produzcan las plantas industriales;

f) Buscar con el auxilio de las facultades de farmacia de las universidades y con aquellos laboratorios privados que estén dispuestos a ello, la determinación de las bondades medicinales de cada extracto producido o llevar a cabo las mezclas más adecuadas que permitan atacar en forma eficaz las enfermedades y, una vez logrado ese propósito, conseguir la validación farmacológica de los productos y la certificación correspondiente por los ministerios de salud para su libre comercialización y para que los médicos no se muestren renuentes a recetarlos;

g) Tratar de recuperar las recetas tradicionales de medicina popular y someterlas a investigación farmacológica para determinar su validez científica.

h) Establecer los mecanismos que permitan la distribución de los productos certificados entre la población más necesitada;

i) Estudiar, los mejores métodos de transformación, embalaje, etc., de aquellas plantas que tengan mayores posibilidades de acceder a los mercados ya establecidos o a la exportación;

j) Vincular estrechamente sus actividades con las labores de atención preventiva y curativa a la niñez, que llevan a cabo los ministerios de salud con la colaboración de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Oficina Panamericana de la Salud (OPS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF);

k) Promover la participación de la iniciativa privada en el programa, pues ésta ya produce medicinas a base de plantas medicinales en algunos países, aunque en pequeña escala. La expansión de sus actividades puede contribuir a robustecer el programa y ayudarlos a desarrollar nuevos productos. La proliferación del uso de compuestos que tienen su origen en las plantas les abre la posibilidad de un mercado ampliado. También ellos han hecho investigación y pueden ayudar en la implantación del programa, en la asistencia técnica a los huertos y en la identificación de las plantas medicinales que se utilicen. También estarían interesados en la producción de plantas para utilizarlas en el proceso industrial de sus propias medicinas, y

l) Promover la participación popular en el programa, pues otros países latinoamericanos han logrado, con el auxilio de comités populares de salud, garantizar el éxito de campañas de vacunación, de dotación de suero oral para combatir la diarrea y otras actividades de orden masivo. Probablemente sea difícil encontrar, a nivel local, asociaciones ya constituidas que acepten participar activamente en la promoción del programa y en el establecimiento de los huertos. Existen, empero, en los países, organizaciones de base (cooperativas, asociaciones, empresas agrícolas, sindicatos de trabajadores, etc.) que aglutinan agricultores en forma exitosa, y es de esperar que por el espíritu de colaboración y solidaridad que existe entre ellos, podrían convertirse en los pioneros de esta actividad. Las cooperativas indígenas en Guatemala, las asociaciones y sindicatos en Honduras, las cooperativas en Nicaragua, etc., podrían constituir núcleos de población cuyo aporte al programa podría ser de gran ayuda. Podría intentarse, también la incorporación al programa de los sindicatos de obreros de las ciudades.

3. Costos del programa

El monto de las inversiones requeridas para poner en marcha el programa de producción e industrialización de plantas medicinales en Centroamérica, depende de la cobertura que se quiera dar al mismo. En el Capítulo IV del presente documento, se comenta acerca de la conveniencia de establecer huertos municipales cultivados con dichas plantas para facilitar a la población el acceso a las medicinas que se han venido utilizando en forma tradicional en la preparación de infusiones, tinturas, pomadas, etc., así como materia prima para las industrias artesanales a que se refiere el Capítulo V. Resulta lógico suponer que será la demanda la que defina el número de huertos que se establezcan y la especialidad a la que se dediquen, pues en algunos casos un huerto podría dedicarse

a una sola planta medicinal y en otros a varias; en otros casos un huerto podrá dedicarse exclusivamente a abastecer de plantas medicinales a la planta artesanal o a la población.

Centroamérica cuenta con 1,418 municipios (distritos, en Costa Rica), lo que significaría la necesidad de establecer igual cantidad de huertos. La realidad, sin embargo, podría reducir tal número en forma considerable debido a que en la práctica ya se dispone de producción importante de plantas medicinales en casi todos los países y en algunos podría ésta ser suficiente para las necesidades de la población, razón por la cual en el Capítulo IV se señala que en una primera etapa convendría establecer los huertos sólo en aquellas zonas donde existe mayor incidencia de enfermedades.

Las razones anteriores aconsejan, por lo tanto, la conveniencia de establecer diez huertos por país, lo que significaría una inversión de 42,000 dólares en cada uno de los países centroamericanos.

Las industrias artesanales se crearían en función de los huertos, pues se ha supuesto que un huerto de media hectárea sería suficiente para abastecer de materia prima a un establecimiento artesanal. Se puede decir, en consecuencia, que en cada país deberían establecerse 10 plantas artesanales, lo que significaría una inversión de 44,000 dólares por país.

Si a las cifras anteriores se agregan los costos de producción del primer año de actividades de las plantas artesanales, lo que supone 95,000 dólares, se llega a la conclusión de que cada país requerirá de 181,000 dólares para poner en marcha el programa.

En lo que respecta a las plantas industriales grandes, la inversión requerida sería más cuantiosa, pero ella provendría de los potenciales inversionistas. Lo mismo puede decirse de la planta destinada a la elaboración de eritromicina. El ICAITI sugiere, además, la necesidad de llevar a cabo estudios de mayor profundidad para precisar los niveles de rentabilidad económica de estas plantas, asuntos de suyo importantes que deberán formar parte de la inversión. Es probable que el financiamiento de las inversiones requeridas provengan, asimismo, del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

