

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/303989976>

Tratado de Botánica Económica Moderna

Book · January 2010

CITATIONS

9

READS

14,657

4 authors, including:



Adalberto Benavides-Mendoza

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)

328 PUBLICATIONS 2,027 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Homero Ramírez

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)

109 PUBLICATIONS 552 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Alberto Sandoval Rangel

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)

44 PUBLICATIONS 211 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Project

Plant biostimulation [View project](#)



Project

Nutraceutical Compounds [View project](#)

All content following this page was uploaded by [Adalberto Benavides-Mendoza](#) on 16 June 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Tratado de Botánica Económica Moderna

ISBN: 968844-050-7

Adalberto Benavides Mendoza
Rosa Elia M. Hernández Valencia
Homero Ramírez Rodríguez
Alberto Sandoval Rangel



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
www.uaaan.mx - depto.horti.uaaan@gmail.com
Tel. (844) 411-03-03 - Fax (844) 411-03-04

Buena Vista, Saltillo, Coah., Enero 2010

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
www.uaaan.mx - depto.horti.uaaan@gmail.com
Tel. (844) 411-03-03 - Fax 411-03-04

ISBN: 968844-050-7

TRATADO DE BOTÁNICA ECONÓMICA MODERNA

Adalberto Benavides Mendoza
Rosa Elia M. Hernández Valencia
Homero Ramírez Rodríguez
Alberto Sandoval Rangel

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MÉXICO, ENERO 2010

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CONTENIDO

PRÓLOGO	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1	
IMPORTANCIA DE LA BOTÁNICA ECONÓMICA	5
A. ORÍGENES Y PROPAGACIÓN DE LA AGRICULTURA	5
B. DOMESTICACIÓN	5
C. CENTROS DE ORIGEN	5
1. Asia	6
2. Europa	7
3. América	7
D. LITERATURA CITADA	8
E. DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LAS PLANTAS	8
1. Biodiversidad vegetal	8
2. Diversidad genética	9
a. La Diversidad Genética de las Plantas y su Aplicación en la Domesticación	10
b. Erosión Genética	11
c. Conservación de la Diversidad Genética	12
F. LITERATURA CITADA	16
CAPÍTULO 2	1
LAS PLANTAS COMO FUENTE DE ALIMENTOS	1
A. LAS CIVILIZACIONES Y LA DOMESTICACIÓN	
B. LAS PLANTAS COMO FUENTES DE CARBOHIDRATOS	2
1. Cereales	3
a. Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) (Poaceae)	4
b. Maíz (<i>Zea mays</i> L.) (Poaceae)	6
c. Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) (Poaceae)	9
d. Sorgo (<i>Sorghum</i> spp) (Poaceae)	12
e. Centeno (<i>Secale cereale</i> L.) (Poaceae)	15
f. Avena (<i>Avena sativa</i> L.) (Poaceae)	16
g. Mijo	17
– Mijo cola de zorro (<i>Setaria italica</i> L.) (Poaceae)	18
– Mijo de pan (<i>Panicum miliaceum</i> L.) (Poaceae)	18
– Ragi o mijo digitado (<i>Eleusine coracana</i> L.) (Poaceae)	19
– Mijo perla, Mijo rabo de gato (<i>Pennisetum glaucum</i> L.) (Poaceae)	19
h. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) (Poaceae)	22

2. Plantas productoras de azúcares	23
a. Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) (Poaceae)	24
b. Remolacha azucarera (<i>Beta vulgaris</i> L.) (Chenopodiaceae)	25
c. Arce de azúcar (<i>Acer saccharum</i> Marshall) (Aceraceae)	27
3. Plantas Tuberosas	27
a. Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) (Solanaceae)	27
b. Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz.) (Euphorbiaceae)	31
c. Camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) (Convolvulaceae)	33
C. LITERATURA CITADA	34
D. LAS PLANTAS COMO FUENTE DE ACEITES Y GRASAS	38
1. Maíz (<i>Zea mays</i> L.) (Fabaceae)	
2. Algodón (<i>Gossypium</i> sp) (Malvaceae)	
3. Soya (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) (Fabaceae)	
4. Nabo, colza o canola (<i>Brassica campestris</i> L., <i>Brassica napus</i> L. y <i>Brassica rapa</i> L.) (Brassicaceae)	
5. Olivo (<i>Olea europea</i> L.) (Oleaceae)	
6. Girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.) (Asteraceae)	
7. Cacahuete (<i>Arachis hypogea</i> L.) (Fabaceae)	
E. LITERATURA CITADA	48
F. LAS PLANTAS COMO FUENTE DE PROTEÍNAS –LEGUMINOSAS–	50
1. Frijol (<i>Phaseolus</i> L.) (Fabaceae)	51
2. Soya (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) (Fabaceae)	54
3. Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.) (Fabaceae)	56
4. Chícharo (<i>Pisum sativum</i> L.) (Fabaceae)	57
5. Haba (<i>Vicia faba</i> L.) (Fabaceae)	59
6. Lenteja (<i>Lens culinaris</i> Medik) (Fabaceae)	60
7. Canavalia, haba blanca (<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.) (Fabaceae)	61
8. Frijol de paloma (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.) (Fabaceae)	62
9. Frijol lima (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) (Fabaceae)	63
10. Garbanzo verde (<i>Vigna radiata</i> (L.) R. Wilczek) (Fabaceae)	64
11. Garbanzo de caballo, frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers) (Fabaceae)	65
12. Garbanzo negro (<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper) (Fabaceae)	66
13. Judía terciopelo (<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.) (Fabaceae)	13
14. Lablabo, judía jacinto (<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet subsp. (<i>Purpureus</i>) (Fabaceae)	68
15. Ayocote, frijol chamborote (<i>Phaseolus coccineus</i> L.) (Fabaceae)	69
G. LITERATURA CITADA	70
H. LAS PLANTAS COMO FUENTES DE MINERALES Y VITAMINAS	74
1. Plantas Frutales más Comunes en el Mundo	76

De clima tropical	78
a. Plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.) (Musaceae)	78
b. Limón (<i>Citrus limon</i> L. Burm f.) (Rutaceae)	79
c. Naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck) (Rutaceae)	81
d. Mango (<i>Mangifera indica</i> L.) (Anacardiaceae)	82
e. Ciruela dulce (<i>Spondias dulcis</i> Sol. ex Parkinson) (Anacardiaceae)	84
f. Chirimoya (<i>Annona cherimola</i> Mill) (Annonaceae)	85
g. Piña (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.) (Bromeliaceae)	86
h. Papaya (<i>Carica papaya</i> L.) (Caricaceae)	87
i. Higo (<i>Ficus carica</i> L.) (Moraceae)	89
j. Guayaba (<i>Psidium guajaba</i> L.) (Myrtaceae)	91
k. Granada (<i>Punica granatum</i> L.) (Lythraceae)	92
De clima templado	94
a. Durazno (<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch) (Rosaceae)	94
b. Manzano (<i>Malus domestica</i> Borkh) (Rosaceae)	95
c. Vid (<i>Vitis vinifera</i> L.) (Vitaceae)	96
d. Peral (<i>Pyrus communis</i> L.) (Rosaceae)	98
e. Nogal (<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch) (Juglandaceae)	99
2. Otros frutales	101
Plantas hortícolas	102
a. Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) (Solanaceae)	102
b. Calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.) (Cucurbitaceae)	104
c. Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) (Cucurbitaceae)	106
d. Chayote (<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.) (Cucurbitaceae)	107
e. Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) (Asteraceae)	108
f. Col (<i>Brassica oleracea</i> L.) (Brassicaceae)	110
g. Ajo (<i>Allium sativum</i> L.) (Alliaceae)	111
h. Cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) (Alliaceae)	113
Plantas silvestres que se utilizan como hortalizas	115
a. Berro (<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.) (Brassicaceae)	115
b. Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i> L.) (Portulacaceae)	116
c. Flor de palma o izote (<i>Yucca filifera</i> Hort. ex Engelm.) (Agavaceae)	116
d. Quintonil o quelite blanco (<i>Chenopodium album</i> L.) (Chenopodiaceae)	117
e. Tomatillo silvestre (<i>Physalis philadelphica</i> Lam.) (Solanaceae)	117
f. Achicoria, Radicheta o endivia silvestre (<i>Cichorium intybus</i> L.) (Asteraceae)	118
g. Chipilín o chipile (<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. et Arn) (Fabaceae)	119
I. LITERATURA CITADA	120

CAPÍTULO 3	1
PLANTAS ÚTILES SIN FINES ALIMENTARIOS	1
A. PLANTAS UTILIZADAS COMO ESPECIAS Y SUSTANCIAS AROMÁTICAS	1
1. Por sus raíces y tubérculos	2
a. Angélica (<i>Angelica archangelica</i> L.) (Apiaceae)	2
b. Galanga menor y mayor (<i>Alpinia officinarum</i> Hance y <i>Alpinia galanga</i> (L.) Sw.) (Zingiberaceae)	2
c. Jengibre (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe) (Zingiberaceae)	2
d. Rábano picante. (<i>A Armoracia rusticana</i> P. Gaertn. et al.) (Brassicaceae)	3
e. Zarparrilla (<i>Smilax</i> L.) (Smilacaceae)	3
f. Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i> L.) (Zingiberaceae)	4
g. Cedoria (<i>Curcuma zedoaria</i> (Christm.) Roscoe) (Zingiberaceae)	4
2. Por sus cortezas	4
a. Casia (<i>Cinnamomum aromaticum</i> Nees.) (Lauraceae)	4
b. Canela (<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl.) (Lauraceae)	4
c. Sasafrás (<i>Sassafras albidum</i> (Nutt.) Nees) (Lauraceae)	5
3. Por sus flores o yemas florales	5
a. Alcaparras (<i>Capparis spinosa</i> L.) (Capparaceae)	5
b. Clavo (<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. et L. M. Perry) (Myrtaceae)	5
c. Azafrán (<i>Crocus sativus</i> L.) (Iridaceae)	6
4. Por sus frutos	6
a. Chile (<i>Capsicum</i> spp.) (Solanaceae)	6
b. Enebro (<i>Juniperus communis</i> L.) (Cupressaceae)	7
c. Pimienta inglesa (<i>Pimenta dioica</i> L.) (Myrtaceae)	8
d. Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i> L.) (Piperaceae)	8
e. Pimienta larga (<i>Piper retrofractum</i> Vahl. y <i>Piper longum</i> L.) (Piperaceae)	8
f. Anís estrellado (<i>Illicium verum</i> Hook. f.) (Illiciaceae)	8
g. Vainilla (<i>Vanilla planifolia</i> Jacks) (Orchidaceae)	9
5. Por su semilla	9
a. Cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> White et Mason) (Zingiberaceae)	9
b. Alholva (<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.) (Fabaceae)	10
c. Granos del paraíso (<i>Aframomum melegueta</i> K. Schum) (Fabaceae)	10
d. Mostaza	10
- Mostaza blanca (<i>Sinapis alba</i> L.) (Brassicaceae)	10
- Mostaza negra (<i>Brassica nigra</i> (L.) W. D. J. Koch) (Brassicaceae)	11
- Mostaza india (<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.) (Brassicaceae)	11

CAPÍTULO 3	1
PLANTAS ÚTILES SIN FINES ALIMENTARIOS	1
A. PLANTAS UTILIZADAS COMO ESPECIAS Y SUSTANCIAS AROMÁTICAS	1
1. Por sus raíces y tubérculos	2
a. Angélica (<i>Angelica archangelica</i> L.) (Apiaceae)	2
b. Galanga menor y mayor (<i>Alpinia officinarum</i> Hance y <i>Alpinia galanga</i> (L.) Sw.) (Zingiberaceae)	2
c. Jengibre (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe) (Zingiberaceae)	2
d. Rábano picante. (<i>Armoracia rusticana</i> P. Gaertn. et al.) (Brassicaceae)	3
e. Zorzaparrilla (<i>Smilax</i> L.) (Smilacaceae)	3
f. Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i> L.) (Zingiberaceae)	4
g. Cedoria (<i>Curcuma zedoaria</i> (Christm.) Roscoe) (Zingiberaceae)	4
2. Por sus cortezas	4
a. Casia (<i>Cinnamomum aromaticum</i> Nees.) (Lauraceae)	4
b. Canela (<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl.) (Lauraceae)	4
c. Sasafrás (<i>Sassafras albidum</i> (Nutt.) Nees) (Lauraceae)	5
3. Por sus flores o yemas florales	5
a. Alcaparras (<i>Capparis spinosa</i> L.) (Capparaceae)	5
b. Clavo (<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. et L. M. Perry) (Myrtaceae)	5
c. Azafrán (<i>Crocus sativus</i> L.) (Iridaceae)	6
4. Por sus frutos	6
a. Chile (<i>Capsicum</i> spp.) (Solanaceae)	6
b. Enebro (<i>Juniperus communis</i> L.) (Cupressaceae)	7
c. Pimienta inglesa (<i>Pimenta dioica</i> L.) (Myrtaceae)	8
d. Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i> L.) (Piperaceae)	8
e. Pimienta larga (<i>Piper retrofractum</i> Vahl. y <i>Piper longum</i> L.) (Piperaceae)	8
f. Anís estrellado (<i>Illicium verum</i> Hook. f.) (Illiciaceae)	8
g. Vainilla (<i>Vanilla planifolia</i> Jacks) (Orchidaceae)	9
5. Por su semilla	9
a. Cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> White et Mason) (Zingiberaceae)	9
b. Alholva (<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.) (Fabaceae)	10
c. Granos del paraíso (<i>Aframomum melegueta</i> K. Schum) (Fabaceae)	10
d. Mostaza	10
- Mostaza blanca (<i>Sinapis alba</i> L) (Brassicaceae)	10
- Mostaza negra (<i>Brassica nigra</i> (L.) W. D. J. Koch) (Brassicaceae)	11
- Mostaza india (<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.) (Brassicaceae)	11

3).	Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) (Sterculiaceae)	31
4).	Mate (<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.Hil.) (Aquifoliaceae)	32
5).	Guaraná (<i>Paullinia cupana</i> Kunth) (Sapindaceae)	32
6).	Cola (<i>Cola nitida</i> (Vent.) Schott et Endl.)	33
7).	Té de carolina o casina (<i>Ilex vomitoria</i> Sol. ex Aiton)	33
8).	Yoco (<i>Paullinia yoco</i> R. E. Schult. et Killip)	33
9).	Salvia o chia (<i>Salvia hispanica</i> L.)	34
10).	Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	34
b.	Plantas de las que se obtienen Bebidas Alcohólicas	34
1).	Plantas de las que se obtienen bebidas fermentadas	35
a).	Lúpulo (<i>Humulus lupulus</i> L.)	35
b).	Palma nigeriana (<i>Raphia vinifera</i> P. Beauv)	36
c).	Maguey (<i>Agave atrovirens</i> Karw. ex Salm-Dyck)	36
d).	Nopal cardón (<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.)	37
2).	Plantas empleadas en bebidas destiladas	37
a).	Agave azul (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	37
b).	Agave espadín (<i>Agave angustifolia</i> Haw.)	38
c).	Sotol, Sereque, Soto (<i>Dasyilirion</i> Zucc.)	38
3).	Plantas empleadas en licores y aperitivos	38
2.	Plantas Psicoactivas	39
a.	Plantas alucinógenas	40
1.	Peyote (<i>Lophophora williamsii</i> (Lem. ex Salm-Dyck) JM Coult.)	40
2.	Marihuana (<i>Cannabis sativa</i> L.)	40
b.	Hongos Psicoactivos	41
1.	Pajarito (<i>Psilocybe mexicana</i> R. Heim)	42
2.	Derrumbe (<i>Psilocybe caerulescens</i> Murrill)	42
3.	San Isidro (<i>Psilocybe cubensis</i> (Earle) Singer)	42
4.	Matamoscas (<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.)	42
c.	Plantas narcóticas	42
	Amapola (<i>Papaver somniferum</i> L.)	
c.	Plantas estimulantes	43
1.	Coca (<i>Erythroxylon coca</i> Lam.) (<i>Erythroxylon novogranatense</i> (Morris) Hieron)	43
2.	Té árabe (<i>Catha edulis</i> (Vahl) Forssk. ex Endl.)	44

E. LITERATURA CITADA

CAPÍTULO 4	1
LAS PLANTAS COMO FUENTE DE MATERIA PRIMA	1
A. PLANTAS PRODUCTORAS DE COLORANTES	1
1. Palo de Campeche (<i>Haematoxylum campechianum</i> L.)	3
2. Fustete (<i>Maclura tinctoria</i> D. Don ex Steud.)	4
3. Índigo (<i>Indigofera tinctoria</i> L. , <i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.)	4