Anexo estadístico

Cuadro 1

CENTROAMERICA: VALOR DE LAS EXPORTACIONES DE ALGUNOS PRODUCTOS FARMACEUTICOS

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Promedio	
										1980-1985	1980-1988
Miles de dólares											
Plantas o semillas utilizadas en perfumería, medicina y otros a/	3,793	4,215	2,756	2,220	1,106	1,437	876	1,160	1,967	2,588	2,170
Costa Rica	391	969	1,119	615	487	605	596	958	1,569	698	812
El Salvador	3		2	2	1	2	1	16	-	2	3
Guatemala	1,207	1,383	725	804	474	737	266	183	376	888	684
Honduras	2,000	1,764	258	8	1	3	1	3	2	672	449
Nicaragua	192	99	652	791	143	90	12	...	20	328	222
Productos medicinales y farmacéuticos	92,291	90,458	87,571	107,616	95,858	91,506	82,737	90,886	88,917	94,217	91,982
Costa Rica	26,053	29,363	27,482	29,653	25,919	25,637	24,110	25,414	25,052	27,351	26,520
El Salvador	13,740	11,035	11,486	16,898	14,069	14,862	15,655	16,248	17,884	13,682	14,653
Guatemala	50,618	48,596	47,550	59,261	53,189	48,820	41,330	48,082	44,987	51,339	49,159
Honduras	1,524	1,056	707	864	2,178	1,624	1,072	541	762	1,326	1,148
Nicaragua	356	408	346	940	503	563	570	601	232	519	502
Aceites esenciales y productos de perfumería	81,382	66,774	56,748	51,728	47,436	34,680	16,612	20,107	23,793	56,458	44,362
Costa Rica	10,681	13,127	12,005	9,188	8,436	7,271	2,836	2,633	3,836	10,118	7,779
El Salvador	14,574	9,306	8,731	9,370	11,267	7,034	3,255	3,477	3,870	10,047	7,876
Guatemala	32,764	28,406	23,965	19,512	20,485	17,021	9,920	13,297	15,788	23,692	20,129
Honduras	22,539	14,689	11,354	13,605	7,199	3,354	601	700	299	12,123	8,260
Nicaragua	824	1,246	693	53	49	-	-	-	-	-	-
Tasas de crecimiento											
Plantas o semillas utilizadas en perfumería, medicina y otros		11.1	-34.6	-19.4	-50.2	29.9	-39.0	32.4	69.5	-17.6	-7.9
Costa Rica		147.8	15.5	-45.0	-20.8	24.2	-1.5	60.7	63.8	9.1	19.0
El Salvador					-50.0	100.0	-50.0	1500.0	-	-7.8	-
Guatemala		14.6	-47.6	10.9	-41.1	55.5	-63.9	-31.2	105.2	-9.4	-13.6
Honduras		-11.8	-85.4	-96.9	-87.5	200.0	-66.7	200.0	-33.3	-72.8	-57.8
Nicaragua		-48.4	558.6	21.3	-81.9	-37.1	-86.7	-	-	-14.1	-24.6
Productos medicinales y farmacéuticos		-2.0	-3.2	22.9	-10.9	-4.5	-9.6	9.9	-2.2	-0.2	-0.5
Costa Rica		12.7	-6.4	7.9	-12.6	-1.1	-6.0	5.4	-1.4	-0.3	-0.5
El Salvador		-19.7	4.1	47.1	-16.7	5.6	5.3	3.8	10.1	1.6	3.3
Guatemala		-4.0	-2.2	24.6	-10.2	-8.2	-15.3	16.3	-6.4	-0.7	-1.5
Honduras		-30.7	-33.0	22.2	152.1	-25.4	-34.0	-49.5	40.9	1.3	-8.3
Nicaragua		14.6	-15.2	171.7	-46.5	11.9	1.2	5.4	-61.4	9.6	-5.2
Aceites esenciales y productos de perfumería		-17.9	-15.0	-8.8	-8.3	-26.9	-52.1	21.0	18.3	-15.7	-14.2
Costa Rica		22.9	-8.5	-23.5	-8.2	-13.8	-61.0	-7.2	45.7	-7.4	-12.0
El Salvador		-36.1	-6.2	7.3	20.2	-37.6	-53.7	6.8	11.3	-13.6	-15.3
Guatemala		-13.3	-15.6	-18.6	5.0	-16.9	-41.7	34.0	18.7	-12.3	-8.7
Honduras		-34.8	-22.7	19.8	-47.1	-53.4	-82.1	16.5	-57.3	-31.7	-41.7
Nicaragua		51.2	-44.4	-92.4	-7.5	-	-	-	-	-	-

Fuente: SIECA, Anuario Estadístico Centroamericano de Comercio Exterior, varios años. Para Guatemala, Banco de Guatemala, Valor de las Exportaciones (FOB), 1980-1991, mayo de 1992.

a/ De 1980 a 1985 corresponde a la fracción arancelaria NAUCA I, 292 04 00; que incluye principalmente: ipecacuana o raicilla, zarzaparrilla y otras; de 1986 a 1988, NAUCA II, 12 07 00 00; incluye: albahaca, borraja, hisopo, menta (diversas especies), romero, ruda, salvia y ajeno, principalmente.

Cuadro 2

CENTROAMERICA: VALOR DE LAS IMPORTACIONES DE ALGUNOS PRODUCTOS FARMACEUTICOS

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Promedio	
										1980-1985	1980-1988
Miles de dólares											
Plantas o semillas utilizadas en perfumería, medicina y otros	360	270	193	206	199	307	415	367	257	256	286
Costa Rica	31	10	6	23	27	24	91	153	138	20	56
El Salvador	191	52	43	32	50	86	35	26	15	76	59
Guatemala	64	179	105	113	91	153	233	163	72	118	130
Honduras	29	13	21	25	25	43	55	24	31	26	30
Nicaragua	45	16	18	13	6	1	1	1	1	17	11
Productos medicinales y farmaceuticos	217,499	249,422	201,997	237,289	243,662	263,281	246,808	232,865	209,606	235,525	233,603
Costa Rica	46,620	36,566	29,153	37,160	39,818	44,735	42,059	47,019	46,446	39,009	41,064
El Salvador	45,318	56,492	48,802	50,565	60,417	63,802	55,029	45,770	46,483	54,233	52,520
Guatemala	41,210	48,192	50,337	51,342	54,514	45,956	69,190	53,472	44,206	48,592	50,935
Honduras	38,873	44,250	34,575	47,033	49,737	55,916	49,441	54,507	53,873	45,064	47,578
Nicaragua	45,478	63,922	39,130	51,189	39,176	52,872	31,089	32,097	18,598	48,628	41,506
Aceites esenciales y productos de perfumería	115,960	94,948	85,808	84,658	81,101	69,024	29,160	35,613	46,761	88,583	71,448
Costa Rica	28,248	19,098	14,999	20,327	21,204	18,720	9,485	11,085	11,636	20,433	17,200
El Salvador	30,237	26,748	23,763	20,398	22,740	20,484	9,980	10,532	12,137	24,062	19,669
Guatemala	31,193	28,266	32,001	31,403	26,451	19,072	5,302	9,299	11,525	28,064	21,612
Honduras	12,797	12,728	8,246	9,209	7,910	6,202	3,210	3,773	6,096	9,515	7,797
Nicaragua	13,485	8,108	6,799	3,321	2,796	4,546	1,183	924	5,367	6,509	5,170
Tasas de crecimiento											
Plantas o semillas utilizadas en perfumería, medicina y otros		-25.0	-28.5	6.7	-3.4	54.3	35.2	-11.6	-30.1	-3.1	-4.1
Costa Rica		-67.7	-40.0	283.3	17.4	-11.1	279.2	68.1	-9.8	-5.0	20.5
El Salvador		-72.8	-17.3	-25.6	56.3	72.0	-59.3	-25.7	-42.3	-14.8	-27.2
Guatemala		179.7	-41.3	7.6	-19.5	68.1	52.3	-30.0	-56.1	19.0	1.4
Honduras		-55.2	61.5	19.0	0.0	72.0	27.9	-56.4	29.2	8.2	0.8
Nicaragua		-64.4	12.5	-27.8	-53.8	-83.3	-	-	-	-53.3	-37.9
Productos medicinales y farmaceuticos		14.7	-19.0	17.5	2.7	8.1	-6.3	-5.6	-10.0	3.9	-0.5
Costa Rica		-21.6	-20.3	27.5	7.2	12.3	-6.0	11.8	-1.2	-0.8	0.0
El Salvador		24.7	-13.6	3.6	19.5	5.6	-13.8	-16.8	1.6	7.1	0.3
Guatemala		16.9	4.5	2.0	6.2	-15.7	50.6	-22.7	-17.3	2.2	0.9
Honduras		13.8	-21.9	36.0	5.7	12.4	-11.6	10.2	-1.2	7.5	4.2
Nicaragua		40.6	-38.8	30.8	-23.5	35.0	-41.2	3.2	-42.1	3.1	-10.6
Aceites esenciales y productos de perfumería		-18.1	-9.6	-1.3	-4.2	-14.9	-57.8	22.1	31.3	-9.9	-10.7
Costa Rica		-32.4	-21.5	35.5	4.3	-11.7	-49.3	16.9	5.0	-7.9	-10.5
El Salvador		-11.5	-11.2	-14.2	11.5	-9.9	-51.3	5.5	15.2	-7.5	-10.8
Guatemala		-9.4	13.2	-1.9	-15.8	-27.9	-72.2	75.4	23.9	-9.4	-11.7
Honduras		-0.5	-35.2	11.7	-14.1	-21.6	-48.2	17.5	61.6	-13.5	-8.9
Nicaragua		-39.9	-16.1	-51.2	-15.8	62.6	-74.0	-21.9	480.8	-19.5	-10.9

Fuente: SIECA, Anuario Estadístico Centroamericano de Comercio Exterior, varios años.

Cuadro 3

CENTROAMERICA: POBLACION, PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL Y POR HABITANTE

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Miles de habitantes												
Población	20,160	20,707	21,260	21,826	22,413	23,028	23,671	24,339	25,029	25,741	26,473	27,228
Costa Rica	2,284	2,353	2,424	2,496	2,569	2,642	2,716	2,791	2,866	2,941	3,015	3088
El Salvador	4,525	4,583	4,625	4,663	4,707	4,768	4,846	4,934	5,031	5,138	5,252	5375
Guatemala	6,917	7,113	7,315	7,524	7,740	7,963	8,195	8,434	8,681	8,935	9,197	9467
Honduras	3,662	3,797	3,939	4,085	4,234	4,383	4,531	4,679	4,829	4,982	5,138	5299
Nicaragua	2,771	2,861	2,957	3,058	3,163	3,272	3,384	3,501	3,622	3,745	3,871	3999
Millones de dólares de 1980												
Producto interno bruto	18,419	18,421	17,495	17,409	17,838	17,889	18,158	18,766	19,063	19,639	20,120	20,547
Costa Rica	3,545	3,640	3,209	3,294	3,553	3,579	3,769	3,938	4,065	4,289	4,428	4,473
El Salvador	3,497	3,203	3,021	3,038	3,107	3,162	3,177	3,262	3,310	3,345	3,458	3,579
Guatemala	6,798	6,820	6,561	6,286	6,333	6,321	6,351	6,586	6,854	7,143	7,377	7,613
Honduras	2,510	2,578	2,542	2,528	2,618	2,691	2,747	2,880	3,015	3,138	3,129	3,167
Nicaragua	2,070	2,181	2,163	2,263	2,227	2,136	2,114	2,100	1,819	1,725	1,727	1,715
Dólares/habitante												
PIB/habitante	914	890	823	798	796	777	767	771	762	763	760	755
Costa Rica	1,552	1,547	1,324	1,320	1,383	1,355	1,388	1,411	1,419	1,459	1,469	1,448
El Salvador	773	699	653	651	660	663	656	661	658	651	658	666
Guatemala	983	959	897	836	818	794	775	781	789	799	802	804
Honduras	685	679	645	619	618	614	606	616	624	630	609	598
Nicaragua	747	762	731	740	704	653	625	600	502	461	446	429