4. Glasto (<i>Isatis tinctoria</i> L.)	5
5. Rubia (<i>Rubia tinctorum</i> L.)	5
6. Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i> L.)	5
7. Azafrán (<i>Crocus sativus</i> L.)	5
8. Bija o achiote (<i>Bixa orellana</i> L.)	6
9. Alazor o cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	6
10. Remolacha azucarera (<i>Beta vulgaris</i> L.)	6
11. Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	7
12. Cempoalxochitl (<i>Tagetes erecta</i> L.)	7
13. Gualda (<i>Reseda luteola</i> L.)	7
B. PLANTAS PRODUCTORAS DE TANINOS	8
1. Cortezas Productoras de Taninos	9
a. Pinabete (<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carrière)	9
b. Roble (<i>Quercus</i> L.)	9
c. Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	9
d. Acacia	10
2. Maderas Productoras de Taninos	10
a. Castaño (<i>Castanea dentata</i> (Marshall) Borkh.)	10
b. Quebracho (<i>Schinopsis quebracho-colorado</i> (Schltdl.) F.A. Barkley et T. Mey; <i>Schinopsis balansae</i> Engl.)	10
3. Hojas Productoras de Taninos	11
a. Zumaque siciliano (<i>Rhus coriaria</i> L.)	11
b. Gambir (<i>Uncaria gambir</i> (W.Hunter) Roxb.)	11
4. Frutos Productores de Taninos	11
a. Miróbalano indico (<i>Terminalia chebula</i> Retz.) y <i>Terminalia bellirica</i> (Gaertn. Roxb., Combretaceae)	11
b. Divi-divi (<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd)	12
c. Tara (<i>Cesalpinia spinosa</i> (Mol. O. Kntuz)	12
C. USO DE LOS TANINOS EN MEDICINA	12
D. USO DE LOS TANINOS EN ALIMENTACIÓN	13
E. APROVECHAMIENTO DE LOS TANINOS EN MÉXICO	13
F. LITERATURA CITADA	14
G. PLANTAS PRODUCTORAS DE EXUDADOS VEGETALES	16
1. Plantas Productoras de Látex	17
a. Arbol del Caucho, o caucho del Para (<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Mull. Arg.)	17
b. Arbol del Hule o Caucho Panamá (<i>Castilla elastica</i> Sessé)	18
c. Guayule (<i>Parthenium argentatum</i> A. Gray.)	19
d. Hule (<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.)	20
e. Manicoba (<i>Manihot glaziovii</i> Mull., <i>Manihot heptaphylla</i> Ule, y <i>Manihot piauhyensis</i> Ule.)	20
f. Mangabeira (<i>Hancornia speciosa</i> Gomes)	20
g. Landolphia (<i>Landolphia heudelotti</i> A.DC.)	21
h. Caucho palay (<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br., <i>Cryptostegia madagascariensis</i> Bojer)	21

i. Chicle (<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen)	21
2. Plantas Productoras de Gomas	22
a. Gutapercha (<i>Palaquium gutta</i> (Hook.) Baill.)	22
b. Kullu, Goma karaya (<i>Sterculia urens</i> Roxb.)	23
c. Hashab goma arábica (<i>Acacia senegal</i> Willd)	23
d. Goma brea (<i>Cercidium australe</i> Johnston)	24
e. Goma de mezquite (<i>Prosopis</i> L.)	24
f. Goma tragacanto (<i>Astragalus gummifer</i> Labillardiere)	25
3. Plantas Productoras de Resinas	26
a. Copal (<i>Bursera</i> Jacq. ex L.)	26
b. Cuapinol, copal de América del Sur (<i>Hymenaea courbaril</i> L.)	26
c. Copal de Manila, copal de India Oriental (<i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Rich)	27
d. Copal del Congo (<i>Guibourtia demeusei</i> (Harms) J. Léonard)	27
e. Copal de África Oriental o copal de Zanzíbar (<i>Hymenaea verrucosa</i> Gaertn)	27
f. Resina kauri (<i>Agathis australis</i> Steud.)	27
g. Sangre de drago de India (<i>Daemonorops draco</i> (Willd.) Blume, Arecaceae)	28
4. Plantas Productoras de Oleorresinas	28
a. Trementina (<i>Pinus</i> L.)	28
b. Resina damar	29
5. Plantas Productoras de Bálsamos	29
a. Bálsamo del Perú (<i>Myroxylon balsamum</i> L. Harms)	29
b. Bálsamo copaiba (<i>Copaifera officinalis</i> L.)	30
c. Bálsamo de Canadá (<i>Abies balsamea</i> L. Millar)	31
d. Almáciga (<i>Pistacia lentiscus</i> L.)	31
e. Elemi de Manila (<i>Canarium luzonicum</i> A. Gray)	31
f. Elemi de México (<i>Amyris elemifera</i> L.)	32
g. Estoraque (<i>Liquidambar</i> L.)	32
6. Plantas Productoras de Gomorresinas	32
a. Incienso (<i>Boswellia</i> Roxb. ex Colebr.)	32
b. Mirra (<i>Commiphora myrrha</i> (Nees) Engl.)	33
c. Laca exudada (<i>Toxicodendron vernicifluum</i> (Stokes) F. Barkley)	33
d. Goma Laca	33
7. Plantas Productoras de Ceras	34
a. Cera de candelilla (<i>Euphorbia antisiphylitica</i> Zucc.)	34
b. Cera de carnauba (<i>Copernicia cerifera</i> Miller)	34
H. LITERATURA CITADA	35
I. OTRAS SUSTANCIAS VEGETALES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA	40
1. Pectinas	40
2. Mucílagos	42
3. Celulosa	42

I. LITERATURA CITADA	43
J. LAS PLANTAS COMO FUENTE DE FIBRAS VEGETALES	43
1. Clasificación de las fibras vegetales	44
a. Origen de las Fibras Vegetales	45
b. Origen Químico de las Fibras	46
2. Fibras textiles	46
a. Algodón (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	47
b. Yute (<i>Corchorus olitorius</i> L., <i>Corchorus capsularis</i> L.)	48
c. Kenaf (<i>Hibiscus cannabinus</i> L. , <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	49
d. Ramio (<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Guadich)	50
e. Lino (<i>Linum usitaissimum</i> L.)	52
f. Cáñamo (<i>Cannabis sativa</i> L.)	52
3. Fibras foliares	53
a. Sisal (<i>Agave sisalana</i> Perrine)	53
b. Henequén (<i>Agave fourcroydes</i> Lem.)	55
c. Abacá (<i>Musa textilis</i> Née)	56
d. Lechuguilla (<i>Agave lecheguilla</i> Torr.)	57
e. Zacatón (<i>Muhlenbergia macroura</i> (Kunth) Hitchc.)	59
4. Fibras menores	60
a. Cocotero (<i>Cocos nucifera</i> L.)	61
b. Cañamo sun (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	61
c. Escobilla (<i>Sida rhombifolia</i> L. , <i>Sida cordifolia</i> L.)	62
d. Yute de China o malva (<i>Abutilon theophrasti</i> Medik)	62
e. Malva de caballo (<i>Malachra capitata</i> L.)	63
f. Yute del Congo (<i>Urena</i> L.)	64
g. <i>Hibiscus</i> spp. (Malvaceae)	64
h. Hibiscus amarillo (<i>Hibiscus panduriformis</i> Burm F.)	66
i. <i>Sansevieria</i> spp (Dracaenaceae)	66
K. LITERATURA CITADA	67
CAPÍTULO 5	1
PLANTAS TÓXICAS Y PLANTAS MEDICINALES	1
A. PLANTAS TÓXICAS	1
1. Plantas ornamentales tóxicas	2
2. Plantas alergénicas	2
2. Plantas tóxicas para el ganado	3
B. LITERATURA CITADA	11
C. PLANTAS MEDICINALES	11
D. PLANTAS MEDICINALES DE USO FRECUENTE EN MÉXICO	15
E. LITERATURA CITADA	22

CAPÍTULO 6	1
PLANTAS SILVESTRES DEL NORESTE DE MÉXICO CON POTENCIAL ORNAMENTAL	1
Valentín Robledo Torres	
1. Riqueza Genética	1
2. Campanitas (<i>Campanula rotundifolia</i> L)	3
3. Tronadora (<i>Tecoma stans</i> H. B.)	3
4. Anacahuita (<i>Cordia boissieri</i> D.C)	5
5. Amapola rosada (<i>Oenothera speciosa</i> Nu)	5
6. Amapola de campo (<i>Hunnemannia fumariifolia</i> Sweet)	6
7. Alfombrilla (<i>Verbena bipinnatifida</i> Nutt) , (<i>Hibiscus martianus</i> WZucc.)	6
8. <i>Hibiscus Martianus</i> Zucc. (Malvacea)	6
9. Salvia rosa (<i>Salvia grahamii</i> Benth)	7
10. Mil en rama (<i>Achillea milleifolium</i> L.)	7
11. Achicoria silvestre (<i>Cichorium intibus</i> L.)	8
12. Trompetilla (<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht)	8
13. Pluma de oro (<i>Solidago velutina</i> DC.)	9
14. Escobilla (<i>Gutierrezia sarothrae</i> (Pursh) Britton et Rusby)	9
15. LITERATURA CITADA	10
CAPITULO 7	1
SITUACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES EN MÉXICO	1
Heladio Heriberto Cornejo Oviedo	
A. SUPERFICIE E INDICADORES ECONÓMICOS	1
B. DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA	1
1. Bosque de Pinus	1
2. Bosque de Quercus	2
3. Bosque tropical caducifolio	2
4. Bosque tropical subcaducifolio	2
5. Bosque tropical perennifolio	3
C. DIVERSIDAD BIOLÓGICA	3
1. Riqueza Florística	3
2. Endemismos	4
D. PROBLEMÁTICA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS Y TROPICALES	5
1. Política forestal en México	5
2. Industria maderera	7
G. LITERATURA CITADA	7
REFERENCIAS	9
– Society for Economic Botany http://www.econbot.org	
– The International Plant Names Index http://www.ipni.org/	

- Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- CAB International (base de datos científica) <http://www.cabi.org/>
- Species 2000 Catálogo de la Vida <http://www.species2000.org/>
- Librería PubMed (base de datos científica) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

PRÓLOGO ↑

Desde sus inicios, la existencia de la raza humana depende de la utilización de los vegetales, los que le ayudan a cubrir sus necesidades básicas de alimento, vestido y vivienda. De las más de 270,000 especies de plantas conocidas que existen en el mundo, alrededor de 7,000 han sido utilizadas en forma silvestre o cultivada por el hombre a lo largo de su historia con fines alimenticios, el resto de las 30,000 consideradas comestibles no se aprovechan, ya sea por desinterés o por el desconocimiento de sus posibles aplicaciones.

Dar a conocer la utilidad de las especies vegetales cultivadas o en estado silvestre es el objetivo de la Botánica Económica, área especializada de la Botánica que está estrechamente relacionada con la Taxonomía, Filogenia, Morfología y Anatomía Vegetal, Fisiología Vegetal, Evolución, Ecología, Ciencias de los Alimentos, Toxicología, Recursos Bióticos, Farmacognosia, Geología, Fitogeografía, Fitoquímica, Agronomía y Horticultura.

El propósito formativo de este libro está encaminado básicamente al conocimiento de los principales productos alimenticios, industriales y textiles de origen vegetal, así como a mostrar un panorama de la distribución geográfica y la morfología de las plantas útiles que existen en México, así como las de mayor importancia mundial, a partir de los productos que se derivan de ellas.

El libro puede servir como texto de Botánica Económica en los niveles de licenciatura y maestría, en las áreas de Biología y Ciencias de Alimentos; además de ser un documento de consulta para Botánica Agrícola o Agricultura.

Para su elaboración se efectuó una extensa revisión bibliográfica y de sitios en Internet con el fin de proporcionar una panorámica completa y actualizada del aprovechamiento de los recursos que aquí se citan.

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

INTRODUCCIÓN ↑

La relación entre las plantas y los humanos nace mucho antes de que surgiera la agricultura como actividad importante para la supervivencia. Las plantas fueron, primero, fuente de alimentos gracias a la colecta que se hacía de ellos con ese propósito, lo mismo que sirvieron de materia prima para la fabricación de implementos diversos, vestido, pigmentos y medicina.

Una vez que surge y se extiende la actividad agrícola, y origina cambios profundos en las costumbres, organización social y en la propia evolución de nuestra especie, la ya estrecha relación entre plantas y humanos se vuelve una dependencia simbiótica entre algunas especies vegetales y las comunidades humanas.

Por diversos factores económicos, ambientales, y de nutrición y salud, combinados con el incremento sostenido del número de pobladores humanos, se hace necesario y obligado el conocimiento científico de aquellas especies vegetales que, mediante el manejo apropiado, permitan tanto la adecuada administración ambiental, como el aprovechamiento y la producción sostenible de alimentos y materias primas para uso farmacéutico, industrial, textil y culinario, entre otros.

Tan importante como lo anterior resulta la necesidad de reconocer aquellas especies de plantas aún silvestres con potencial económico, para que se unan a la importante lista de las especies ya domesticadas, de tal manera que, bajo sistemas de producción intensiva, provean de nuevas alternativas de aprovechamiento para la población humana, lo mismo que de fuentes adicionales de forraje para las diversas clases de ganado productoras de carne.

A la par que una amplia gama de especies vegetales que tienen usos benéficos, coexisten numerosas especies cuya acertada identificación pudiera evitar daños y mortandad por su ingesta accidental, o por el contacto con estructuras portadoras de compuestos tóxicos o irritantes.

La presente compilación de especies vegetales de importancia económica, reúne una parte muy importante de las principales especies del reino vegetal que trascienden por su aporte de alimentos, de materia prima y por otros beneficios.

Los autores de esta obra académica esperamos que esté al alcance de los estudiantes de los diversos programas y sectores educativos, de grupos de productores, de los profesionales interesados en esta disciplina y del público en general, que puede obtener información útil de este manual de Botánica Económica

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 1 ↑

IMPORTANCIA DE LA BOTÁNICA ECONÓMICA

A. ORÍGENES Y PROPAGACIÓN DE LA AGRICULTURA

La aparición de la agricultura ocurrió hace aproximadamente 10,000 años, coincidente con la llegada de una época de clima benigno y más o menos estable que se mantiene hasta nuestros días. Antes de que el sedentarismo se hubiera establecido, la tierra fue habitada por poblaciones de humanos cazadores-recolectores, con una densidad demográfica muy baja. La consecuencia de alcance más lejano y fundamental de la aparición de la agricultura durante el Holoceno temprano, fue que permitió obtener más alimento y, por lo tanto, más personas lograron vivir por unidad de tierra explotada. Este hecho no sólo permitió el aumento de la población humana, sino también estimuló el desarrollo de sociedades más grandes y complejas, más allá de lo que era posible en una economía de caza y recolección. La transición a la agricultura no sólo tuvo consecuencias ecológicas y económicas; también se asoció con el desarrollo de vida sedentaria que condujo, en última instancia, a la emergencia de la civilización urbana.

B. DOMESTICACIÓN ↑

El proceso de domesticación implica la creación humana de una nueva forma de planta o animal que es manifiestamente diferente de sus antepasados y parientes silvestres, que es dependiente del hombre para su supervivencia. Con el paso de las generaciones y como consecuencia de las nuevas reglas para la supervivencia, la población cautiva cambia en diferentes formas. En conjunto, todas estas adaptaciones o ajustes de estas poblaciones cautivas se describen como el síndrome adaptativo de domesticación de la especie.

C. CENTROS DE ORIGEN ↑

Vavilov, genetista ruso, investigó los centros de origen, que dedujo a partir de la variación genética de las plantas silvestres que fueron domesticadas en cada lugar. Este investigador infirió que aquellos sitios en donde se encuentra mayor variación genética son donde primeramente se domesticó una planta o cultivo particular. El problema de la teoría de Vavilov fue el igualar los centros de diversidad con los de domesticación y agricultura temprana. La aceptación de que las áreas de diversidad varietal de los cultivos son mucho más extensas que los centros de origen, dio lugar a que los sucesores de Vavilov distinguieran entre centros primarios y secundarios,

necesidad que él mismo anticipó. Zhukovsky introdujo el concepto de microcentros genéticos primarios, en los cuales se encuentran los parientes silvestres de la especie cultivada y, por lo tanto, el centro de origen, que contrastó con los megacentros genéticos secundarios o regiones de diversidad.

Existen, por lo menos, cuatro centros de origen principales de las plantas de importancia alimentaria:

1. El sudoeste y centro de Asia. La región montañosa que va desde la India, hasta Asia Menor y Transcaucasia. A este centro pertenecen el trigo sarraceno, la lenteja y el centeno.
2. Región mediterránea, de esta región es el mijo. El algarrobo y el trigo son comunes de esta región y del sudoeste de Asia.
3. Del sudeste de Asia son el mijo, el arroz y la soya.
4. De las tierras altas de América tropical son el maíz y la papa.

1. Asia

La evidencia sugiere que las estepas del sur de Asia aumentaron su riqueza hace unos 15,000 años, lo que significó un incremento importante en la disponibilidad potencial de almidones. Por la misma época, los bosques ampliaron su cobertura no sólo en el sureste, sino también en las crecientes fértiles del norte. Estos cambios propiciaron la aparición y dispersión de cereales silvestres. Hacia el año 9,000 a.n.e., los pastos y los árboles del género *Pistacia* alcanzaron la región de Zeribar, seguidos en el plazo aproximado de un milenio por bosques de *Quercus* y rosáceas. El efecto de las modificaciones de la vegetación fue el incremento dramático del rendimiento de biomasa y alimentos por unidad de área. Al parecer, esto dio lugar a cambios en la forma de vida humana que generó sobre recolección, almacenamiento y, consecuentemente, sedentarismo. Es probable que el aumento en la tasa de crecimiento poblacional haya presionado sobre la capacidad de soporte de los ecosistemas, lo que obligó, en ciertos lugares, al cultivo de cereales. Tal parece que estos eventos iniciaron 12,000 años a.n.e., en la parte noroeste de la creciente fértil (zona del Oriente Medio que va del Golfo Pérsico a la frontera con Egipto) que se extendió de allí hacia la parte oriente. El aumento en la estacionalidad y la coincidencia con condiciones de sequía, promovieron aún más el cultivo de cereales durante el noveno milenio a.n.e.

2. Europa

En los lugares bajos de la parte centro-este de Europa, el llamado paquete neolítico de plantas y animales domesticados fue adoptado hacia el noveno milenio a.n.e. Las plantas que conforman ese paquete son el trigo duro (*Triticum dicoccum* Schrank Poaceae), el trigo *einkorn* (*Triticum monococcum* L. Poaceae), la cebada (*Hordeum vulgare* L. Poaceae), el lino (*Linum usitatissimum* L. Linaceae) y cuatro legumbres: la lenteja (*Lens culinaris* Medik Fabaceae), el chícharo (*Pisum sativum* L. Fabaceae), la arveja ácida (*Vicia ervilia* Willd. Fabaceae), y el garbanzo (*Cicer arietinum* L. Fabaceae). En algunas regiones marginales de lo que ahora es Grecia, la adopción de este paquete tardó aún varios milenios. Todavía más gradual que la dispersión de especies domesticadas fue el desarrollo de sistemas agrícolas estables.

La agricultura neolítica tomó un carácter más de horticultura intensiva que de agricultura extensiva. Este enfoque dio lugar a que la mano de obra humana adquiriera gran importancia y que, a su vez, este carácter determinara la naturaleza cooperativa de las sociedades agrícolas.