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro 4

CENTROAMERICA: POBLACION TOTAL URBANA Y RURAL

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Miles de habitantes													
Centroamérica	20,160	20,707	21,260	21,826	22,413	23,028	23,671	24,339	25,029	25,741	26,473	27,228	28,007
Costa Rica	2,284	2,353	2,424	2,496	2,569	2,642	2,716	2,791	2,866	2,941	3,015	3,088	3,160
El Salvador	4,525	4,583	4,625	4,663	4,707	4,768	4,846	4,934	5,031	5,138	5,252	5,375	5,508
Guatemala	6,917	7,113	7,315	7,524	7,740	7,963	8,195	8,434	8,681	8,935	9,197	9,467	9,745
Honduras	3,662	3,797	3,939	4,085	4,234	4,383	4,531	4,679	4,829	4,982	5,138	5,299	5,463
Nicaragua	2,771	2,861	2,957	3,058	3,163	3,272	3,384	3,501	3,622	3,745	3,871	3,999	4,131
Urbana	8,197	8,478	8,769	9,071	9,385	9,710	10,061	10,425	10,803	11,195	11,602	12,031	12,474
Costa Rica	984	1,021	1,059	1,099	1,140	1,183	1,225	1,268	1,313	1,359	1,407	1,451	1,495
El Salvador	1,947	1,985	2,023	2,062	2,101	2,142	2,202	2,264	2,327	2,393	2,460	2,543	2,628
Guatemala	2,574	2,653	2,734	2,817	2,903	2,991	3,087	3,186	3,287	3,392	3,501	3,615	3,732
Honduras	1,276	1,344	1,415	1,491	1,570	1,654	1,734	1,817	1,905	1,997	2,093	2,194	2,300
Nicaragua	1,416	1,475	1,537	1,602	1,670	1,740	1,814	1,890	1,970	2,054	2,140	2,228	2,319
Rural	11,963	12,229	12,491	12,755	13,028	13,317	13,610	13,914	14,226	14,546	14,871	15,197	15,533
Costa Rica	1,300	1,332	1,364	1,397	1,429	1,459	1,491	1,523	1,553	1,581	1,607	1,637	1,665
El Salvador	2,578	2,598	2,602	2,601	2,605	2,626	2,644	2,670	2,704	2,745	2,792	2,832	2,880
Guatemala	4,342	4,461	4,582	4,707	4,837	4,972	5,108	5,249	5,394	5,543	5,696	5,852	6,013
Honduras	2,387	2,453	2,524	2,595	2,664	2,729	2,797	2,861	2,924	2,985	3,045	3,105	3,163
Nicaragua	1,355	1,386	1,419	1,456	1,494	1,532	1,571	1,611	1,651	1,691	1,730	1,771	1,812
(Porcentajes)													
Urbana	40.7	40.9	41.2	41.6	41.9	42.2	42.5	42.8	43.2	43.5	43.8	44.2	44.5
Costa Rica	43.1	43.4	43.7	44.0	44.4	44.8	45.1	45.4	45.8	46.2	46.7	47.0	47.3
El Salvador	43.0	43.3	43.7	44.2	44.6	44.9	45.4	45.9	46.3	46.6	46.8	47.3	47.7
Guatemala	37.2	37.3	37.4	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3
Honduras	34.8	35.4	35.9	36.5	37.1	37.7	38.3	38.8	39.4	40.1	40.7	41.4	42.1
Nicaragua	51.1	51.6	52.0	52.4	52.8	53.2	53.6	54.0	54.4	54.8	55.3	55.7	56.1
Rural	59.3	59.1	58.8	58.4	58.1	57.8	57.5	57.2	56.8	56.5	56.2	55.8	55.5
Costa Rica	56.9	56.6	56.3	56.0	55.6	55.2	54.9	54.6	54.2	53.8	53.3	53.0	52.7
El Salvador	57.0	56.7	56.3	55.8	55.4	55.1	54.6	54.1	53.7	53.4	53.2	52.7	52.3
Guatemala	62.8	62.7	62.6	62.6	62.5	62.4	62.3	62.2	62.1	62.0	61.9	61.8	61.7
Honduras	65.2	64.6	64.1	63.5	62.9	62.3	61.7	61.2	60.6	59.9	59.3	58.6	57.9
Nicaragua	48.9	48.4	48.0	47.6	47.2	46.8	46.4	46.0	45.6	45.2	44.7	44.3	43.9

Fuente: Naciones Unidas, Perspectivas de la Población Mundial, Nueva York, 1986 para los años 1960 y 1965. CELADE: América Latina. Proyecciones de Población, 1950-2000, "Boletín Demográfico", Año XXIV, no. 48, Santiago, Chile, julio 1991 y América Latina: Porcentajes urbanos, "Boletín Demográfico", Año XXIV, no. 47, enero 1991, para los años 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 y 2000.

Cuadro 5

CENTROAMERICA: RECURSOS HUMANOS EN SALUD POR CADA 10,000 HABITANTES

	Costa Rica		El Salvador		Guatemala		Honduras		Nicaragua	
	1980	1987	1980	1987	1980	1986	1980	1987	1980	1988
Médicos	9.3	8.1	4.1	3.2	6.0	...	3.2	4.2	5.1	5.5
Odontólogos	3.5	1.0	1.3	0.8	1.1	...	1.0	0.8	0.6	0.8
Enfermeras	9.6	5.1	3.6	1.5	2.6	1.5	1.9	1.6	3.4	3.2
Auxiliares de enfermería	22.8	13.3	7.4	3.4	10.8	8.2	8.4	4.5	14.2	11.3

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS); Organización Mundial de la Salud, (OMS), Las Condiciones de Salud en las Américas, Vol. I, 1990.

Cuadro 6

CENTROAMERICA: GASTOS POR FUNCIONES DEL GOBIERNO CENTRAL
PRESUPUESTARIO AL 31 DE DICIEMBRE

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Millones de Colones										
Costa Rica a/										
Total	10,369	11,994	17,944	30,490	37,198	43,136	65,127	77,410	85,740	111,090
Sanidad	2,980	3,567	5,878	6,855	9,123	9,892	12,596	15,610	21,180	30,250
Seguro Social	736	1,323	2,011	4,406	4,163	6,270	12,526	6,760	11,360	14,710
Millones de Colones										
El Salvador										
Total	1,531	1,615	1,723	1,708	2,088	2,674	2,474	2,863	3,024	3,321
Sanidad	137	136	123	144	170	157	186	211	216	246
Seguro Social	51	61	65	58	77	77	89	87	89	107
Millones de Quetzales										
Guatemala										
Total	952	1,170	1,086	992	1,015	1,053	1,512	1,979	2,456	2,775
Sanidad	111	105	64	59	67	60	101	165	244	275
Seguro Social	35	37	33	40	41	39	61	69	10	144
Millones de Lempiras										
Honduras b/										
Total	678	758	800	877	952	...	...	...	...	...
Sanidad	63	71	74	83	92	...	...	...	...	...
Seguro Social	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Porcentajes										
Costa Rica a/										
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Sanidad	28.7	29.7	32.8	22.5	24.5	22.9	19.3	20.2	24.7	27.2
Seguro Social	7.1	11.0	11.2	14.5	11.2	14.5	19.2	8.7	13.2	13.2
El Salvador										
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Sanidad	8.9	8.4	7.1	8.4	8.1	5.9	7.5	7.4	7.1	7.4
Seguro Social	3.3	3.8	3.8	3.4	3.7	2.9	3.6	3.0	2.9	3.2
Guatemala										
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Sanidad	11.7	9.0	5.9	5.9	6.6	5.7	6.7	8.3	9.9	9.9
Seguro Social	3.7	3.2	3.0	4.0	4.0	3.7	4.0	3.5	0.4	5.2
Honduras b/										
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	...	...	...	...	...
Sanidad	9.3	9.4	9.3	9.5	9.7	...	...	...	...	...
Seguro Social	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fuente: International Monetary Fund, Government Finance Statistics Yearbook, 1990 Honduras: Banco Central de Honduras, Departamento de Estudios Económicos, Cuentas Nacionales de Honduras, 1975-1984.

a/ Consolidado.

b/ Gastos de consumo del Gobierno General.

Cuadro 7
CENTROAMERICA: ESPERANZA DE VIDA AL NACER POR SEXO
QUINQUENIOS
(Porcentajes)

	1970- 1975	1975- 1980	1980- 1985	1985- 1990	1990- 1995	1995- 2000
Total						
Costa Rica	68.08	70.80	73.53	74.67	75.19	75.60
El Salvador	58.75	57.42	57.15	62.15	66.40	68.00
Guatemala	54.00	56.39	58.98	61.99	64.81	67.19
Honduras	53.96	57.65	61.94	63.95	65.80	67.47
Nicaragua	54.70	56.26	59.81	63.26	66.22	68.50
Hombres						
Costa Rica	66.05	68.63	71.33	72.41	72.89	73.26
El Salvador	56.55	52.44	50.74	58.00	64.01	65.56
Guatemala	52.60	54.50	56.80	59.70	62.41	64.70
Honduras	52.20	55.80	59.98	61.94	63.73	65.37
Nicaragua	53.70	55.29	58.68	61.98	64.80	66.98
Mujeres						
Costa Rica	70.22	73.08	75.85	77.04	77.60	78.06
El Salvador	61.05	62.64	63.89	66.50	68.91	70.56
Guatemala	55.47	58.38	61.26	64.40	67.33	69.81
Honduras	55.80	59.60	63.99	66.07	67.98	69.68
Nicaragua	55.76	57.27	60.99	64.61	67.71	70.10

Fuente: CELADE, Boletín Demográfico, Año XXII, No. 44, Santiago de Chile, Julio de 1989.

Cuadro 8

CENTROAMERICA: INFRAESTRUCTURA SANITARIA, CAPACIDAD INSTALADA Y RECURSOS HUMANOS

	Costa Rica 1989	El Salvador 1988	Guatemala 1987	Honduras 1988	Nicaragua 1987
Capacidad Instalada					
Hospitales	29	38	35	48	30
Establecimientos	1,538	29		705	
Centros de Salud	325		216	156	482
Con camas			32		22
Sin Camas			184		85
Centros Rurales				525	
Centros comunitarios	93				
Dispensarios	253				
Clínicas				2	
Camas	7,173	7,394	13,667	5,341	4,904
Camas/habitante a/	2.60	1.50	1.60	1.10	1.42
Recursos Humanos					
Médicos	2,539	3,253	2,127	2,616	1,942
Odontólogos	790	800	251	416	340
Enfermeras	1,300	1,500	1,225	1,051	1,120
Auxiliares de enfermería	4,100	3,398	6,971	4,506	5,172
Consultas/habitante	3.02	0.23	0.16	1.09	1.80

Fuente: OPS/OMS, Las Condiciones de Salud en las Américas, Publicación Científica número 524, Vol. I, 1990 y CEPAL, Indicadores Sociales Básicos de América Latina y el Caribe, 1980-1990, (LC/MEX/L.190), 10 de junio 1992.

a/ Por cada 10,000 habitantes.

Cuadro 9

RENDIMIENTOS DE PLANTAS MEDICINALES

(Kilogramos por media hectárea)

Planta	Rendimiento
Guayaba	3,500 a 5,000
Altamiza	1,750
Marrubio	4,000
Pericón	1,850
Zacate limón	1,500 a 2,000
Juanilama	500 a 750
Tomillo	450 a 600

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

Cuadro 10
FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE PRINCIPIOS ACTIVOS

	Alcaloides	Glucósidos	Aceites esenciales
Fertilización nitrogenada	Aumentan		Aumentan
Sales de potasio	Disminuyen		
Mayor exposición a la luz	Aumentan	Aumentan	Aumentan
Altas temperaturas	Disminuyen	Aumentan o disminuyen	Disminuyen
Mayor altitud y menor temperatura	Disminuyen	Aumentan	Disminuyen
Inicio de floración			Aumentan
En hojas durante la floración	Aumentan	Disminuyen	Disminuyen
En las primeras horas del día	Aumentan	Disminuyen	Aumentan
Durante el día		Aumentan	Disminuyen

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

a/ 25 personas.

b/ 30 personas.

Cuadro 11
PLANTA INDUSTRIAL: INVERSIONES REQUERIDAS

	Dólares
Inversión inicial total	363,500
Edificaciones	44,000
Galera industrial 140 m2	14,000
Oficinas y laboratorios 100 m2	20,000
Varios, parqueo, área verde 160 m2	10,000
Terrenos 400 m2	10,000
Maquinaria y equipo	179,500
Extractor con solvente	3,000
Evaporador completo	125,000
Molino	5,000
Destilador	3,000
Condesadores, filtros, bombas, depósitos, tubería, instrumentos	23,500
Servicios auxiliares: caldera, bombas de vacío, enfriamiento de agua	20,000
Otros	90,000
Equipo laboratorio	50,000
Instalación planta	20,000
Ingeniería del proyecto (diseño y asistencia técnica)	20,000
Puesta en marcha y capital de trabajo	40,000

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

Cuadro 12

PLANTA INDUSTRIAL: ESTIMACION DE INVERSIONES EN MAQUINARIA Y EQUIPO

(Alternativa A)