Las primeras comunidades agrícolas estables surgieron de la parte norte de Grecia e Italia y de allí se dispersaron hacia el resto de Europa. Algunas barreras naturales, como el desierto del Sahara y las regiones muy frías del norte de Europa, causaron retrasos en la propagación de las prácticas y tradiciones agrícolas europeas.

Del continente europeo surgieron la avena, la cebada y el sorgo. De Africa y Asia proviene el arroz. Aunque ambos continentes domesticaron la misma especie de arroz, tal parece que fue un evento independiente en cada lugar.

3. América

La larga historia de la ocupación humana en el continente americano comenzó hace de 15,000 a 20,000 años, durante la última glaciación. Al paso del tiempo, surgieron civilizaciones avanzadas como la maya, azteca e inca que, aunque en entornos ecológicos e históricos diferentes, mostraron una semejanza fundamental: su desarrollo se basó en una economía agrícola productiva y bien establecida. Las civilizaciones maya y azteca se fundaron sobre el cultivo del maíz, el frijol y la calabaza. Sin embargo, no todas las economías agrícolas del continente se basaron en estos tres cultivos. En las tierras tropicales de Sudamérica, por ejemplo, los pueblos nativos domesticaron una amplia variedad de plantas como la mandioca (*Manihot esculenta* Crantz Euphorbiaceae) y el camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam. Convolvulaceae).

D. LITERATURA CITADA ↑

1. Harris, D. (ed.) 1996. The origins and spread of agriculture and pastoralism, *In: Eurasia*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
2. Smith, B. 1995. The emergence of agriculture. Scientific American Library. New York.
3. Hill, A.F. 1965. Botánica económica. Omega. Barcelona, España. pp. 326-394.
4. Hughes H.D. *et al.*, 1962. Crop production. Principles and practices. McMillan. N.Y.
5. Maiti R.K. 1997. *Phaseolus* spp: bean science. Science Publishers. USA
6. Robert F, Darrell A. y Nelson J. 1995. An introduction to grassland agriculture. Iowa State University Press.
7. Sundararaj, D. D., G. Thulasidas. 1980. Botany of field crops, Mc Millan. India. pp.9-169.

E. DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LAS PLANTAS ↑

La diversidad biológica o biodiversidad es la variedad y variabilidad de los seres vivos y de los ecosistemas de los que forman parte, es resultado del proceso evolutivo que se expresa en diferentes formas de vida. La biodiversidad tiene tres niveles básicos: el de las especies, que es el nivel más conocido y utilizado (diversidad alfa), el de los genes y el de los ecosistemas. Cada uno de estos niveles es crítico para entender las interrelaciones que mantienen la vida en el planeta.

Desde cualquier punto de vista, la biodiversidad reviste una gran importancia para la humanidad, especialmente desde el económico, un punto de vista que todos comprendemos, pues nos provee desde los satisfactores básicos, como alimentos, ropa, medicamentos, hasta los más complicados al procurarnos las materias primas para su elaboración. La biodiversidad nos presta otros servicios de incalculable valor, pero que, paradójicamente, no se aprecian por la mayor parte de la gente: se trata de los llamados servicios ambientales entre los que destacan el control del clima, el ciclo del agua, la producción de oxígeno y de biomasa, la formación y retención de suelo, el control de inundaciones y el ciclo de nutrientes. La biodiversidad nos brinda, además, servicios intangibles como las experiencias recreativas y estéticas al disfrutar de los maravillosos paisajes que existen en los diversos ecosistemas.

1. Biodiversidad vegetal

La cifra de especies vegetales que existen en la tierra varía según la fuente que se consulte, pero se estima que existen de 270,000 a 500,000 especies vegetales superiores, de las cuales se han identificado o descrito aproximadamente 250,000. Unas 30,000 son comestibles, de las que tan sólo cerca de 7,000 se han cultivado o recolectado en algún momento para consumo alimentario. Sin embargo, a menudo se afirma que sólo 20 especies constituyen el grueso de los cultivos que alimentan al mundo. Estos 20 cultivos aportan el 95 % de la energía (calorías) o las proteínas de la dieta. El trigo, el arroz y el maíz proporcionan más de la mitad de la ingesta energética mundial derivada de las plantas. Otros seis cultivos: el sorgo, el mijo, la papa, la remolacha, la soya y la caña de azúcar llevan esa ingestión energética a un 75 % del total. En un examen del suministro de energía alimentaria a nivel subregional, se destaca un número mayor de cultivos importantes, como el cacahuete, el guandú, las lentejas, el caupí y el ñame.

Los cultivos secundarios, las especies subutilizadas y las especies silvestres son importantes para muchas personas alrededor del mundo, tanto desde un punto de vista nutricional como cultural. Durante las hambrunas, y especialmente en la temporada de hambre que precede a las cosechas, los alimentos silvestres son parte integral de la dieta de numerosos hogares rurales pobres. Mucho queda por saber sobre el pleno potencial de la diversidad biológica, que podría proporcionar una solución a problemas alimentarios actuales o futuros.

2. Diversidad genética

La diversidad genética se define como la variedad en los diferentes tipos de genes en una especie o población. Esencialmente obedece a las modificaciones de la información genética originadas por mutación, recombinación, selección natural, migración y deriva genética. Depende de la historia evolutiva de la especie, del nivel de endocria o endogamia (cruzamiento de individuos emparentados) de la población, de su aislamiento reproductivo y de la selección a favor o en contra de la heterosis. Su función es proporcionar a la especie la capacidad de variar para adaptarse a los cambios en el entorno.

De acuerdo con el manejo de la variabilidad, la diversidad genética puede clasificarse en silvestre y cultivada.

La amplia diversidad genética silvestre se da por procesos naturales, gracias a la cual las poblaciones silvestres garantizan la maduración diferenciada

de las flores femeninas y masculinas, que se refuerza por la presencia de un factor de auto incompatibilidad genética que promueve la reproducción cruzada o alogámica. Asimismo, las especies silvestres ancestrales constituyen un acervo o reservorio genético de gran diversidad.

La supervivencia y adaptación de las poblaciones silvestres depende, en gran medida, de la diversidad genética, por lo que requieren de un número mínimo de individuos dentro de la población que asegure un cierto nivel de exocria y heterosis. Por debajo de este número, las poblaciones se consideran en peligro de extinción debido a que no pueden adaptarse, por medio de selección natural, a los cambios ambientales.

La diversidad genética cultivada se refiere a la que induce el hombre y tiende a ser menor que la de los organismos silvestres, pues en ésta sólo se seleccionan los individuos que muestran los caracteres deseados; sin embargo, en algunas especies cultivadas es mayor que en las poblaciones silvestres porque es el resultado de la domesticación de distintas especies y sus hibridaciones. El proceso de mejoramiento genético crea variedades homogéneas con una diversidad restringida, que alcanza su máxima reducción cuando se reproduce por clonación, lo que hace del cultivo un productor mucho más eficiente, pero más susceptible a problemas sanitarios.

a. La Diversidad Genética de las Plantas y su Aplicación en la Domesticación

La domesticación vegetal es un proceso antiquísimo, inició hace 10,000 años aproximadamente, cuando el hombre empezó a identificar las plantas que le eran útiles para diversos fines y se preocupó por reproducirlas y cultivarlas. Las especies silvestres que fueron sometidas a domesticación conservaron infinidad de características genéticas, mismas que permiten a las plantas silvestres adaptarse a su medio ambiente. Por otro lado, el movimiento de los grupos humanos contribuyó a la dispersión de las especies y a la creación de nuevas variedades, ya que la exposición a ambientes distintos propició nuevas presiones de selección sobre las especies domesticadas. A través de procesos de fertilización cruzada y selección gradual que tomaron largo tiempo, se lograron los cultivos que conocemos y que el hombre continúa mejorando, ahora incluso con nuevas técnicas como la biotecnología.

Cualquier modificación de las características de una planta requiere experimentar con la variabilidad genética existente. Desde el punto de vista del aprovechamiento humano, la diversidad genética en las plantas asegura

una aportación constante de nuevos genes en las poblaciones de plantas cultivadas, así como en aquéllas que están en proceso de domesticación. Del mantenimiento de esta diversidad genética depende el potencial de ampliar el rango de adaptación de los cultivos y la resistencia a las enfermedades, entre otras cosas, ya que los mejoradores y genetistas de plantas seleccionan de esta diversidad las características genéticas que les permiten obtener las variedades más aptas para cultivo y producción. Esta es tan sólo una de las razones por las que la debe evitarse la pérdida de diversidad genética.

b. Erosión Genética

Las especies domesticadas, particularmente los principales cultivos domésticos mantenían una enorme diversidad genética, producto de la evolución y de la intervención humana. Actualmente, una gran cantidad de esta diversidad se ha perdido, según se desprende de los siguientes datos: el 50 % de la superficie dedicada a trigo, en 1970 se sembró con sólo nueve variedades, el 75 % de la superficie de papa con cuatro únicamente, mientras que la superficie de algodón con tres especies; en India, donde alguna vez se utilizaron 30,000 variedades de arroz, el 75 % de la superficie destinada a este cultivo se sembró con 10.

Esta situación se debe a la creación de variedades altamente productivas, preferidas por los agricultores comerciales sobre las variedades tradicionales menos rendidoras. Por otro lado, las compañías productoras de semillas obtienen mayor cantidad de ganancias al producir y vender unas cuantas variedades; sin embargo, estas variedades altamente productoras carecen de diversidad genética, pues la agricultura comercial tiende a incrementar la uniformidad en este renglón, lo que trae como consecuencia la erosión genética.

La erosión genética se define como la pérdida de material genético, que incluye genes individuales o combinaciones genéticas, genotipos y especies. Los factores que ocasionan erosión genética son:

1. La agricultura comercial, que desplaza las variedades tradicionales de alta diversidad. El maíz mexicano puede ilustrar perfectamente esta situación: en México existen, aproximadamente, 41 razas locales, de las cuales el 50 % del germoplasma presenta problemas, pues una raza está prácticamente extinta y seis en peligro de extinción. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos señala que de las 7,098 variedades de manzano utilizadas entre 1804 y 1904 se ha perdido aproximadamente el 86 %; así mismo, al parecer se ha perdido el 91 %

de las variedades de maíz y tomate.

2. La degradación y destrucción de bosques, matorrales y pastizales, lo cual ocasiona la pérdida de plantas silvestres afines a las cultivadas: especies alimenticias, medicinales y forestales. El sobre pastoreo y la explotación excesiva también contribuyen a esta pérdida.
3. En países de Africa y Asia, los disturbios civiles y las guerras son un importante agente de erosión genética.
4. La reglamentación gubernamental de algunos países y algunos esquemas de crédito que obligan al productor a sembrar determinadas variedades, o adoptar nuevos cultivos.
5. La demanda en el mercado de exportación, obliga a que los productores siembren las variedades que se prefieren en los sitios a los que se exporta.
6. Los sistemas de propiedad intelectual que estimulan la agricultura comercial.
7. La biotecnología estrechamente relacionada con la agricultura comercial.

La uniformidad que ocasiona la erosión genética, propicia la susceptibilidad al ataque de una plaga o enfermedad que puede ser funesto para la seguridad alimentaria. El ejemplo clásico del peligro de la uniformidad genética, es el ataque del mildiú de la papa (*Phytophthora infestans*) a los cultivos de este vegetal en Irlanda, en 1840, lo que originó una gran hambruna. Otra consecuencia grave es que la pérdida de diversidad cancela la posibilidad de desarrollar nuevas variedades y la evolución de diversas especies, por ello es necesario proteger la diversidad genética de las plantas agrícolas.

c. Conservación de la Diversidad Genética

Las medidas que toman los países para conservar la diversidad biológica en general, lo que en cierta forma incluye la diversidad genética agrícola, pueden dividirse en tres grandes categorías: conservación *in situ*, conservación *ex situ* y legislación.

- Conservación *in situ*

Son las acciones y estrategias que se realizan en el ecosistema donde se distribuye un organismo. Posiblemente es la mejor estrategia de conservación, ya que permite la adaptación continua de las poblaciones silvestres, gracias a que se mantienen los procesos evolutivos naturales. Entre las estrategias más aceptadas a nivel mundial para este tipo de conservación,

están las áreas naturales protegidas (ANP) que son zonas del territorio a las que se les confiere una categoría de protección, acorde a la legislación de cada país; por lo regular, en estas áreas se evitan o se restringen actividades antropogénicas que pongan en riesgo los recursos que ahí se protegen y los procesos evolutivos que los originan. Esta estrategia funciona para las especies silvestres, pero no para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA), entendiendo éstos como la diversidad del material genético que contienen las variedades tradicionales y los cultivares modernos que siembran los agricultores, así como las plantas silvestres afines a las plantas cultivadas y las especies silvestres de uso agrícola potencial para obtener alimentos, forrajes, medicamentos, fibras, madera, energía, etc. (3).

Elaborar estrategias de conservación *in situ* para los RFAA, requiere de la realización de estudios ecogeográficos y agroecológicos para identificar estos recursos y las zonas donde se distribuyen, para así poder determinar las áreas o ecosistemas a proteger.

La FAO (3) sugiere algunas estrategias de conservación *in situ* para los RFAA que podrían complementar las áreas naturales protegidas:

- Medidas específicas de conservación para las plantas silvestres afines a las cultivadas, y para las productoras de alimentos, particularmente en las zonas protegidas.
- Ordenamiento sustentable de los pastizales, los bosques y otras zonas sometidas a explotación de los recursos. Dado que la mayoría de los RFAA se distribuyen fuera de las áreas naturales protegidas, es necesario que estas zonas sean ordenadas para el uso adecuado de sus recursos, a partir de las necesidades de conservación y de producción, y de las limitantes económicas y sociales existentes.
- Conservación de las variedades locales u otras tradicionales cultivadas en los predios agrícolas y en huertos domésticos. En muchas naciones, especialmente en los países en vías de desarrollo, un gran número de agricultores de escasos recursos conservan, sin proponérselo, a través de sus prácticas agrícolas, la diversidad genética al mantener las variedades locales tradicionales; esto lo realizan al seleccionar de la cosecha semillas que reúnen determinadas características para sembrarlas de nuevo. Sin embargo, estos procesos no están documentados, por lo que en algunos países se han iniciado proyectos concretos para respaldar y fomentar la ordenación, conservación y mejoramiento de los RFAA en los predios agrícolas.

- Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* se realiza fuera del área de distribución del organismo. Esta práctica sólo es posible para una pequeña parte de los organismos, pues es sumamente costosa, y necesariamente involucra una pérdida de diversidad genética, si se considera el pequeño tamaño de la muestra conservada. En el caso de vegetales, una de las estrategias más usuales son los bancos de germoplasma. Actualmente existen en el mundo alrededor de 1300 colecciones (227 en América Latina y el Caribe) que contienen 6.1 millones de muestras por lo que respecta al tipo: el 40 % son cereales y el 15 % legumbres; las raíces, los tubérculos, las frutas y los forrajes representan, cada uno, menos del 10 %. Son pocas las especies medicinales, especias y ornamentales representadas. Dado que no existe un inventario general de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, es difícil determinar el grado de representatividad de la diversidad genética de estas colecciones; por otro lado, muchas carecen de un adecuado sistema de documentación y algunas son deficientes en la caracterización y evaluación de las muestras. Otro grave problema que presentan los bancos de germoplasma, es el acceso a los recursos depositados en ellos; cuando en un país en desarrollo se extingue un variedad local, es difícil que se pueda obtener de un banco de germoplasma, aun cuando el país haya sido donante, entre otras razones, debido a la carencia de información sobre documentación, caracterización y evaluación, a la escasa coordinación de políticas a nivel nacional y a las deficientes relaciones entre el banco y sus usuarios.

Los bancos de germoplasma en el campo son sitios destinados a salvaguardar algunas semillas recalcitrantes y material vegetativo que por sus características, no pueden mantenerse en bancos de germoplasma convencionales. Debido a que se mantienen en condiciones de campo, están expuestos a pérdidas por condiciones ambientales, plagas, enfermedades, etc. Como alternativa para la conservación de este material, se está desarrollando el cultivo de tejido *in vitro*.

Los jardines botánicos constituyen otra opción de conservación *ex situ*. Existen cerca de 1,500 jardines botánicos en el mundo, de los que más del 60 % se localizan en Europa, los Estados Unidos y los países de la extinta URSS; poco más del 10 % son propiedad privada. En ellos se conservan especies ornamentales, medicinales, forestales y plantas silvestres afines a las cultivadas. Casi la mitad de los jardines tienen bancos de germoplasma y algunos poseen germoplasma de especies cultivadas, variedades locales, plantas silvestres alimenticias y para otros usos de utilización local, que

generalmente no están representadas en los bancos de germoplasma; por tal motivo los jardines botánicos desempeñan una importante función complementaria en la conservación de la diversidad genética. Sin embargo, debe reconocerse que el número de muestras conservadas por especie en un jardín botánico es de uno a cinco, por lo que si bien su diversidad interespecífica es alta, la diversidad intraespecífica es muy baja.

- Legislación

La mayoría de los países han creado o modificado leyes y establecido políticas para legislar sobre el uso y protección de los recursos naturales. En México, las leyes que regulan sobre este aspecto son: la ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la ley General de Vida Silvestre (LGVS) y la ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS); también existe en el país la Norma Oficial Mexicana, NOM 059-ECOL-2001, en la que se incluyen las especies nativas de flora y fauna silvestres en alguna categoría de riesgo. Para el tema específico de la biodiversidad, en 1992 se creó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que entre sus funciones tiene conformar y mantener actualizado el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). No obstante, todos estos esfuerzos están encaminados a proteger la biodiversidad silvestre y no la diversidad agrícola, la cual sólo se contempla en la ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

En el ámbito internacional existen diversos esfuerzos liderados por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) encaminados a promover en los países miembro, acciones para la protección de la diversidad genética de las plantas cultivadas. Entre estos esfuerzos se citan:

- Convenio sobre la diversidad biológica, ratificado por 178 países, que entró en vigor el 29 de diciembre de 1993. Reconoce el carácter específico de la biodiversidad agrícola, así como sus características y problemas peculiares que requieren soluciones particulares.
- Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA), de la FAO.
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.
- Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, el primer acuerdo internacional amplio, relativo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura; se aprobó en la conferencia de la FAO,

en 1983, como instrumento para promover la armonía internacional en asuntos relativos al acceso a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Fueron 113 los países los que se adhieron al compromiso, que tiene como finalidad asegurar la prospección, conservación, evaluación y disponibilidad, para el mejoramiento de las plantas para fines científicos, de los recursos fitogenéticos de interés económico y social, particularmente para la agricultura.

- Plan de Acción Mundial para los Recursos Filogenéticos, adoptado por 150 gobiernos en junio de 1996.

México participa en estas acciones internacionales como miembro de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, está adherido al Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica, y realiza control de calidad y certificación de semillas. El país cuenta con un programa nacional oficial, que comprende varias instituciones de carácter sectorial y un mecanismo para coordinar las actividades nacionales relativas a los RFAA; tiene un programa de conservación *ex situ* (almacenamiento a mediano o largo plazo). El programa de mejoramiento de cultivos se considera avanzado. Cuenta con 103,305 muestras en bancos de germoplasma y pertenece a la Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REM), (3).

F. LITERATURA CITADA ↑

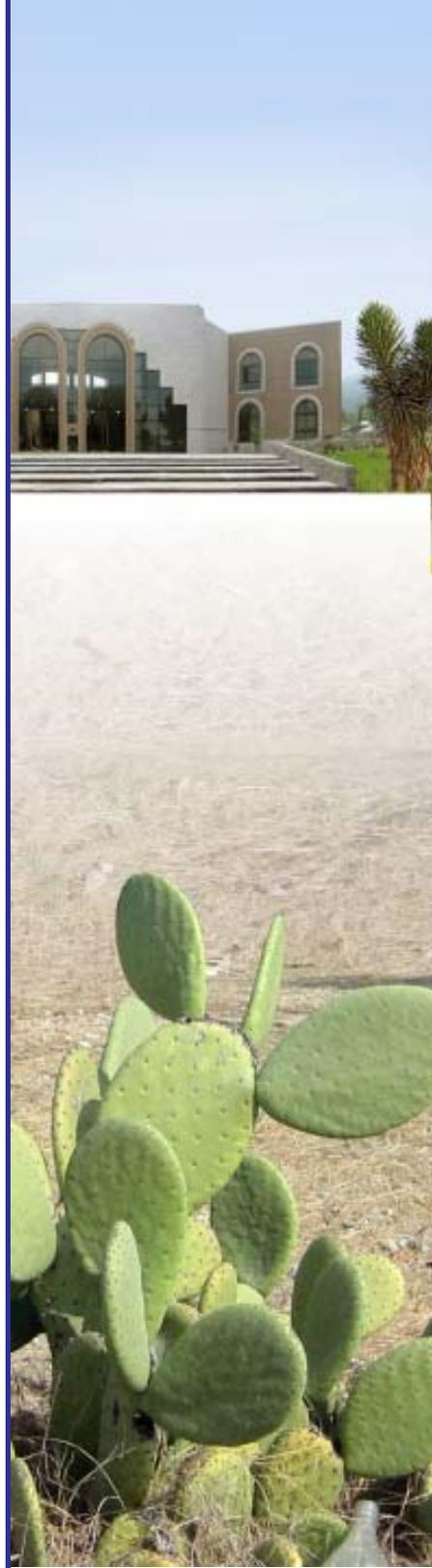
1. Anónimo. 2. Plantas: el nuevo marco para la diversidad biológica. <http://archive.idrc.ca/library/document/102282/chaps2s.html>, consultado el 9 de septiembre de 2006.
2. Consejo de la Comunidad Europea. 2004. Reglamento (Ce) No 1590/2004 del Consejo de 26 de abril de 2004, por el que se establece un programa comunitario relativo a la conservación, caracterización, recolección y utilización de los recursos genéticos del sector agrario y por el que se deroga el reglamento (CE) no. 1467/94. Diario Oficial de la Comunidad Europea. L304, 1-11.
3. FAO 1996. Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo, preparado para la Conferencia Técnica Internacional Sobre los Recursos Filogenéticos. Leipzig, Alemania. 17 al 23 de junio de 1996.
4. Green Facts. Servicio de los ecosistemas. <http://www.greenfacts.org/es/glosario/pqrs/servcios-ecosistemas>, consultado el 9 de septiembre de 2006.

5. Green Peace. Centros de diversidad. La riqueza biológica de los cultivos tradicionales, herencia mundial amenazada por la contaminación genética. México. Benjamín Álvarez Cavaría. 63 p.
6. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/ley180305.html> consultada el 9 de septiembre de 2006.
7. Organización Mundial para la Alimentación. 1991. Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Extracto de la resolución 8/83 del 22º periodo de sesiones de la FAO. Roma. 5 al 23 de noviembre de 1983.
8. Ortega P.R. La erosión genética en maíz en México y sus causas. <http://pewagbiotech.org/events/0929/presentations/ortega.PDF>, consultado el 9 de septiembre de 2006.
9. Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica. 1992. Convenio sobre la diversidad biológica. Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica.
10. Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica. 2004. Opciones para una iniciativa intersectorial sobre diversidad biológica para la alimentación, la nutrición y la salud. Unep/cbd/sbstta/10/13. 2 de noviembre de 2004. Órgano subsidiario de asesoramiento científico, técnico y tecnológico. Décima Reunión. Bangkok. 7 al 11 de febrero de 2005. Tema 6.2 del programa provisional.
11. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2000. How the convention on biological diversity promotes nature and human well-being. Convention on Biological Diversity and United Nations Environmental Programme. Montreal. 20 p.
12. World Wildlife Fund. 1999. Windows on the wild. Biodiversity basics. Acorn Naturalist. USA.
13. Zamudio T. Regulación jurídica de las biotecnologías. Diversidad genética. <http://www.biotech.bioetica.org/clases3-7.htm>, consultado el 9 de septiembre de 2006.

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 2

LAS PLANTAS COMO FUENTE DE ALIMENTOS



*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 2 ↑

LAS PLANTAS COMO FUENTE DE ALIMENTOS

A. LAS CIVILIZACIONES Y LA DOMESTICACIÓN

Cada civilización ha realizado aportes a la domesticación de distintas plantas alimenticias, debido a lo cual se creó un grupo de cultivos de uso generalizado en casi todo el planeta.

Cuadro 1. Clasificación de cultivos de acuerdo a su aporte nutricional

A. Fuentes de carbohidratos

a. Cereales principales

Arroz
Trigo
Maíz
Avena

b. Cereales secundarios

Centeno
Mijo
Sorgo

c. Falsos cereales

Trigo sarraceno
Quínoa o alegría

d. Tuberosas

Papa
Flame
Camote
Yuca

e. Azucareras

Caña de azúcar
Remolacha

B. Fuentes de grasas y aceites

Olivo
Girasol
Cacahuete

Nabo o colza
Soya

Maíz
Algodón

C. Fuentes de proteína

Frijol
Garbanzo negro
Judía lima o mantequilla
Garbanzo
Guisante de pinta negra
Garbanzo de caballo

Haba
Lenteja
Lablab o judía jacinto
Frijol lima
Soya
Judía de burro

Garbanzo verde
Guisante de paloma
Chícharo
Judía terciopelo

D. Fuentes de vitaminas y minerales

a. Frutales

Ciruela dulce
Durazno
Granada
Higo
Limón

Mango
Manzano
Naranja dulce
Nogal
Papaya

Peral
Piña
Plátano
Vid

b. Hortalizas

Ajo
Calabacita
Cebolla
Chayote
Col

Lechuga
Nabo
Pepino
Tomate
Zanahoria

Este grupo constituye la fuente fundamental de nutrimentos para el hombre, ya que le proporciona los nutrientes esenciales: carbohidratos, proteínas,

grasas, minerales y la mayor parte de vitaminas.

En los capítulos subsiguientes se describen diversas plantas alimenticias que forman parte de este grupo de uso generalizado. Se presentan agrupadas según el principal nutriente que aportan, aunque en algunos casos la asociación corresponde más bien al propósito de su cultivo y a la comercialización, dado que la mayor parte de los cultivos aportan más de un nutriente y, en algunos casos, no existe una aporte nutricional prevalente. El Cuadro 1 muestra la clasificación de los cultivos de acuerdo al nutriente que aportan en mayor cantidad.

B. LAS PLANTAS COMO FUENTES DE CARBOHIDRATOS ↑

Los carbohidratos son compuestos de carbón, hidrógeno y oxígeno que poseen la fórmula general $C_n(H_2O)_n$. Se encuentran en las partes estructurales de las plantas y en los tejidos animales como glucosa o glucógeno. Son los productos primarios de la fotosíntesis que utilizan las plantas y los animales para obtener energía. Además de proporcionar la energía para todas las actividades vitales en el ser humano, los carbohidratos contribuyen al ahorro de proteínas, regulan el metabolismo de las grasas, y en pequeña escala, forman parte del peso estructural del organismo.

Los carbohidratos son polihidroxicetonas y polihidroxialdheidos y sus derivados. Se clasifican en simples y complejos. Los simples son azúcares de rápida absorción y proporcionan energía inmediata, como los monosacáridos y los disacáridos. Los monosacáridos, a su vez, se subdividen en pentosas y hexosas; ejemplos de las primeras son la xilosa, un componente de la madera, y la arabinosa que se encuentra en gomas, mucílagos y pectinas. Algunas hexosas de importancia biológica son la glucosa, que se encuentra en los frutos maduros, y la fructuosa o azúcar de las frutas. Dentro de los disacáridos de origen vegetal están la maltosa, que se encuentra en la malta o cebada germinada, y la sacarosa, que se obtiene de la caña de azúcar y de la remolacha. Ambos azúcares son muy solubles en agua.

Los carbohidratos complejos son de absorción más lenta en el organismo y actúan como reserva energética. También se dividen en dos grupos: oligosacáridos y polisacáridos. La rafinosa, que se encuentra en las legumbres, la inulina en diversos tubérculos, y la esteaquiosa, que se halla en la soya, son oligosacáridos. Mientras que ejemplos de polisacáridos son la liquenina (musgos y líquenes), celulosa (diversas plantas) y el almidón, que constituye la molécula de almacenamiento más importante en las

plantas y una fuente de energía en la dieta animal y humana. Los tubérculos como la papa y los cereales, son la fuente característica de este carbohidrato.

1. Cereales

El término cereal se deriva del nombre de la deidad romana Ceres, diosa de la cosecha. En la época del Imperio Romano, en cada cosecha se hacía un festival en honor a Ceres. El trigo y la cebada constituían parte de las ofrendas, las cuales eran llamadas Cerealia Munera; consecuentemente, los granos que se usaban como alimento, especialmente los que se empleaban para elaborar pan, se les llamaba cerealia o cereales, término que generalmente se aplica a los granos que se obtienen de los miembros de la familia Poaceae, los cuales tienen como característica común, un fruto en cariósido.

Los cereales son la principal fuente de alimento tanto para el hombre como para los animales domésticos, por lo que se han usado desde las civilizaciones más antiguas. El trigo se cultivaba en los valles del Tigris y el Eufrates, y el arroz fue la base de la gran civilización china.

Los cereales se caracterizan por presentar un sistema radicular fibroso y superficial, hábito de ahijamiento, hojas basales envainantes e inflorescencia en forma de panícula. Las raíces primarias se desarrollan a partir de la radícula y son de corta vida; a menudo se desarrollan raíces adventicias y fibrosas que persisten y son funcionales durante el tiempo de vida del cultivo. El hábito de ahijamiento puede suprimirse, como en el caso del maíz y del sorgo de la India. Las cañas están generalmente envueltas por las bases de las hojas y los nudos pueden estar expuestos o cubiertos. Las lígulas están invariablemente presentes, excepto en el mijo del corral.

Las espiguillas son la última unidad de la inflorescencia que puede nacer de la panícula, ya sea libre y laxa, o compacta y comprimida. Las flores en la espiguilla pueden variar desde una, como en el arroz, o numerosas, como en el trigo. Los frutos, generalmente conocidos como granos, son las cariósidos, las cuales pueden estar completamente envueltas por las glumas, como en el caso del arroz; parcialmente insertadas, como en el sorgo; o completamente expuestas, como en el maíz.

Son muchas las razones que pueden darse en favor de la importancia de los cereales, entre otras: se cultivan en una amplia diversidad de climas; con excepción del arroz, tienen bajos requerimientos de agua; necesitan poco laboreo; proporcionan gran rendimiento; son fáciles de transportar y pueden almacenarse por un largo período de tiempo a causa de su bajo

contenido de agua y, esencialmente, por su alto valor nutritivo; son ricos en carbohidratos, más que ningún otro alimento, y tienen una alta cantidad de proteínas.

Dentro del grupo de los cereales destacan: arroz, maíz, trigo, sorgo, centeno, avena, mijo, cebada y arroz silvestre. Los tres primeros son los más importantes, tanto por su valor alimenticio como por su producción y superficie cultivada (14).

a. Arroz (*Oryza sativa* L., Poaceae)

Es una planta de tallos erguidos, cilíndricos, con tres o cuatro nudos, hojas lineales, plantas, lanceoladas, agudas, glabro, denticuladas, muy ásperas en los bordes; panícula terminal, de espiguillas cortamente pediceladas, provistas de una sola flor hermafrodita; cada espiguilla tiene dos glumas exteriores y dos glumillas superiores plegado-aquilladas; seis estambres; estilos cortos, apenas soldados a la base, de estigmas plumosos; fruto libre, blanco, criáceo, comprimido, glabro o pubescente.

- Origen

Es uno de los cultivos más antiguos, sin embargo, no existe documento que indique cuándo empezó a cultivarse. La teoría más aceptada en la actualidad, propone que el arroz no tuvo origen en un sólo país, sino en una vasta región de Asia. *Oryza sativa* L aporta pruebas en este sentido, ya que se encontró tanto en India como en el sureste asiático. Aunque el origen exacto se desconoce, puede suponerse que su cultivo comenzó en el sur y este de Asia, de donde fue llevado hacia el norte, para posteriormente extenderse al archipiélago Malayo y de allí a Indonesia. En Pakistán fueron encontrados granos de arroz en recipientes de barro cocido que datan del año 2,500 a.n.e., lo que indica que el arroz era ya un alimento importante en esas épocas. En Java se cultivaba desde 1,084 a.n.e.

En el continente europeo se cultivó por primera vez en Italia, el año de 1468. Mientras que en América se sembró en Carolina del Sur en 1604. Durante la prehistoria, en el continente americano se utilizó alguna variedad de arroz silvestre, según un hallazgo en la región del Mississippi de recipientes de barro cocido para desgranar semillas, que contenían granos de arroz silvestre; sin embargo, este caso es único y no se ha podido establecer ningún otro en el resto del continente.

- Importancia económica y distribución

Por la extensión de la superficie en que se siembra y la cantidad de gente

que depende de él, el arroz es el cultivo de mayor importancia mundial; constituye el principal alimento para cerca de la mitad de la población mundial, lo que no es exagerado si se tiene en cuenta que los países que lo consumen en mayor cantidad son los más densamente poblados: China, India, Japón y Java, entre otros; no obstante, por la superficie cosechada, es el segundo cereal del mundo después del trigo. El año 2000, este cultivo se sembró en un total de 145'391,000 ha y la producción que se obtuvo fue de 399'779,000 ton.

Aunque el arroz es el principal cultivo en muchos países tropicales, también se siembra en áreas templadas, desde el nivel del mar hasta los 2,000 m de altitud. Su cultivo se realiza desde los 40° S a los 45° N. Los principales países productores son: India, Pakistán, China, Tailandia, Japón, Filipinas, y recientemente Rusia y Estados Unidos.

En México es un cultivo de relativa importancia, que se siembra principalmente en regiones tropicales. En 2004 se sembraron 67,075 ha, lo que correspondió al 0.3 % del total nacional; la producción que se obtuvo fue de 278,540 ton, que generó un valor de producción de \$505,999.982.00, cifra equivalente al 0.24 % del valor de la producción nacional. Los estados más importantes en cuanto a superficie cosechada fueron: Campeche, Veracruz, Nayarit y Michoacán (34).

- Valor nutricional y usos

El arroz tiene un alto contenido de carbohidratos, aunque su contenido de proteínas es menor que el del trigo, maíz y sorgo; es una buena fuente de aminoácidos esenciales, tiamina, riboflavina y niacina así como de minerales, especialmente P (2).

- Variedades

Existen numerosas variedades de arroz que se clasifican según al tamaño del grano, en grano largo, grano medio y grano corto. El arroz de grano largo representa el 85 % del comercio mundial de este cereal (25).

- Requerimientos de cultivo

El arroz es una planta hidrófila, comúnmente cultivada en hábitat semiacuático; sin embargo, existen variedades que pueden crecer bajo condiciones secas o semisecas. Para una función fisiológica eficiente, es conveniente usar saturación de agua en el suelo. Requiere de una lámina de riego de alrededor de 1.90 m y de temperaturas entre 21° y 35°C durante su época de crecimiento; la óptima es alrededor de los 25°C. Las bajas

temperaturas y la excesiva elevación de los terrenos, retardan la floración y la maduración. Puede desarrollarse en distintos tipos de suelo, siempre y cuando tengan una alta capacidad de retención de humedad. Los suelos aluviales con subsuelo impermeable son ideales. Resiste un pH entre 4.5 y 8.5, aunque el rango más favorable es entre 5.5 y 7.5. En general no tolera la salinidad.

b. Maíz (*Zea mays* L., Poaceae)

El maíz es una planta alta con hojas amplias. Flores masculinas en una vistosa panoja terminal, largamente pedunculada, y las femeninas en una o más espigas solitarias y axilares, con numerosos estilos muy salientes y colgantes después de la floración, (barbas), largas, gruesas, y enteramente cubiertas de vainas coriáceas, imbricadas en la madurez. Espiguillas monoicas: las masculinas bifloras y geminadas (bifolioladas); las femeninas muy numerosas, unifloras y longitudinalmente multiseriadas en una gran espiga axilar, envuelta en vainas coriáceas y amplias, llamadas en México totomostle. Las espiguillas masculinas son desigualmente pediceladas en cada par, tienen dos glumas exteriores más grandes, dos interiores y poseen tres estambres. Las espiguillas femeninas son sensibles y densamente imbricadas en series longitudinales, alrededor de un grueso raquis inarticulado, conocido como olote; tienen tres glumas membranosas, hialinas, casi herbáceas, indivisas, con estilo muy largamente filiforme; cariósipide subgloboso y duro, acompañado, en su base, por las glumas y glumillas ajadas, excepto en *Zea mays* L. var. *tunicata* Larrañaga ex A. St. Hil.