	Origen de la construcción	Costo puesto en planta (Miles de dólares)
Total		174
1 Molino de cuchillas acero inoxidable 316, motor 1/2 Hp	Local	1
1 Hidrolizador, acero al carbono recubierto con FRP, 0.2 m ³	Local	1
2 Filtros al vacío, acero inoxidable	Local	1
3 Secadores de bandejas, 2.08 m ²	Local	2
1 Extractor solvente, 0.11 m ³ acero al carbono	Local	1
2 Evaporadores-cristalizadores, acero inoxidable 316, 0.2 m ³ cada uno	Local	6
1 Reactor acero inoxidable 316, 0.2 m ³ , agitador 1/2 Hp	Local	2
3 Centrifugas tipo "pusher" para 50 kg/h de sólidos	Importado	14
1 Fermentador de 100 litros, con agitador y accesorios, acero inoxidable 316	Local	5
4 Mesas recubiertas de acero inoxidable 1.22 x 2.44 metros	Local	4
4 Balanzas de precisión, 50, 50, 5 y 1 kg	Importado	12
1 Conjunto de equipo operativo para laboratorio, balones de 5 litros	Importado	25
1 Conjunto de equipo instrumental para análisis, incluyendo cromatógrafo	Importado	50
1 Conjunto de tubería, bombas y accesorios en acero inoxidable, acero al carbono y PVC	Importado/ local	20
1 Caldera de vapor 10 bhp, compresor de aire, dos condensadores tubo de cobre 0.4 m ² , torre de enfriamiento accesorios, equipo para vacío	Importado/ local	30

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

Cuadro 13
COSTOS DE PRODUCCION
(Dólares por año)

	Planta industrial (extractos)	Sábila	Eritromicinas	De producto a máxima capacidad de planta	
				Alternativas A	B
Total	418.0	256.0	1,026.0	333.4	211.3
De producción	303.0	176.0	655.0	160.4	138.6
Materias primas	148.0	5.0	275.0	20.0	20.0
Materiales indirectos	15.0	5.0			
Combustibles y lubricantes	60.0	15.0	25.0	1.6	1.6
Fuerza eléctrica	20.0	10.0	40.0	6.3	5.0
Reparaciones y mantenimiento	5.0	3.0	25.0	2.5	2.0
Mano de obra: a/	15.0	15.0	85.0	50.0	50.0
Prestaciones sociales	5.0	5.0	30.0	20.0	20.0
Depreciación de capital fijo	25.0	10.0	100.0	40.0	20.0
Asistencia técnica	5.0	55.0	50.0	10.0	10.0
Seguros e impuestos	5.0	53.0	25.0	10.0	10.0
De administración	33.0	26.0	95.0	39.0	15.0
Sueldos	20.0	15.0	50.0	20.0	10.0
Prestaciones sociales	7.0	5.0	20.0	2.0	4.0
Depreciación de capital fijo	1.0	1.0	5.0	2.0	1.0
Gastos generales	5.0	5.0	20.0	15.0	-
De distribución y venta	27.0	14.0	51.0	51.0	25.5
Sueldos y salarios	12.0	6.0	20.0	20.0	10.0
Prestaciones sociales	5.0	2.0	7.0	7.0	3.5
Gastos de viaje	5.0	3.0	12.0	12.0	6.0
Propaganda y otros	5.0	3.0	12.0	12.0	6.0
De financiamiento	55.0	40.0	225.0	83.0	32.2
Intereses y comisiones capital fijo y de trabajo a/	55.0	40.0	225.0	83.0	32.2

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

a/ Para los extractos y la sábila 5 obreros.

b/ Calculado sobre el capital total, 15% anual, 10 años de plazo. Para la máxima capacidad de planta, el interés es del 12%.

Cuadro 14
 PLANTA ARTESANAL: INVERSIONES Y COSTOS

	Dólares por año
Inversiones	4,400
Adiestramiento y asistencia técnica	1,000
Puesta en marcha y capital de trabajo	1,000
Otras	2,400
Mejoras al local	1,300
Depósitos de acero inoxidable	500
Equipo auxiliar y varios	600
Costos de fabricación	9,500
Materias primas vegetales 3,500 kilogramos	500
Alcohol de 95°, 1,500 litros	1,000
Envases y varios	1,000
Mano de obra y administración	6,000
Control de calidad	500
Amortización e intereses	500

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

Cuadro 15
ERITROMICINA: INVERSIONES EN PLANTA

	Miles de dólares
Inversiones planta	1,625
Maquinaria y equipo	825
Terreno, edificios y obras civiles	200
Instalación de la planta (incluyendo electricidad)	150
Tecnología e ingeniería del proyecto	150
Intereses durante la construcción	200
Varios e imprevistos	100
Inversión inicial total	2,000
Planta instalada	1,625
Puesta en marcha y capital de trabajo	375

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en
Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

Cuadro 16

ERITROMICINA: ESTIMACION DE INVERSIONES EN MAQUINARIA Y EQUIPO

Pieza	Origen de la construcción	Costo puesto en planta (Miles de pesos CA)
Total		1,000
3 Fermentadores equipados con agitador y distribuidor de aire, 50 m ³ cada uno, acero inoxidable 316	Local	250
1 Filtro rotatorio, al vacío, tambor de 1 x 2m, acero inoxidable 316	Importado	75
2 Depósitos de 5 y 80 m ³ , acero inoxidable 316	Local	100
1 Evaporador-cristalizador, 14 m ³ acero inoxidable 316, con sistema de transferencia de calor	Local	125
1 Filtro-secador de banda	Importado	100
1 Equipo auxiliar: mesas de empaque, cadoras, equipo personal	Local	50
1 Lote de tuberías, accesorios, bombas de distinto tipo y capacidad en acero inoxidable 316, bronce, PVC y hierro galvanizado	Importado/local	50
1 Equipo auxiliar: un compresor de aire rotatorio, filtro para aire, caldera de vapor, torre de enfriamiento para agua, equipo para vacío. Instrumentación y control. Equipo para laboratorio		150
1 Montacargas y dos vehículos de carga		100

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

Cuadro 17
ERITROMICINA: INSUMOS REQUERIDOS

Insumos/producto, costos	Pesos por kilogramo	Kilogramo por año	Miles de pesos centroamericanos
Gran total			
Total			333
Glucosa	0.20	250,000	50
Licor sulfitado de maíz	0.20	50,000	10
Almidón	0.20	250,000	50
Harina de Soya	0.20	470,000	94
Levadura	1.00	50,000	50
Metil isobutil cetona	1.25	15,000	19
Reactivos varios	1.50	10,000	10
Empaque	-	-	50
Otros insumos			125
Energía eléctrica, (miles kw-h)			40
Mano de obra calificada a/			60
Mano de obra no calificada b/			25

Fuente: ICAITI, Industrialización de Plantas Medicinales en Centroamérica, Guatemala, diciembre de 1992.

a/ 25 personas.

b/ 30 personas.