- Origen

El maíz es el único cereal originario del Nuevo Mundo; su centro de origen está en América. Existen innumerables indicios arqueológicos e históricos que indican que este cultivo fue la base de la alimentación de una gran parte de la población de la América precolombina, desde el actual Canadá hasta la Patagonia. Se sabe que, en algunas culturas precolombinas como la Maya, la Andina, y la Azteca, el maíz se utilizó en la celebración de rituales religiosos. En este sentido se han encontrado granos en tumbas incas del Perú, mientras que en cuevas de Arizona se han hallado mazorcas de más de 4,000 años.

En México existen diversos hallazgos: en las excavaciones de las cuevas del Valle de Tehuacan se localizaron más de 4,000 especímenes de maíz; la secuencia comienza con 71 pequeñas mazorcas colectadas en los niveles

más bajos de la cueva de San Marcos, y continúa en los niveles más profundos de la cueva de Coxcatlán, en contextos considerados de una edad de 550 a 7,000 años. Estas mazorcas, que representan el maíz más antiguo y más primitivo recuperado en el continente, miden menos de 20 mm. Morfológicamente son bastante uniformes pues muestran ocho filas cortas de seis a nueve granos cada una. Los granos individuales están encerrados parcialmente en glumas largas y suaves.

El primer maíz primitivo de las cuevas del Valle de Tehuacan fue domesticado, lo que indica que su supervivencia de una temporada a la siguiente dependía de la intervención activa del hombre, al extraer los granos de las pequeñas mazorcas y almacenarlos como reserva de semillas para la siembra siguiente. Existen evidencias que indican que un maíz palomero de grano pequeño, similar al maíz de Tehuacan, fue llevado en un viaje de 3,000 km, desde su supuesto centro de origen en la Cuenca del Balsas, en el suroeste de México, hasta América del sur, entre los años 1,000 y 8,000 antes de nuestra era.

En 1954, geólogos de un grupo que realizaba excavaciones en el subsuelo de la ciudad de México, descubrieron los fósiles de diecinueve granos de polen de maíz. Los análisis estimaron su antigüedad en más de ochenta mil años; este hallazgo confirmó la procedencia americana del maíz.

No se sabe con exactitud cuáles son los antepasados de este cultivo. Algunos estudios llevaron a suponer que descende de un híbrido del teosinte *Zea mexicana* (Schrud.) Kuntze y una planta silvestre desconocida. Reeves y Mangelsdorf (1942) consideran que el teosinte no puede ser el ancestro del maíz y que la primera forma cultivada debió derivarse de una mutación de la forma silvestre del maíz tunicado, en las laderas occidentales de Los Andes, en Sudamérica.

Resultados de otras investigaciones indican que el maíz no existió nunca en estado silvestre, sino que es consecuencia de siglos de agricultura (se calcula que su antigüedad se remonta a cinco mil años). Una hipótesis surgida alrededor de los años 70, sostiene que la planta actual habría resultado de sucesivas mutaciones sufridas por un antepasado del maíz, el teosinte.

Eubanks, al investigar la genética de variedades de pastos silvestres, observó la similitud que existía entre la estructura de los cromosomas de dos especies: *Zea diploperennis* L. un pariente del teosinte, y otro pasto común, *Tripsacum dactyloides* (L.) L., conocido como arrocillo o maicillo.

Después de realizar un cruzamiento entre las dos especies, se obtuvo una planta cuyas pequeñas mazorcas eran muy parecidas a las encontradas en una cueva de Tehuacan. Según estos resultados, el maíz habría surgido del cruzamiento espontáneo entre estas dos especies.

- Importancia económica y distribución

El maíz es de gran importancia mundial ya sea como alimento humano, para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales (29). Es un elemento primordial en la dieta del mexicano, pues su consumo *per capita* es de 183.4 kg, mientras que el promedio mundial es de 86.6 kg. Se cultiva en más de 140 millones de ha (FAO 1999, en 29), con una producción mundial anual de más de 580 millones de toneladas métricas. Por su producción, es el segundo cultivo del mundo después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar (29); es, además, el primer cereal en rendimiento de grano por ha.

Aun cuando es de origen tropical, actualmente se cultiva hasta los 58° latitud Norte en Canadá y Rusia, y hasta los 40° latitud Sur en Argentina y Chile; en altitudes que van desde por debajo del nivel del mar, en las planicies del Caspio, hasta los 3,800 msnm en la cordillera de Los Andes (29).

Dependiendo de la latitud y el ambiente en que se cultiva, el maíz se clasifica de manera general en tropical y templado. El maíz tropical se cultiva en climas cálidos, entre la línea ecuatorial y los 30° de latitud Norte y Sur. El maíz templado se produce en climas más fríos, por encima de los 34° latitud Sur y Norte. Los maíces sub tropicales crecen entre las latitudes 30° a 34° de ambos hemisferios (26). El rendimiento medio del maíz en los trópicos, es de 1,800 kg/ha, en tanto que en las zonas templadas es de 7,000 kg/ha; mientras que el rendimiento medio mundial es de 4,000 kg/ha. (CIMMYT, 1994 en 29).

Los principales países productores durante el 2000 fueron: Estados Unidos, Brasil, México, India, SudAfrica y Francia. Estados Unidos, la República Popular de China y Brasil producen la mayor cantidad de maíz que corresponde, aproximadamente, al 73 % de la producción anual global.

En México se siembra en todo el país. Es el cultivo que ocupa mayor superficie, aun cuando desde hace varios años presenta una tendencia a la reducción. En el 2004 se sembraron un total de 8'403,640 ha (aproximadamente el 38 % del total nacional), de las que se obtuvieron 21'685,833 ton, lo que generó un valor de producción de \$36'401,628.234.00

correspondiente al 17 % del total nacional. Los principales estados por superficie cosechada son: Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Guanajuato y Chiapas (34).

Debido a su importancia como alimento humano y animal, es previsible que la demanda de maíz crezca en las próximas décadas en los países en desarrollo a una tasa mayor que la del trigo o la del arroz (29).

- Valor nutricional y usos

El maíz tiene un alto contenido de carbohidratos, buen contenido de proteínas y pocas grasas; es fuente de Mg y vitaminas B1 y B7. Cuando se consume en forma de tortilla, aporta gran cantidad de Ca. Además de consumirse directamente, se aprovecha como grano y forraje. El maíz dulce se usa como verdura y en confituras. A partir de esta planta se obtienen productos como almidón, jarabe, dextrinas y alcohol industrial, así como aceites y bebidas alcohólicas, ocupa un importante lugar en la biotecnología, en especial por su almidón transformable en glucosa y luego en fructosa, que se usa en la industria como edulcorante, y por el aceite comestible que se extrae del embrión o el germen. En 2003 se obtuvo un polímero útil en la producción de fibras textiles mismo que se comercializa con el nombre de Sorona.

- Variedades

Se distinguen siete clases que se diferencian por la naturaleza del endospermo y la forma de los granos: maíz vestido, harinero, palomero, dulce, pedernal, ceroso y diente. Las variedades se distinguen también por el color del grano: blanco, amarillo, azul, morado, rojo y negro.

- Requerimientos de cultivo

El período de crecimiento del maíz oscila entre 90 y 150 días, según la variedad. La temperatura media óptima para su cultivo es de 24° C, ya que a temperaturas inferiores a 13° C disminuye su desarrollo; para que alcance un buen rendimiento, demanda un promedio de 550 mm de agua y la temporada lluviosa debe ser en verano. Necesita una alta cantidad de días despejados, por lo que un excesivo período nublado le es perjudicial. Los mejores suelos para su cultivo son los aluviales, de buen drenaje y con alto contenido de nitrógeno y materia orgánica, que tengan buena capacidad de retención de humedad.

c. Trigo (*Triticum aestivum* L., Poaceae)

El trigo es una planta erguida y anual, de hojas planas y espiga terminal

cilíndrica o alargada; espiguillas comprimidas, sensibles y solitarias, con dos a cinco flores; fruto ovoideo u oblongo, generalmente velludo en el ápice, con un surco angosto en la parte ventral, incluso en las glumillas, pero libre de ellas en la parte interior.

- Origen

Al parecer es uno de los cultivos más antiguos, pues se han encontrado restos de granos carbonizados con una antigüedad de 6,700 años, en Irak. Mangeldorf sugiere que se originó en el área Cáucaso-Turquia-Irak; del cruzamiento del pasto (*Aegilops squarrosa*) con el trigo persa, el cual a su vez se originó del cruzamiento de gramíneas y pastos silvestres.

Vavilov considera que el trigo tiene un origen múltiple: los trigos blandos proceden de las montañas de Afganistán y del sudoeste del Himalaya; los trigos duros de Abisinia, Argelia y Grecia, al igual que el centeno y la cebada.

El trigo se originó de pastos silvestres en las regiones del Medio Oriente, Cercano Oriente y Mediterráneo Oriental. Estos pastos estaban muy bien adaptados a las condiciones semiáridas de las estepas, caracterizadas por la presencia de lluvias en invierno y por veranos secos. Estas plantas se desarrollaban bien con la humedad de otoño-invierno, y alcanzaban la madurez al final de la primavera o inicio del verano.

El trigo fue probablemente domesticado alrededor del año 1,000 ó 1,500 a.C., en una zona conocida como el Valle Fértil, un valle montañoso en la región superior de la cuenca del sistema Tigris-Eufrates.

La domesticación del trigo así como de la cebada y algunas leguminosas de la región, determinó la evolución de los asentamientos humanos en esa zona. El potencial de un alimento de alto nivel de energía y calidad, hizo posibles estos asentamientos. La disponibilidad de pastos de gran tamaño, con espigas de granos grandes, propició la expansión y crecimiento de la civilización asiática occidental, que derivó en la civilización egipcia en un principio, y en la de Europa occidental, posteriormente.

Los dos pasos básicos para la domesticación de estos pastos silvestres fueron: la selección de las plantas que mostraban un menor grado de fragilidad en las espigas, y la selección de plantas con granos que proveían de una mayor cantidad de almidón y proteínas; adicionalmente se incorporó un tercer paso: la selección de plantas cuyas semillas pudieran

separarse fácilmente de éstas, y que quedaran desnudas o libres, justamente como en los trigos actuales.

Al parecer, la recolección del trigo fue, primeramente, para alimentar al ganado y utilizar la paja como componente para la fabricación del adobe. Posteriormente, el cultivo del trigo se diseminó en todas direcciones, desde el Medio Oriente, y alcanzó todos los continentes. Ahora representa uno de los componentes esenciales de la alimentación humana (13).

- Importancia económica y distribución

Es el cereal más importante de las regiones templadas y la primera planta alimenticia del mundo; ocupa el primer lugar (26) en superficie cosechada y producción. Las principales regiones productoras de este cereal son: las llanuras meridionales de Rusia y el Danubio, países mediterráneos, noroeste de Europa, llanuras centrales de Estados Unidos y Canadá, cuenca del río Columbia, noreste de India, zonas centrales de China y Argentina, y el sureste de Australia.

En 1980 se sembró un total de 237'355,000 ha en el mundo, que produjeron 444'534,000 ton (más que ningún otro cereal). Los principales países productores ese año fueron: Rusia, Estados Unidos, India y Canadá.

En México, durante el 2004 se sembraron 535,121 ha (el 2 % de la superficie sembrada) y se obtuvo una producción de 2'321,223 ton, con un valor de \$ 3,851'672,798.00, que corresponde al 1.8 % del valor total de la producción nacional. Los principales estados productores fueron: Sonora, Guanajuato, Baja California, Michoacán y Jalisco (34).

- Valor nutricional y usos

El trigo posee un alto contenido de carbohidratos y proteínas, y proporciona además lípidos y minerales. El germen de trigo es rico en vitamina E, aporta ácido linoleico, fosfolípidos, aminoácidos y su contenido proteico es superior al de la carne, pescado y huevo.

El principal producto del trigo es la harina para pan. La planta tiene características muy adecuadas para la elaboración de este producto, ya que posee un gluten muy elástico. Con derivados del trigo se elaboran además harina para pastas, materias primas para cerveza y alcohol industrial. Cuando el trigo se transforma en harina, del 20 al 30 % del peso total del grano es salvado, que es de más alto valor protéico que el grano en sí.

- Variedades

Se reconocen ocho clases de trigo cultivado (Cuadro 2)

Cuadro 2. Variedades de trigo cultivado

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Trigo de un grano	<i>Triticum monococcum</i> L.	Trigo panero	<i>Triticum aestivum</i> L.
Trigo polaco	<i>Triticum turgidum</i> L. ssp. <i>polonicum</i> (L.) Thell.	Trigo piña	<i>Triticum aestivum</i> L. ssp. <i>compactum</i> (Host) MacKey
Trigo duro	<i>Triticum turgidum</i> L. ssp. <i>durum</i> (Desf.) Husn.	Trigo emmer	<i>Triticum turgidum</i> L. ssp. <i>dicoccum</i> Schrank ex Schübler
Trigo espelta	<i>Triticum suelta</i> L.	Trigo poulard o remache	<i>Triticum turgidum</i> L.

- Requerimientos del cultivo

El trigo se puede desarrollar en una amplia variedad de climas, desde los secos hasta los húmedos. Requiere de una precipitación de hasta 790 mm anuales. Le favorece el clima templado, con estación fría bien definida, para evitar el ataque de plagas. Es muy sensible en su etapa de plántula, por lo que necesita de temperaturas moderadas. Prospera en suelos aluviales de textura arcillosa o limosa, buena estructura y moderada capacidad de retención de agua; con pH de 6 a 8.5, requiere de cal, N, P y K. Según su ciclo de desarrollo, los trigos se clasifican en: trigo de primavera, que se cultiva en marzo y se cosecha en agosto o septiembre y requiere de una estación de crecimiento de por lo menos cien días; trigo de invierno, que se siembra en septiembre y se cosecha en julio, en regiones con buen régimen de lluvias (o provistas de riego) y con invierno poco severo, es de crecimiento lento y produce mejores rendimientos que el trigo de primavera.

d. Sorgo (*Sorghum vulgare* Pers., Poaceae)

Existen siete especies de sorgo, de las cuales la que más se usa es *Sorghum vulgare* Pers. Aun cuando es una planta perenne, se trata como planta anual; es robusta, de 0.90 a 4.50 m, hojas planas, largas y anchas; la inflorescencia en espiga o panícula compacta; espiguilla sésil con tres glumas vacías.

- Origen

Algunos autores plantean el origen del sorgo en los países africanos, aunque

Harlan y algunas evidencias botánicas presentan al sorgo como originario de un área cercana al Lago Chad, en Africa. Estas áreas representan la diversidad y abundancia de las especies silvestres, así como la presencia de una raza bicolor. Snowdon cree que el sorgo tiene un origen diferente al de los otros tipos. Mann por su parte, presentó evidencias en la que el sorgo evolucionó y fue el primer cereal domesticado en el noreste africano. Los patrones presentes de distribución de las razas silvestres y cultivadas dan fuertes indicios de su patrón evolutivo y de domesticación.

La domesticación del sorgo se inició por cambios alelomórficos en sólo dos localidades, que resultaron de diferentes presiones de selección, a partir de la innovación de las técnicas de cultivo. El sorgo silvestre esparce sus semillas por la abertura de los nódulos. El paso esencial para la domesticación fue la cosecha de inflorescencias y el uso del grano para sembrar. Los componentes del raquis han permanecido intactos y han tenido una ventaja selectiva para su domesticación. En un corto lapso, los caracteres recesivos se fijaron hasta completar el proceso de domesticación, el cual ha continuado por cientos de años mediante selección artificial, lo que ha incrementado la diversidad del tipo de grano.

El sorgo fue una de las primeras especies cultivadas por el hombre; en India y Asiria se cultivó 700 años a.C. En Egipto se conocía antes del año 2,200 a.C. Aparentemente llegó a China el siglo XIII. El sorgo, como cultivo doméstico, llegó a Europa hacia el año 60 a.C., pero su uso nunca se extendió en el continente. El cultivo de sorgo se introdujo en América y Australia hace 1,000 años, aproximadamente. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio occidental en barcos de esclavos, procedentes de Africa (14).

- Importancia económica y distribución

El sorgo es uno de los cinco cereales de mayor importancia en el mundo después del trigo, el arroz, el maíz y la cebada. Su demanda para alimentación animal se concentra en los países desarrollados y en los países en desarrollo. Estados Unidos, México y Japón, seguidos de Argentina, son los principales consumidores. Los países de la ex Unión Soviética y Venezuela absorben más del 80 % de la producción mundial de sorgo para consumo animal (6).

El sorgo es esencialmente un cultivo de los trópicos, aunque se distribuye en latitudes hasta de 45° de latitud Norte y Sur. Se desarrolla extensivamente en India, Africa, China, Manchuria; en Asia menor, en Irán, Japón, Corea;

en Centro y Sudamérica, Estados Unidos y Australia.

El área cultivada de sorgo en 2002, 42'103,351 ha representó el 5.5 % de la superficie mundial cultivada con cereales, con una producción de 55'340,825 ton. En México se siembra en casi todas las entidades federativas. Los principales estados productores son: Tamaulipas, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Sinaloa. La superficie que se sembró durante 2004 fue de 1'953,720 ha, el 8.9 % del total nacional. La producción fue de 7'004,354 ton, con un valor de \$ 9'308,132,310.00. El 4.4 % del valor de la producción nacional (34).

- Valor nutricional y usos

El sorgo es una planta con una amplia variedad de usos. En diversos países de Africa, así como en China e India, constituye un alimento básico para millones de personas. En el Continente Americano y Oceanía es un importante alimento forrajero. También se usa en la producción de escobas y cepillos. Su valor nutritivo puede compararse con el del maíz y del trigo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valor nutritivo del sorgo comparado con trigo y maíz

	Sorgo	Trigo	Maíz
Carbohidratos	70.0%	71%	71%
Proteínas	13.0%	12.5%	10.5%
Fibras	3.0%	2.0%	5.0%
Ceniza	2.0%	2.0%	1.5%
Agua	9.0%	10.5%	10.0%

- Variedades

A partir de su ciclo de desarrollo, se distinguen cuatro variedades de sorgo: tardías, media, precoces y muy precoces. En los Estados Unidos se cultivan cuatro clases de sorgo: los sorgos de hierba, tales como el Sudán (*Sorghum* L. var. *sudanensis* (Piper) Hitchc.) y el Túnez (*Sorghum virgatum* Hack.) Stapf), que se utilizan exclusivamente para pasto y forraje; los sorgos de escoba que se emplean en la fabricación de cepillos; los sorgos de jarabe, usados como forraje y para elaborar jarabe; o los sorgos de grano no azucarados, que se cultivan por el grano y hasta cierto punto para forraje.

- Requerimientos de cultivo

Prospera en climas áridos y semiáridos, en donde la precipitación es de 400

a 600 mm anuales debido a su extenso sistema radicular superficial, al gran poder de absorción de sus raíces y a la facultad de sus hojas de enrollarse en tiempo seco, lo que disminuye la pérdida de agua por transpiración. La temperatura óptima para su crecimiento es de 26° C, pero soporta máximas de hasta 40° C y mínimas de 15° C; puede crecer en regiones templadas, con verano cálido. Requiere suelos de textura limosa y de buena fertilidad, con pH entre 5.6 y 8.5; fuera de este rango no prospera. No tolera el exceso de humedad, por lo que demanda suelos con buen drenaje; florece temprano, cuando los días son cortos, por lo que se considera una planta de foto período corto.

e. Centeno (*Secale cereale* L., Poaceae)

Es una gramínea anual de hojas planas y espiga terminal, densa, con el raquis continuo o articulado; espiguillas bifloras, sésiles, comprimidas y solitarias en las excavaciones del raquis; glumas angostas, rígidas, puntiagudas o casi aristadas.

- Origen

El origen del centeno es más reciente que el de los demás cereales. Se cree que fue uno de los cultivos secundarios que acompañó a los principales como mala hierba. Según algunas autoridades, la especie originaria es *Secale montanum* Guss., planta silvestre de Afganistán y Turquestán; otros piensan que procede de *Secale anatolicum* Boiss., planta nativa del Asia menor. De cualquier forma, puede considerarse como planta de los mares Negro y Caspio.

- Importancia económica y distribución

El centeno es, básicamente, un cereal de producción regional, pues el 90 % de la producción mundial se obtiene y consume en el continente europeo. La superficie sembrada y la producción tienden a disminuir; en el último quinquenio se sembraron entre 9 y 7 millones de ha. Los principales países productores son Rusia, Alemania y Polonia (3).

En México es un cultivo de escasa importancia: en 2004 se sembraron 133 ha y se cosecharon 4733 ton, con un valor de producción de \$1'157,520.00 (34).

- Valor nutricional y usos

Su valor proteínico es menor que el de otros cereales. Se usa principalmente para elaborar pan, ya que el grano contiene un gluten bastante adecuado

para tal fin. En América se aprovecha más como forraje. De hecho, en los Estados Unidos dos terceras partes de su producción se utilizan como alimento para el ganado. El grano sirve también como materia prima para la elaboración de whisky o alcohol.

- Variedades

Existen diversas variedades que se clasifican, según su ciclo de desarrollo, en variedades de primavera y de verano.

- Requerimientos de cultivo

El centeno es una gramínea bastante adaptable, que proporciona buenas cosechas en regiones de invierno riguroso y en terrenos de aptitud considerable. Así mismo, prospera en suelos pobres de regiones áridas. Con todo, su rendimiento es mayor en suelos fértiles y climas benignos.

f. Avena (*Avena sativa* L., Poaceae)

Planta anual de tallos delgados, huecos y nudosos, provistos de algunas hojas estrechas. Panoja amplia, radiada en todas direcciones, espiguillas bifloras, con una arista más larga que ellas.

- Origen

Esta planta no se ha encontrado en forma silvestre, por lo que resulta complicado establecer su origen; probablemente es tan antigua como el trigo o la cebada. Se cree que pudo tener un origen múltiple. Los griegos (en el siglo IV a.C.) posiblemente la introdujeron de Asia menor y la utilizaron como alimento. Quizás, al igual que la cebada, la avena se originó como un cultivo secundario: primero apareció como mala hierba y luego se cultivó por motivos económicos. Algunos autores consideran la *Avena fatua* L. y *Avena brevis* Roth como posibles antepasados de las formas cultivadas. Los restos más antiguos de avena cultivada se localizan en Europa Central y están datados como de la Edad de Bronce (22).

- Importancia económica y distribución

Se le considera el cereal de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte; es esencialmente un cultivo de zonas templadas frías, ya que se adapta mejor a climas frescos y húmedos. Puede cultivarse en latitudes septentrionales hasta los 65° (como en Noruega) o a los 69° (como en Alaska). Los principales países productores de avena son: Rusia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia y Australia.

En México se siembra principalmente en la región norte. En 2004 se sembró en 87,482 ha (0.4 % de la superficie nacional) que produjeron 98,870 ton, con un valor de producción de \$218'272,492.00 (0.1 % del total nacional). Los principales estados productores fueron: Chihuahua, México, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí (34).

- Variedades

Existe una amplia diversidad de variedades que se adaptan a un rango de condiciones climáticas muy distintas.

- Valor nutricional y usos

La avena es el cereal más nutritivo debido a su alto contenido en grasas, proteínas y minerales: contiene 13.8 % de proteínas, 4.3 % de grasas, 66.4 % de carbohidratos y 12.2 % de fibra cruda. Es esencialmente un cultivo forrajero, pues se calcula que el 90 % se utiliza para ese fin, aunque también se elaboran algunos productos, como harina para galletas y cereales.

- Requerimientos de cultivo

La mayoría de las variedades importantes prosperan en zonas con precipitaciones entre 380 y 460 mm anuales. En general, la avena se adapta mejor a regiones de clima frío, ya que en regiones cálidas no prospera adecuadamente. Debido a que su sistema radicular es corto, no requiere de suelos profundos; necesita texturas de arcillosas a franco-arenosas; no tolera la inundación, por lo que el drenaje interno debe ser bueno; su pH óptimo va de 5.7 a 7; soporta ligeras cantidades de Na y sales (22).

g. Mijo

Este término se aplica a una gran variedad de gramíneas de semilla pequeña, entre las que se incluyen: mijo cola de zorra (*Setaria italica* (L.) P. Beauv), mijo de pan (*Panicum miliaceum* L.), mijo rabo de gato o mijo perla (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), Ragi o mijo digitado (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), mijo de corral (*Echinochloa colona* (L.) Link y el mijo Kodo (*Paspalum scrobiculatum* L.)

El mijo es un cereal que se utiliza tanto para alimento humano, como para forraje; en el primer caso, un tercio de la población mundial lo utiliza como alimento. Constituye una de las fuentes principales de energía, proteínas, vitaminas y minerales para millones de habitantes de Asia y Africa. Es uno de los cereales más antiguos, en China se emplea desde el año 2,700 a.C.

Los centros de origen de los diferentes mijos se encuentran en Africa occidental tropical, Uganda o región vecina, Asia Central, Oriental y Sudoriental, Japón e India. (14).

El mijo como el sorgo se cultiva en suelos donde otros cultivos no prosperan o rinden poco, generalmente con poco agua y sin fertilizantes u otros insumos (14); es muy resistente a la sequía, pero muy sensibles al frío, por lo que debe sembrarse cuando haya desaparecido el peligro de heladas. En India se siembran más de 16'187,200 ha, y en Estados Unidos su cosecha puede compararse a la del trigo.

- Mijo cola de zorro (*Setaria italica* (L.) P. Beauv, Poaceae)

La altura de la planta varía de 1 a 1.5 m. Su inflorescencia es una espiga compacta, provista de numerosas aristas más o menos largas; en un grupo las espigas son cortas, gruesas y erectas, mientras que en otro son largas y colgantes. El color del grano es variable. Mil semillas pesan aproximadamente 2 g.

- Origen

El origen de este mijo es incierto. Algunos autores se inclinan por el *Setaria viridis* (L.) P. Beauv, como su ancestro. Es probable que proceda de Asia Oriental (China). Debió de empezarse a cultivar en oriente hace miles de años, pues era una de las cinco plantas sagradas de la China en el año 1,200 a.C. (14).

- Importancia económica y distribución

Hoy en día crece extensamente en Japón, India, China, y en otras partes de Asia, así como en regiones templadas de Europa, norte de Africa; en Canadá y los Estados Unidos. En todas partes, excepto en Norteamérica, se usa como alimento para el hombre, donde es además una importante planta forrajera.

- Mijo de pan (*Panicum miliaceum* L., Poaceae)

Es el verdadero mijo. La planta crece hasta una altura de 60 a 90 cm y produce una panícula abierta, ramosa, compacta o unilateral. Los granos son de colores diversos y están rodeados por las glumelas. Mil semillas pesan en promedio 5 g.

- Origen

Su región de origen probablemente fue Asia Central y Oriental.

- Importancia económica y distribución

Crece extensamente en Rusia, China, Japón, India y Europa Meridional.

- Valor nutricional y usos

El grano posee un alto valor nutritivo, ya que contiene aproximadamente un 12.5 % de proteínas, contra 11.8 % del trigo ordinario, aunque presenta un alto porcentaje de fibra indigerible.

- Requerimientos del cultivo

Su ciclo de vida es muy corto. Tiene muy bajos requerimientos de agua, por lo que prospera en climas continentales áridos y se cultiva en climas más templados que los otros mijos; es posible que no le afecte la sequía debido a que madura rápidamente (14).

- Ragi o mijo digitado (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn., Poaceae)

La altura de la planta varía de 40 cm a 1 m. Produce un manojo de tallos, cada uno con 4 ó 6 espigas; la longitud de las espigas es de 3 a 13 cm. El color de los granos puede ser blanco, rojo naranja, pardo y morado, casi negro.

- Origen

El centro de origen de este mijo, según diversos autores, puede ser India, Abisinia o Africa. FAO, 2006, lo ubica en Uganda o en una región vecina.

- Importancia económica y distribución

Representa un alimento importante en partes de Africa Oriental, Central y en India. Es el principal cereal del norte de Uganda y nordeste de Zambia (FAO, 2006), aunque su valor alimenticio no es muy alto (contiene 7.1 % de proteínas).

Se cultiva en regiones tropicales y subtropicales. En India crece desde el nivel del mar hasta 1,850 y 2,100 m; en suelos pobres o fértiles y bajo condiciones de temporal o regadío. Su rendimiento es apreciable aun en suelos de baja fertilidad. Se ha encontrado que un cultivo de 122 días requiere de 23 a 33 cm/ha de agua. Puede crecer los 12 meses del año.

- Mijo perla, Mijo rabo de gato (*Pennisetum glaucum* (L.)R. Br., Poaceae)

La altura de la planta varía de 0.5 a 4 m; el color del grano puede ser casi blanco, amarillo pálido, pardo, gris, azul oscuro o morado; los granos son ovoides y miden de 3 a 4 mm de largo, por lo que son más grandes que los

de otros mijos. Mil semillas pesan, en promedio, 8 g. Se cultiva en India, Egipto y Africa. Su harina es muy nutritiva y sirve para hacer pan o galletas. En los Estados Unidos se utiliza como planta forrajera

- Origen

El mijo perla estaba presente en los trópicos semiáridos de Africa, previo al 1,100 a.C. Las evidencias concernientes al origen del mijo perla provienen de la interpretación actual del cultivo y de sus antepasados silvestres. Sobre las bases de la diversidad morfológica, Koernicke y Werner (1885) concluyeron que el mijo fue originalmente nativo de Africa. Sin embargo, se sigue una controversia sobre la región específica de Africa de donde es nativo y el periodo de domesticación. Se han propuesto tres hipótesis completamente diferentes:

Vavilov (1949-1950) en su teoría del origen de los cultivos, sugiere que el centro de origen del mijo perla es Etiopía; si embargo, dos líneas de evidencia tienen argumentos en contra de este origen etíope del mijo perla: primero, el progenitor silvestre *Pennisetum americanum* (L.) Leeke subsp. *monodii* (Maire) Brunken, no se encuentra en las tierras altas de Etiopía y carece de suficiente diversidad morfológica; segundo, actualmente no es un cultivo importante en Etiopía, lo que sugiere que es un producto de introducción y posdomesticación.

La siguiente teoría, propuesta por Murdock (1952), sugiere que el mijo perla fue uno de los diversos cultivos del oeste de Africa, domesticados por la tribu Mande, cerca del Río Níger, entre el 4,000 y el 5,000 a.C. Esta hipótesis fue severamente criticada, debido a que en este período la costa del Río Níger exhibía vegetación de bosque lluvioso tropical, lo que hace poco probable que un cultivo de zonas secas, como el mijo perla, haya sido domesticado allí.

La diversidad morfológica más amplia del mijo perla se encuentra actualmente en la zona del Sahel, o norte de la zona de bosques, localizada al oeste de Africa y al sur del Desierto de Sahara. Los progenitores pueden encontrarse, también, en esta región. Harlan (1971) sugiere un tercer centro de origen en una franja del oeste de Sudán a Senegal. Por lo tanto, la zona de Sahel en el oeste de Africa parece ser el hogar original del mijo perla. La pregunta que todavía no tiene respuesta es si la condición climática en esta región ha permanecido inalterada desde que la domesticación tuvo lugar.

El acervo genético, como lo definen Harlan y De Went (1971), incluye plantas cultivadas y espontáneas que se hibridizan libremente para producir

progenies completamente fértiles; como en otros cultivos sexuales y diploides, se divide en tres unidades morfológicas distintas: plantas silvestres que no exhiben características de las cultivadas y no dependen del hombre para su sobrevivencia; malezas con morfología intermedia que se presenten exclusivamente en asociación con el cultivo del mijo perla y que son directamente dependientes del hombre, como el mijo perla cultivado, cuya sobrevivencia está íntimamente ligada a las actividades agrícolas del hombre. En respuesta a la presión de selección, los grupos anteriores tienen estrategias adaptativas diferentes a las especies que se han sometido a la domesticación. Brunken considera cada uno de los grupos como subespecies de *Pennisetum americanum* (L.) Leeke

Toda la evidencia disponible apunta hacia *Pennisetum americanum*, subespecie *monodii*, como el pariente silvestre del mijo perla. La subespecie ha cambiado muy poco desde que empezó su domesticación: es un pasto silvestre adaptado a un margen sur de las tierras altas del Sahara, y una mezcla común cerca de las áreas cultivadas. El mijo perla se domesticó en esta zona, entre el año 3,000 y 2,000 a.C. Dada la diversidad del mijo, se concluyó que el cultivo es producto de una domesticación múltiple (Poters, 1962). La diferencia de posdomesticación a través de la radiación adaptativa, posiblemente facilitada por la integración con las especies silvestres, parece ser una diversidad actual del mijo perla.

Pennisetum americanum (L.) Leeke subsp. *monodii* (Maire) Brunken, incluye todas las plantas silvestres capaces de hibridarse con el mijo para producir progenie completamente fértil. Estas plantas estaban divididas en dos especies: *Pennisetum violaceum* (Lam) L. Rich y *Pennisetum fallax* (Fig. et De Not.) Stapf et C.E.Hubb., ambas nativas de la zona de Sahel en el oeste de Africa. Estudios recientes han demostrado que ninguna de las dos especies está reproductivamente aislada del mijo perla. Los híbridos entre el mijo perla y miembros de *Pennisetum fallax* y *Pennisetum americanum* son vigorosos, completamente fértiles y forman una subespecie de *P. americanum*. Desde el período inicial, los miembros de la subespecie *monodii* han retenido su morfología silvestre y su adaptación a los ambientes naturales.

Los miembros de la subespecie *monodii* son generalmente menores de un metro de altura, pero pueden pasar los dos metros, bajo condiciones ideales de humedad; se distinguen de los mijos cultivados y malezas por la ausencia de un tallo; el tamaño de la semilla (menor de 1 mm de diámetro), forma de la semilla (elíptica), longitud de lemma fértil (mayor de 5 mm), y longitud

de la inflorescencia, en su mayoría menor de 15 cm. La subespecie se encuentra en la zona de Sahel del oeste de Africa, de Senegal, al centro de Sudán, y en las zonas altas del centro del Sahara.

- Importancia económica y distribución

El mijo perla es el más importante entre los mijos o granos pequeños, comprende varias razas cultivadas. Se cultiva en Africa y crece en regiones de poca precipitación y clima cálido, en los terrenos más áridos. La producción de este mijo en 1990, fue de 29.8 millones de ton. Las principales regiones productoras son Asia, Africa y los países de la ex URSS, aunque también se cultiva en el continente americano. Los principales países productores son India, China y Nigeria.

h. Cebada (*Hordeum vulgare* L. (Poaceae))

La cebada es una planta anual con tendencia a convertirse en perenne. Raramente supera los 90 cm de altura. La inflorescencia es muy compacta y posee tres espiguillas sésiles dispuestas de modo alternante en cada nudo del eje. En la mayoría de las especies la espiga presenta aristas largas, mientras que en algunas es mútica (sin extensiones apicales). Los granos, a menudo coloreados, poseen una cubierta formada por las brácteas florales. La estructura del grano es parecida a la de los demás cereales.