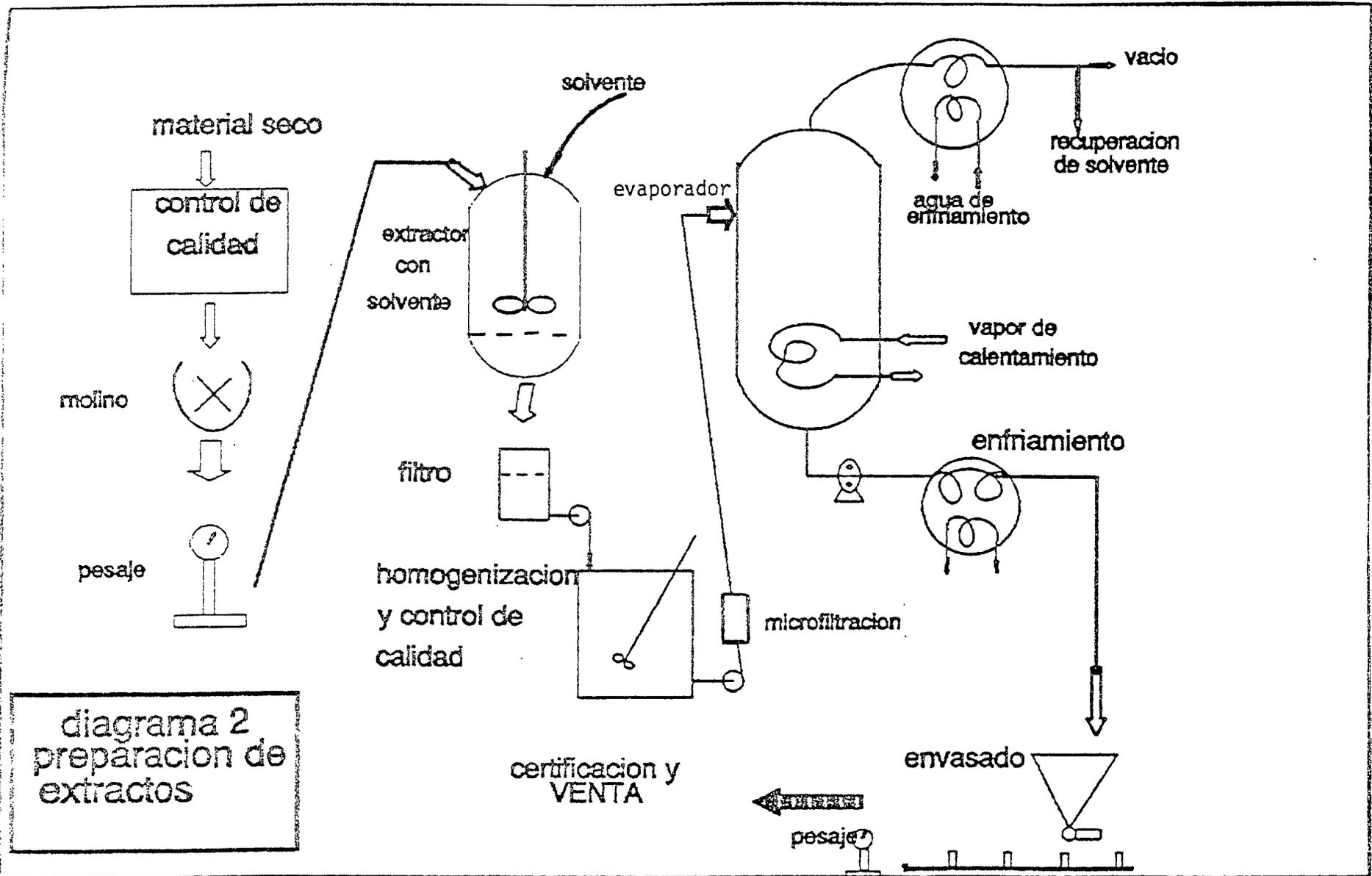


diagrama 2
preparación de extractos

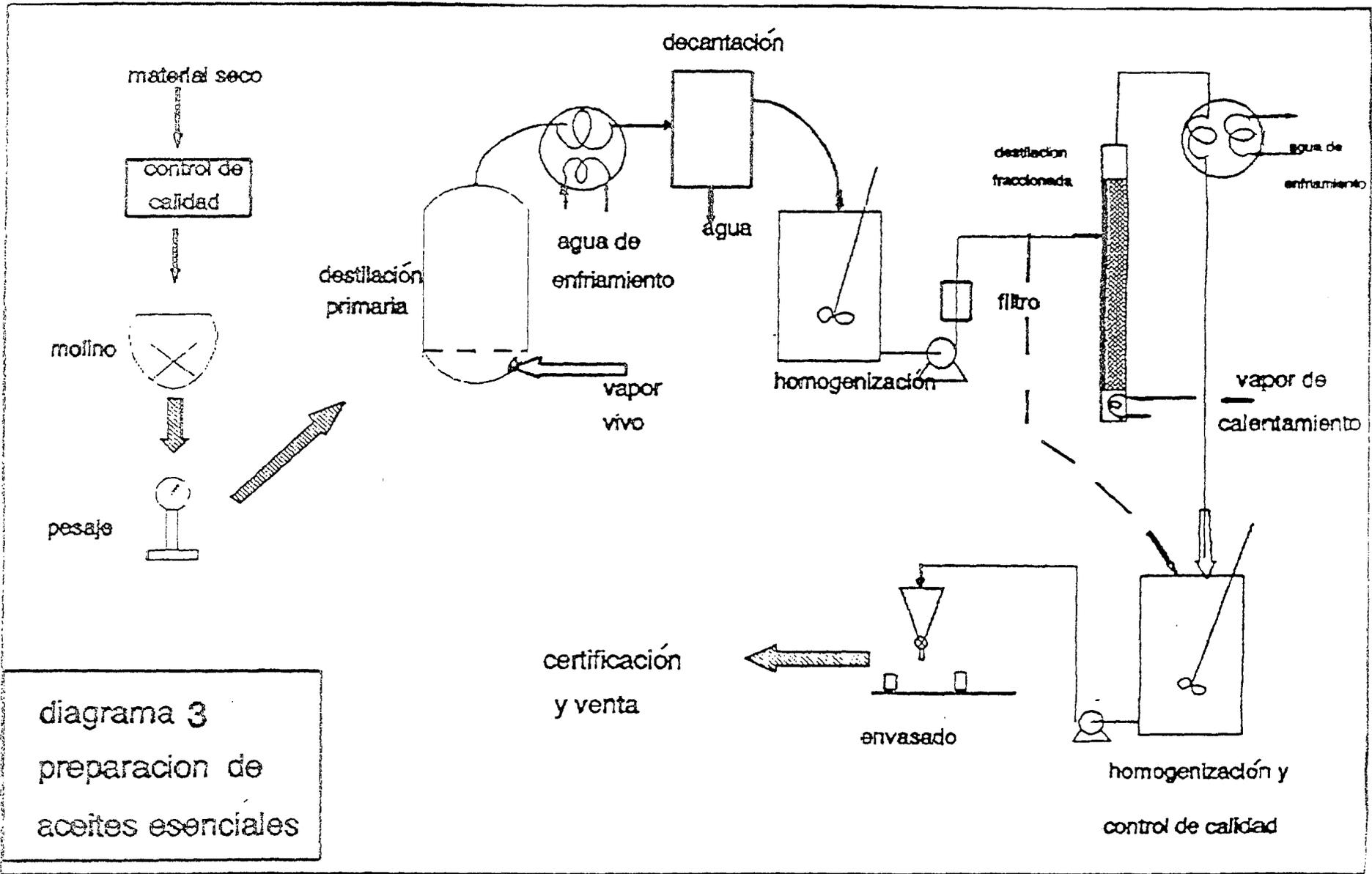


diagrama 3