- Origen

Plinio asegura que es el alimento más antiguo del hombre, y algunos autores modernos la consideran como la primera planta cultivada. Según Vavilov su origen se localiza probablemente en las tierras áridas del suroeste y sureste de Asia y norte de Africa. Llegó al hemisferio occidental en el siglo XVI o XVII. Probablemente todas las formas cultivadas se derivan de *Hordeum spontaneum* C. Koch.

- Importancia económica y distribución

La cebada es el cuarto cereal en importancia después del trigo, arroz y maíz (23); ocupa el 8.14 % de la superficie mundial cultivada con cereales y aporta el 6.48 % de la producción total (6). Los principales centros productores se localizan en países como Alemania, Australia, Canadá, Republica Checa, China (FAO, 2001 en 24).

Es un cultivo de regiones templadas que puede sembrarse hasta los 70° latitud Norte en Europa y los 64° en América, debido a su corto período de desarrollo, por lo cual es posible cultivarlo a elevaciones de 1,500 m en

latitudes medias, y a 3,300 m en regiones tropicales. En Los Andes se siembra hasta 3,500 m. A nivel mundial, en el 2002 se sembraron un total de 54,013,378 ha, de las que se obtuvo una producción de 131,558,348 ton.

En México, durante el 2004 se sembraron 332,155 ha (1.5 % de la superficie sembrada en el país), que dieron una producción de 931,540 ton, lo que generó un valor de producción de \$1'667,720,143 (el 0.79 % del total nacional). Los principales productores fueron: Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, y Estado de México (34).

- Valor nutricional y usos

La cebada, que se cultiva desde tiempos primitivos, se utilizaba para hacer pan, incluso antes que el trigo. Aporta carbohidratos, proteínas, minerales y grasas. Actualmente su uso principal es como alimento animal; sólo en algunas áreas reducidas del norte de Europa y en Asia tiene cierto uso alimenticio para el hombre, aunque también se aprovecha para elaborar malta, la cual se utiliza para fabricar alcohol, whisky y cerveza.

- Variedades

Las variedades de cebada se clasifican tanto por su ciclo de desarrollo como por su uso. Las variedades de ciclo largo, por lo general se emplean para producir forraje, mientras que las de ciclo corto regularmente se usan para elaborar malta y cerveza (24).

- Requerimientos de cultivo

La cebada es muy resistente y tiene un período de desarrollo muy corto, por lo que puede cultivarse a elevadas latitudes y altitudes. Sin embargo, no se encuentra confinada a regiones frías. Sus raíces crecen hasta 1.2 m, por lo que requiere de suelos profundos, de textura franca y buen drenaje interno. Soporta una salinidad moderada, y prospera en suelos alcalinos o ácidos.

2. Plantas productoras de azúcares

El azúcar común o de mesa es la sacarosa, un disacárido formado por la unión de los monosacáridos glucosa y fructosa. El azúcar se ha utilizado por milenios como endulzante; en la actualidad, el azúcar refinado se usa para complementar al que normalmente se encuentra en frutos y vegetales. La sacarosa se aísla de cualquier parte de la planta: del tallo, como en la caña de azúcar, sorgo, palma dulce, maple y maíz; de las

raíces, como en la remolacha azucarera y el camote (raíz especializada en acumulación de reservas); de prácticamente cualquier fruto y aun de la flor, como de la mahua, que produce una palma de India.

a. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L., Poaceae)

La caña de azúcar se desarrolla en forma de matas, con hasta 23 tallos por macolla, según la variedad. El tallo de la caña de azúcar se considera como el fruto agrícola, ya que en él se distribuye y almacena el azúcar. Las hojas son laminas largas, delgadas y planas que miden entre 0.90 a 1.5 m de largo y varían de 1 a 10 cm de ancho, según la variedad. La vaina es de forma tubular, más ancha en la base, que gradualmente se estrecha hacia la banda ligular. La inflorescencia es una panícula formada por pequeñas flores perfectas y sedosas.

- Origen

La caña de azúcar una de las primeras plantas domesticadas por el hombre. Su origen se sitúa en Nueva Guinea, hace aproximadamente 10,000 años. Desde entonces los horticultores neolíticos la llevaron primero al este (Nuevas Hébridas, Nueva Caledonia, Islas Fiji), después al oeste (Célebes, Filipinas, Borneo, Sumatra, Malasia, India) y al noroeste (Filipinas, Indochina, China). La existencia de la caña de azúcar en China y en India puede situarse unos 6,000 años a.C. En la India, su empleo como alimento humano se remonta a 3,000 años a.C.; de allí los soldados de Alejandro Magno la llevaron a Europa 325 años antes de nuestra era, aunque fueron los árabes quienes difundieron estacas de caña de azúcar, primero en Palestina y después en Egipto (700 años d.C.), en Sicilia, en España y en Marruecos. La ruta hacia el oeste continuó y la caña llegó a Madeira en 1,420, y a las Islas Canarias, desde donde Cristóbal Colón la llevó al Nuevo Mundo en 1,493 (5).

- Importancia económica y distribución

Saccharum officinarum L. constituye la mayor fuente de azúcar en la actualidad, por lo que es la base de la industria azucarera. La mayor parte de las regiones tropicales y numerosas zonas subtropicales son aptas para el cultivo de la caña de azúcar, que sólo puede limitarse por la altura y el frío. Actualmente, los principales productores son India, Cuba y Brasil, seguidos de México, China, Filipinas, Australia, Africa del Sur y, por último, de Hawaii, República Dominicana y Formosa.

En México, en 2004 se sembraron 701,167 ha (3.2 % de la superficie

cultivada nacional), que produjeron 48'662,243 ton, con un valor de producción \$15'988,735,688.00 (7.5 % del total nacional).

Los principales estados productores fueron: Veracruz, Jalisco, Oaxaca, San Luis Potosí y Tamaulipas, con un rendimiento promedio nacional de 65.2 ton/ha y un 7.6 % mínimo de sacarosa (34).

- Valor nutricional y usos

Este cultivo es la principal fuente de calorías; su jugo rico en sacarosa se obtiene de exprimir los tallos, al hacerlos pasar por rodillos. Para obtener azúcar de la caña, primero se extrae un líquido transparente o de color oscuro, del cual se obtiene el azúcar bruto, que es de color pardo, con un 96 % de pureza. De este proceso se obtienen varios subproductos importantes, como el bagazo y la melaza; esta última se usa mucho en confitería y para cocinar; también se aprovecha en la elaboración de ron y alcohol industrial. De 45 kg de azúcar se obtienen, aproximadamente, 42 kg de azúcar refinada y 3 kg de melaza.

- Variedades

Existe una gran diversidad de variedades en el mercado que se identifica por un nombre internacional formado por letras y números, que indican el lugar de origen y hacen alusión al año en que se produjeron y a la serie a la cual corresponden (9). De acuerdo a su ciclo de desarrollo, las variedades se clasifican en tempranas, medianas y tardías (5).

- Requerimientos de cultivo

La caña de azúcar es un cultivo de clima cálido, húmedo y soleado. La temperatura mínima para su desarrollo fluctúa entre 14 a 16° C y la óptima es alrededor de los 30° C (1). Su demanda de agua, según estudios realizados en Australia, es de 1,530 mm por año. El agua es indispensable para la absorción, el transporte y la asimilación de los nutrientes, y la luz para el almacenamiento de la sacarosa. Prospera en casi cualquier tipo de suelo, siempre y cuando su pH oscile entre 5.5 y 7.8, tenga materia orgánica y buen drenaje (5).

b. Remolacha azucarera *Beta vulgaris* L. (Chenopodiaceae)

Es una planta bianual con raíces color rojo oscuro, blancas o amarillas, moderadas a fuertemente hinchadas y carnosas. Tallos erectos distalmente ramificados 60 a 120 cm. Hojas ampliamente lanceoladas a cordadas. Las hojas caulinares se reducen proximalmente. La inflorescencia es una cima

con 2 a 8 flores.

- Origen

La remolacha tuvo su origen en la especie *Beta maritima* L. que habita las costas marítimas de Europa. Las primeras referencias a las plantas del género *Beta* se encuentran en la literatura griega alrededor del 420 a.C., que aparecen descritas como plantas versátiles de jardín, se mencionan variedades oscuras y claras.

- Importancia económica y distribución

La segunda fuente importante de azúcar es la remolacha azucarera. La producción de remolacha azucarera en algunas épocas igualó, e incluso superó la de caña azúcar. Para obtener el azúcar, las raíces se cortan en tiras finas y se hierven en agua corriente; el residuo pulposo se separa y las impurezas no solubles se precipitan por medio de un proceso de carbonatación. En este proceso, el líquido se trata con cal viva, que coagula algunas sustancias no glucídicas, y con anhídrido carbónico que hace precipitar el carbonato cálcico. Este sedimento, junto con las impurezas y el jugo purificado, se separa por filtración. De la filtración se obtiene un líquido transparente, que luego se concentra, cristaliza y centrifuga igual que la caña de azúcar.

La remolacha azucarera se cultiva en Europa, algunos países de Africa, Asia, y en Estados Unidos. Los principales países productores son: Francia, Alemania, Estados Unidos, Ucrania y la Federación de Rusia.

- Valor nutricional y usos

Posee un alto contenido de azúcar que se emplea en consumo humano. Las hojas, las cabezas y la pulpa seca o húmeda se usan como forraje para ganado vacuno. La melaza que se obtiene como subproducto de la producción de azúcar es un forraje nutritivo (21), además de aprovecharse en la producción de alcohol industrial.

- Variedades

Existen básicamente tres variedades, las cuales se clasifican por su capacidad de producir azúcar en: tipo E, rica en cosecha; tipo Z, rica en azúcar; tipo N, medianamente rica (21).

- Requerimientos del cultivo

Para su desarrollo, la remolacha necesita un clima templado, soleado y

húmedo. Requiere suelos profundos, con un pH alrededor de 7, elevada capacidad de retención de agua, buena aireación y sin tendencia a formar costra. Se desarrolla principalmente en las costas marinas y zonas áridas; se obtiene por siembra y debe aclarearse a una distancia de 20 a 25 cm. Se siembra en abril y se cosecha hasta octubre, ya que su contenido de azúcar aumenta de continuo.

c. Arce de azúcar (*Acer saccharum* Marshall, *Aceraceae*)

El arco de azúcar es un árbol importante en los bosques caducifolios en la región oriental de Norteamérica, que se reproduce espontáneamente y alcanza una edad de 300 a 400 años. Es un árbol frondoso con copa densa y redondeada que crece entre 21 a 30 m, con diámetro de tronco de 0.6 a 0.9 m. Hojas compuestas de 9 a 14 cm de largo, palmadas, con cinco lóbulos de puntas largas y dientes estrechos; flores pequeñas (5 mm), cáliz campanulado con cinco lóbulos, en grupos decurrentes de flores masculinas o femeninas. La savia, que se utiliza para fabricar el jarabe, empieza a fluir a mediados de marzo y continúa haciéndolo un mes más, durante el período en que los días son cálidos y soleados y las noches frías. El árbol alcanza su máxima actividad cuando la temperatura nocturna oscila entre 4 y 13° C.

El jarabe y el azúcar se elaboran exclusivamente en el noreste de Norteamérica a partir de una fórmula que fue descubierta y desarrollada por los indios, quienes efectuaban incisiones en el tronco y canalizaban la savia hacia recipientes de barro, para luego hervirla y convertirla en azúcar. Los primeros colonizadores adoptaron este procedimiento y lo mejoraron al sangrar el árbol con una barrena y canalizar la savia a los recipientes; luego la evaporaban al aire libre en grandes calderas. El líquido resultante, de color pardo oscuro (jarabe), se hervía hasta que se transformaba en una especie de cera, y entonces se echaba, a gotas, en la nieve; luego se vertía en moldes e inmediatamente se cristalizaba. Actualmente, las modernas evaporadoras pueden producir, en una hora, de 95 a 1,500 litros de savia y jarabe, por lo que desplazaron los antiguos hornos y calderas. La mayor producción de jarabe de maple se realiza en Canadá.

Este árbol también es muy valorado por su madera dura y sólida, útil para la elaboración de muebles e instrumentos musicales.

3. Plantas Tuberosas

a. Papa (*Solanum tuberosum* L. , *Solanaceae*)

La papa es una planta herbácea anual, potencialmente perenne debido a

su capacidad de reproducción por tubérculos. Su tallo es débil, pubescente o glabro, de 30 a 90 cm de largo. Las hojas son imparipinnadas, de 10 a 25 cm de largo, con 3 ó 4 pares de foliolos enteros, agudos, con otros foliolos pequeños entre ellos. La flor se presenta en una inflorescencia cimosa; pentámera, sépalos y pétalos blancos, unidos en la base de 2.5 a 3.7 cm de diámetro; ovario bilocular, multiovulado y estigma pequeño. El fruto es una baya bilocular, o plurilocular, de forma globular; mide alrededor de 1.8 cm de diámetro. Las bayas presentan dos lóculos y pueden contener entre 200 y 400 semillas pequeñas (1.3 a 1.8 mm), planas, de forma arriñonada, de color blanco, amarillo o castaño amarillento. El peso de 100 semillas varía entre 52 y más de 80 mg (37).

- Origen

El centro de origen de la papa se ubica en Los Andes, en América del sur; posteriormente se extendió al resto del continente. De acuerdo a Vavilov existen dos centros de origen: uno situado en el Perú Central-Ecuador (se encontraron muestras de papa cultivada que datan de 8,000 a.C., en el Cañón del Chilica, al sur de Lima) y otro en el sur de Chile.

La papa llegó a España a fines del siglo XVI, de donde pasó a Francia e Inglaterra. De este último país se difundió a Irlanda y a otros países del norte de Europa; luego a Asia y Africa, y finalmente a Estados Unidos, a fines del siglo XVII. Los ingleses la llevaron a India, a mediados de este siglo, y a fines del mismo llegó a Filipinas, Japón y Africa. Para el siglo XVIII se cultivaba en Suecia, Noruega, Dinamarca y Rusia.

- Importancia económica

El cultivo de la papa es uno de los más extendidos en todos los continentes. La principal zona de producción se encuentra en Asia y Europa. La papa es esencial en la dieta alimentaria de muchos países; en algunos como Alemania Oriental, Rusia y Polonia, el consumo *per capita* anual es de 180 kg. Los principales países productores en el 2001 fueron: China, Rusia, Polonia, Estados Unidos, India y Ucrania, que produjeron alrededor del 60 % de la producción mundial, que para ese año fue de 308 millones de toneladas. (35)

En México, la papa es la hortaliza que más se consume después del tomate; su consumo anual *per capita* es de 16.5 kg. Anualmente se siembran alrededor de 67,000 ha. El año 2004 se sembraron 67,847 ha (0.3 % de la superficie nacional) y se produjeron 1'506,509 ton con un valor de producción de \$ 6'533,390,933.00 (3.1 % del total nacional). Los principales estados

productores fueron: Sinaloa, Chihuahua, Sonora, Nuevo León, y Guanajuato (34).

- Valor nutricional y usos

El contenido de nutrientes depende de la variedad, pero en general la papa es un alimento rico en agua, dependiendo de la variedad; aporta entre un 16 al 20 % de fécula en forma de almidón, además de proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y fibra dietética. Contiene, también, pequeñas cantidades de un alcaloide llamado solanina, el cual se encuentra principalmente en las partes verdes de la planta; en concentraciones altas es tóxico, aunque alguna vez se usó con fines terapéuticos. Por fortuna el calor destruye esta sustancia.

Además de su valor nutritivo para el hombre como alimento fresco o procesado, la papa se utiliza en la industria para obtener almidón, dextrinas, glucosa, vodka y otros productos. También se usa como alimento animal (26).

En México, existen tres mercados potenciales para la papa: el mercado en fresco, el industrial y el de semilla. El primero es el que abarca la mayor parte de la producción de papa del país (el 30 % de total); sin embargo, el más importante por su volumen, es el que realiza la industria de las botanas para la fabricación de papas fritas, que representa el 90 % de la papa que se industrializa.

- Papa para semilla

La papa se propaga tanto sexual como asexualmente. La propagación sexual se realiza a través de semilla. Actualmente las variedades de papa que se cultivan no producen flor en condiciones normales, y las que florecen no siempre desarrollan totalmente el fruto, por lo cual, para obtener semilla se debe buscar que la producción de flor y fruto por planta sea alta (37).

La reproducción asexual se efectúa mediante tubérculos, esquejes y brotes. La mayor parte de la producción comercial de papa en el mundo se realiza a través de tubérculos (37). La papa es muy susceptible a plagas y enfermedades, por lo que el material vegetal que se utilice como semilla debe producirse en terrenos libres de plagas y enfermedades, para así evitar material semilla contaminado de patógenos.

Un buen material semilla debe reunir las siguientes características: pertenecer a la variedad que se especifica y tener bajos niveles de plagas y enfermedades; la semilla sexual de papa (SSP) debe estar libre de las dos

enfermedades que se transmiten por semilla, además de estar disponible a precio razonable y en el momento de su mayor demanda (19).

La producción de semilla y de material vegetal para semilla se realiza tanto de manera tradicional como formal. El sistema tradicional se utiliza en los países en desarrollo y consiste en que el productor selecciona material (tubérculos casi siempre) de la cosecha del año para sembrar en el siguiente ciclo; por lo regular este material no siempre reúne los atributos necesarios para ser una buena semilla, por lo que los rendimientos resultan bajos. Este hecho se atribuye a la falta de uniformidad en la calidad de los tubérculos semilla. Sólo en las partes más altas (> 3,000 m) y aisladas, es posible obtener material de buena calidad.

El sistema formal o de certificación se utiliza en los países desarrollados, donde la mayoría de los productores usan semilla certificada, la que se produce bajo normas y reglamentos que rigen y determinan su calidad y sanidad, con lo que logran buenos rendimientos. En este sistema, los tubérculos semilla y la semilla provienen de sitios destinados especialmente a este fin.