preparacion de
aceites esenciales

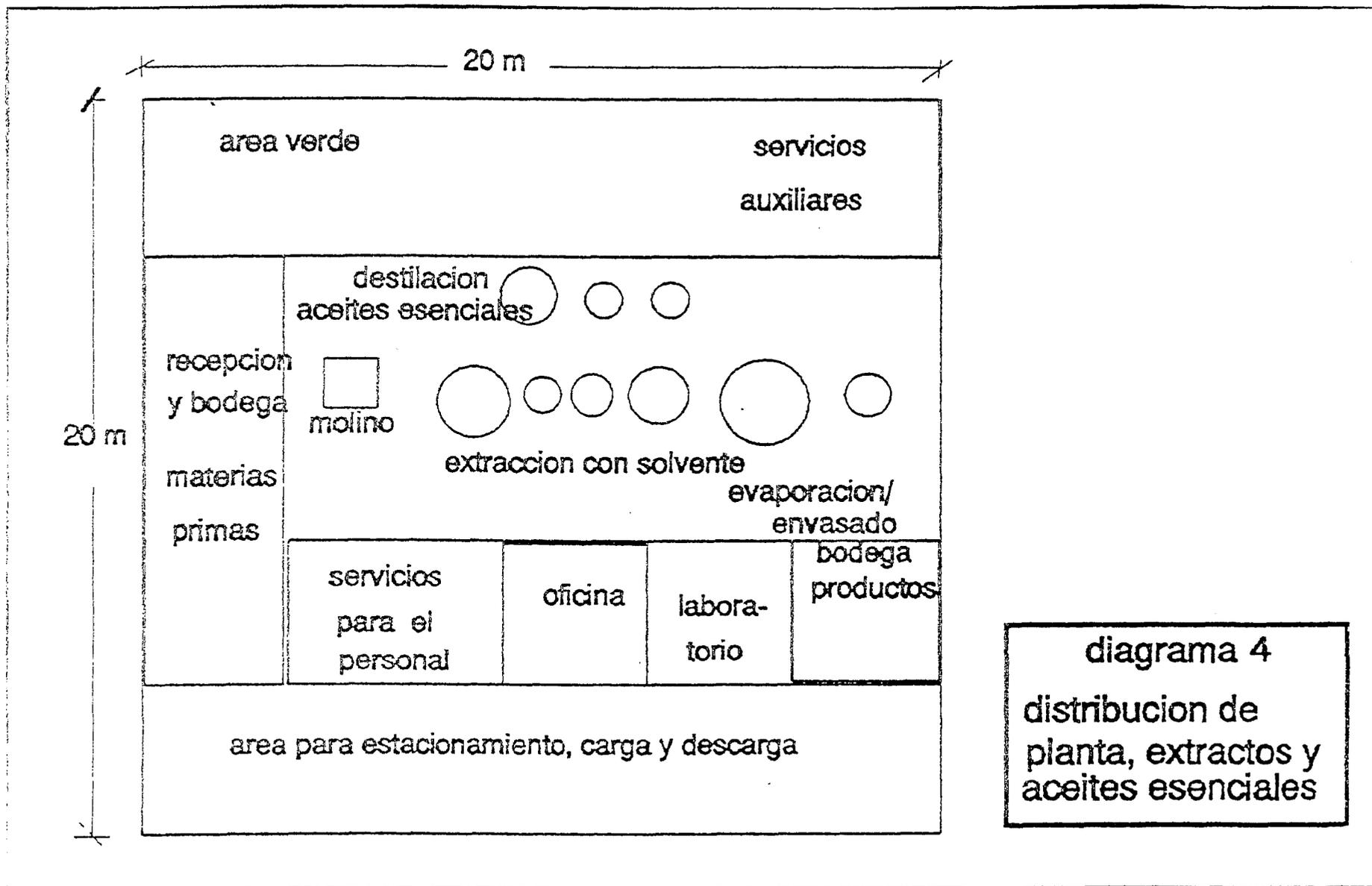


diagrama 4
distribucion de
planta, extractos y
aceites esenciales