El sistema de certificación consta de tres fases: la de laboratorio, donde el material se limpia y se somete a diversas pruebas, para comprobar que esta libre de patógenos, antes de multiplicarlo; la de invernadero, en la cual se obtienen tubérculos prebásicos, esquejes y plantas madre; la de campo, donde se obtiene la semilla básica de primera generación, la que se utiliza para obtener semilla básica de segunda generación, a partir de la cual se obtiene la semilla registrada y luego la semilla certificada (19).

En casi todos los países donde se cultiva papa existen sitios destinados a la producción de semilla, los cuales deben reunir ciertas características de aislamiento, altitud sobre el nivel del mar, latitud, ausencia de plagas y enfermedades, facilidades para la rotación y caminos de acceso (37). El precio de la semilla depende varios factores, entre los que se cuenta la categoría; la semilla básica alcanza mayor precio que la certificada, pues presenta mayor sanidad (19).

- Variedades

Existen numerosas variedades que se clasifican según su ciclo de desarrollo en: precoces, tempranas y tardías; por el color de la piel, en rojas, amarillas, blancas; por el color de la pulpa, en amarillas o blancas, y por su uso en: industriales, gran consumo y otras variedades. Las industriales se caracterizan por su alto contenido de féculas (alrededor del 20 %); son

resistentes al frío y a las enfermedades, generalmente tardías y su pulpa es de color blanco (35). Las de gran consumo tienen la pulpa blanca formada por células pequeñas y se utilizan tanto en la alimentación humana como animal; también se emplean para producción de fécula (35). Otras variedades tienen la pulpa amarilla, formada por células pequeñas y apretadas; por lo regular son precoces (35).

- Requerimientos de cultivo

Es una planta de clima templado-frío, muy sensible a las heladas tardías; no soporta temperaturas menores de 0° C. Las temperaturas más favorables para su cultivo fluctúan entre los 13 y 18° C. Crece mejor en suelos ligeros o semiligeros, silíceo-arcillosos, ricos en humus y con un subsuelo profundo. Se considera una planta tolerante a la salinidad.

b. Yuca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae)

Es una planta perenne de aproximadamente 3 m de altura, tallo arborescente, nudoso, hueco, de color verde, inflorescencias paniculadas, hojas anchas y palmadas con 3 a 7 lóbulos. Las raíces (la parte comestible de la planta) irradian desde el tallo (7).

- Origen

La yuca tiene probablemente dos áreas de origen: la parte norte de América del Sur y la región comprendida entre México y América Central. Los registros más antiguos de la planta datan del año 2,700 a.C., en Venezuela y del 1,200 a.C., en Colombia. Durante mucho tiempo se conocieron sólo formas cultivadas, pero recientemente se encontraron plantas silvestres en Brasil.

Los portugueses la introdujeron a Nigeria hacia 1,600; de ahí se extendió a otras regiones de África, islas del Océano Índico, India y otras regiones del Lejano Oriente (Cooke y Couresy 1981, en 7). Posteriores introducciones terminaron de propagarla en África, Asia y las islas del Pacífico (Jones, 1959, Simmonds, 1976, Cartay y Ghersi 1996 en 7).

- Importancia económica y distribución

La yuca constituye un alimento básico en los países africanos donde se produce y representa el 25 % de la producción mundial de raíces. Se le considera un cultivo de autoconsumo en países en vías de desarrollo. Los principales países productores son: Nigeria, Brasil, Tailandia, Indonesia y República Democrática del Congo, en 7). El año 2002, la producción de

yuca fue de 180'077,000 ton.

En México, durante el 2004 se sembraron 1,335 ha, con una producción de 18,928 ton, con un valor de producción de \$ 40'119,300.00. Se cultiva en los estados de Tabasco, Morelos, Michoacán, Yucatán, Guerrero y Estado de México. Su aprovechamiento esta regulado por la NOM 004-RECNAT_1996 (31).

- Valor nutricional y usos

La raíz de yuca es principalmente una fuente de carbohidratos. Su contenido protéico es más bajo que el del arroz, trigo o maíz, pero contiene cantidades apreciables de vitaminas, minerales y grasas. También contiene ácido cianhídrico o prúsico que se quita por lavado o cocimiento, pues el calor lo evapora. Las hojas y la raíz de la yuca se emplean en la alimentación humana; de esta última, una vez desintoxicada se fabrica harina que tiene múltiples usos en la cocina: pan, galletas, salsas, sopas, etc.; a partir de la fermentación de la raíz se producen bebidas alcohólicas. Las hojas jóvenes, ricas en vitaminas y proteína, se usan como verdura y con fines medicinales para insomnio, irritación nerviosa, dolores de cabeza y astringente (7). La raíz y la hoja ya sea fresca o como harina se utilizan como alimento para diversas especies domesticas (15). El almidón se usa en la fabricación de papel y de adhesivos (31).

A partir del almidón se elabora la tapioca, una harina que se utiliza en la preparación de dulces y panes. La forma de preparación consiste en pelar y tallar primero las raíces; al material almidonoso resultante se le coloca en agua durante algunos días; luego se seca, amasa y tamiza para separar impurezas. Posteriormente se seca y calienta sobre planchas de metal para cocer el almidón, que es la forma en que se introduce al mercado.

- Variedades

Las diversas variedades de yuca se clasifican según su contenido de ácido cianhídrico en variedades dulces, cuyas raíces contienen de 0.005 a 0,0075 % de ácido cianhídrico, y variedades amargas con un contenido de ácido cianhídrico que varía de 0,005 a 0,2 %.

El contenido de ácido depende no sólo de la variedad sino de las condiciones ambientales en que se cultive la planta (7).

- Requerimientos de cultivo

Se cultiva principalmente en regiones tropicales, aunque crece en regiones

áridas; requiere de suelos predominantemente francos con buen drenaje; no tolera el exceso de humedad ni la acidez; prospera en regiones de precipitación escasa, de hasta 2,000 mm de precipitación anual. El rango de temperatura varía entre 15 y 35°C. En condiciones de siembra de baja tecnología, el cultivo produce de 7 a 10 ton/ha. En cultivos tecnificados, puede producir hasta 30 ton/ha.

c. Camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). (Convolvulaceae)

El camote o batata es una planta perenne que se cultiva como anual. Es una herbácea de porte rastrero, tallo cilíndrico, de longitud variable (10 cm a 6 m). Las hojas son numerosas, simples, alternas, insertadas aisladamente en el tallo, sin vaina, con pecíolo de hasta 20 cm, de forma generalmente acorazonada, pero en algunas variedades puede ser entera, hendida o muy lobulada. Posee una inflorescencia tipo cima, bípara, de color blanco o violeta, que se localiza en la axila de la hoja. El fruto es una pequeña cápsula de menos de 1 cm de diámetro. Las raíces son abundantes y ramificadas, producen falsos tubérculos, de formas y colores distintos, dependiendo de la variedad (23).

- Origen

El área exacta de domesticación permanece poco clara. Se cuenta con evidencia de su presencia en México hace 6,500 años y en Perú entre 8 mil a 10,000 años, pero sin evidencia de cultivo. Además del centro de diversidad americano, según el Centro Internacional de la Papa (CIP,10), existe un centro de diversidad secundario en Papua, Nueva Guinea y en otras partes de Asia.

Los camotes cultivados son hexaploides y posiblemente se originaron por poliploidización de camotes silvestres tetraploides. El camote lo llevaron los portugueses al Africa, India y Java, antes del siglo XVII, y los españoles en el siglo XVI, a través del Pacífico, hasta China y Japón. También se dispersó por la Polinesia, Micronesia y Malasia.

- Importancia económica y distribución

El camote es el séptimo cultivo alimenticio en el mundo. Se siembra en más de 100 países tropicales en vías de desarrollo y en 50 de ellos se ubica entre los cinco más importantes. La producción anual es de 133 millones de toneladas. Es un cultivo de pequeños productores, poco demandante, que se siembra en suelos marginales (11). Se cultiva básicamente en Asia, Africa, América Latina y El Caribe. Los principales países productores son: China,

Uganda, Nigeria, Indonesia y Vietnam. En México, la superficie sembrada en 2004 fue de 2,907 ha y la producción de 61,097 ton, con un valor de la producción de \$153,823.00. Los principales estados productores son Guanajuato, Michoacán, Chihuahua, Jalisco y Yucatán.

- Valor nutricional y usos

Es una fuente importante de carbohidratos, K y vitaminas A y C. El camote se utiliza en fresco para preparar dulces, jarabes, panes, etc. Las partes aéreas se consumen como verdura y se usan para una variedad de propósitos medicinales. En la industria se emplea en la producción de hojuelas, almidón, licor, harinas y una variedad de alimentos procesados. Otro uso que se le da es como forraje.

- Variedades

Las distintas variedades se diferencian por diversas características: la forma de las hojas y el tallo; la forma, tamaño y color de los tubérculos; la duración del ciclo de cultivo; el tipo de pulpa y su color. Las variedades que destacan son: la californiana, la centenial, Jasper, Eland, la mexicana, la brasileña, la argentina, y la rosa y amarilla de Málaga.

- Requerimientos de cultivo

El camote es una planta de clima tropical, que se adapta bien a diversos tipos de suelos, aunque los suelos de textura gruesa, sueltos, granulados y con buen drenaje son los mejores para su desarrollo. En suelos arcillosos prospera bien, siempre y cuando sean granulados. El pH que requiere fluctúa entre 4.5 a 7.5 (el pH óptimo es 6). La temperatura media adecuada para su crecimiento es de 21° C, y la mínima es de 12°C. No tolera las bajas temperaturas. Requiere una humedad relativa de 80 a 85 % e intensidad lumínica alta. Se propaga por trozos de tallos y por raíces seleccionadas en almácigos. Tarda en crecer 3 ó 4 meses. Los rendimientos medios varían entre los 20 y 30 ton/ha (23).

C. LITERATURA CITADA ↑

1. abcAgro.com. El cultivo de la caña de azúcar. <http://www.abcagro.com/herbaceos/industriales/canaazucar.asp> consultado el 5 de abril de 2006.
2. ACA, Asociación Cultivadores de Arroz. El arroz en la cocina. http://www.aca.com.uy/alimentación/arroz_en_la_alimentación.htm,

- consultado el 6 de abril de 2006.
3. Agroalimentos Argentinos. Centeno. http://www.acrea.org.ar/economia/articulos/pdf/aaii_24_centeno.pdf, consultado el 31 de agosto de 2006.
 4. Anónimo. Bioquímica elemental de los hidratos de carbono. <http://www.zonadiet.com/nutricion/bioquimica.htm>, consultado el 31 de marzo de 2006
 5. Anónimo. Guía técnica para el cultivo de caña de azúcar. http://www.agronegocios.gob.sv/como_producir/guias/ca%flaazucar.pdf, consultado el 5 de abril de 2006.
 6. Caamal Cauich, I., J.A.Dorantes 2004. Situación y perspectivas del sorgo en el contexto del TLCN. Universidad Autónoma de Chapingo. <http://www.economia.gob.mx/pres/p/p/763/sorgo/290204.pdf>, consultado el 3 de abril de 2006.
 7. Cartay Rafael. 2004. Difusión y comercio de la yuca (*Manihot esculenta*) en Venezuela y el mundo http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/edocs/centros_investigacion/ciaal/agroalimentaria/anum18/articulo18_1pdf, consultado el 11 de abril de 2006.
 8. Casasola Moreno P. Vida y obra de granos y semillas. <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm>
 9. CEPESA, Central el Palmar. Variedades de caña de azúcar. http://www.elpalmar.com.ve/pages/canicultores_variedades.htm, consultado el 5 de abril de 2006
 10. CIP, Centro Internacional de la Papa. About sweetpotato. <http://www.cipotato.org/sweetpotato/sweetpotato.htm>, consultado el 12 de abril 2006.
 11. CIP, Centro Internacional de la Papa. 1999. La batata en cifras. http://www.cipotato.org/market/sweetpfacts/batatapdf/batata_cif.pdf, consultado el 12 de abril 2006.
 12. Colledge S, Conolly J, Shennan, S. 2004 Archeobotanical evidence for the spread of farming in the Eastern Mediterranean. *Current Anthropology* 45, S35-58.
 13. FAO.1993. El Maíz en la nutrición humana. <http://www.fao.org/docrep/TO395S/TO395S00.htm>, consultado el 31 de agosto de 2006.
 14. FAO.1995. El sorgo y el mijo en la nutrición humana. Colección FAO.

15. FAO. Sistema de información los recursos del pienso. E14 *Manihot esculenta* Crazz (*M.utilissima* Pohl). <http://www.fao.org/ag/agr/AGAP/FRG/afris/es/data/535.htm>, consultado el 11 de abril de 2006.
16. Floraguide S.A. <http://www.floraguide.es/>
17. Hanelt P & Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Eds.) 2001: Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops. 1-6: 3716 pp. Base de datos en línea: <http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/Query.htm>
18. Hill A.F. 1965. Botánica económica. Omega. Barcelona, España. pp. 326-394.
19. Hidalgo. O.A. 1997 Conceptos básicos sobre producción de semilla de papa y de sus instituciones. Fasc.5.1-97. Centro Internacional de la Papa (CIP).1. <http://www.cipotato.org/Training/Materials/Tuberculosis-Semilla/semilla5-1.pdf>, consultado el 31 de agosto de 2006.
20. INEGI. 2005. Anuario de estadísticas por entidad federativa. INEGI, México. pp 375-380
21. InfoAgro.com El cultivo de la remolacha azucarera. http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucarera.htm, consultado el 10 de abril de 2006.
22. InfoAgro.com. El cultivo de la avena. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.asp>, consultado el 6 de abril de 2006.
23. InfoAgro.com. El cultivo de la batata. <http://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>, consultado el 12 de abril de 2006.
24. InfoAgro.com. El cultivo de la cebada. <http://www.infoagro.com/forrajes/cebada.asp>, consultado el 6 de abril de 2006.
25. InfoAgro.com. El cultivo del arroz. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>, consultado el 6 de abril de 2006.
26. Infojardin. Patata, Patatas, Papa, Papas (*Solanum tuberosum tuberosum*). <http://www.infojardin.com/fichas/hortalizas-verduras/patata-patatas-papa.htm>, consultado el 12 de abril de 2006
27. Martínez Lara, G., Caamal Cauich, I., Mendoza Castillo, V.M. Producción y rentabilidad del cultivo de maíz en el estado de Guerrero. <http://www.chapingo.mx/investigacion/pronisea/pro3.html>, consultado el 2 de abril de 2006
28. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (<http://www.mapya.es>)

29. Paliwal, R.L. Introducción al Maíz y su importancia. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=//docrep/003/x7650s02.htm, consultado el 2 de abril de 2006.
30. Price TD (ed). 2000. Europe's first farmers. University Press, Cambridge.
31. PROCYMAF. Especies con usos maderables en bosques tropicales y subtropicales. *Manihot esculenta* Crantz http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/manihot_esculenta.htm
32. Ramírez Delgadillo J.J., O.Santiago Velasco. Producción y rentabilidad del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el estado de Tlaxcala. <http://www.chapingo.mx/investigación/pronisea/prog.html>, consultado el 4 de abril de 2006.
33. SEP-Trillas. 1982. Cultivos básicos. Manuales para la Educación Agropecuaria. Trillas. México, D.F.
34. Sistema de información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2004. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, Resumen Nacional. http://w3.siap.sagarpa.gob.mx/8080/siap_abp/, consultado el 13 de abril de 2006.
35. SIAP. 2001. Panorama mundial de la papa. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/Anpapa.html>, consultado el 11 de abril de 2004
36. SIAP- SAGARPA. 2004. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. www.inegi.gob.mx, consultado en abril 2006.
37. Sistema Nacional de información de papa (SINAIPA). El Correo de la Papa. Bol.mensual N° 8, abril de 2002. <http://www.redepapa.org/boletin08.pdf>, consultado el 31 de agosto de 2006.
38. SPP, INEGI. 1984. El Sector alimenticio mexicano. México, D.F. pp.15-65. Sundararaj D.D y Thulasidas G. 1980. Botany of field crops. McMillan. India. pp.9-169.
39. USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. (<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/index.pl?view=index> (05 January 2005)) fecha de consulta
40. USDA, NRCS. 2004. The plants database, Version 3.5 (<http://plants.usda.gov>). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA. fecha de consulta O:Alimentación y Nutrición N° 27. <http://>

[/www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=docrep/T0818S00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=docrep/T0818S00.htm), consultado el 3 de abril de 2006.

D. LAS PLANTAS COMO FUENTE DE ACEITES Y GRASAS ↑

Los aceites y las grasas son similares químicamente, pero difieren en su estado físico: los aceites permanecen líquidos a temperatura ambiente, mientras que las grasas son sólidas. Químicamente son ésteres de ácidos grasos (fórmula general: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$) con glicerol. Su nivel de reducción es significativamente menor que el de los carbohidratos, por lo que su contenido calórico es mayor y constituyen una excelente forma de almacenamiento de energía, condición que muchas plantas aprovechan en sus semillas. El consumo de aceites y grasas es de gran importancia nutricional, ya que los mamíferos carecen de la capacidad para sintetizar ciertos ácidos grasos indispensables en varios procesos metabólicos, por lo que deben incluirse en su dieta; éstos son el linoléico y el linolénico, conocidos como ácidos grasos esenciales, muy abundantes en los aceites vegetales.

La principal característica de los cultivos oleaginosos es que de ellos se obtiene aceite. Tal es el caso del girasol, el cártamo y la colza, aunque existen buenos ejemplos de cultivos de doble propósito, como el algodón, la soya, el cocotero, y el del maíz, del cual el aceite se considera como un subproducto.

1. Maíz (*Zea mays* L., Poaceae)

El aceite de maíz se obtiene al exprimir los embriones que contienen un 50 % de aceite (hasta hace poco los embriones eran un producto de desecho de los molinos). El aceite refinado color amarillo oro se compone, en gran parte, de triglicéridos de los ácidos insaturados oleico y linoléico, junto a menores proporciones del palmítico y el esteárico. En la actualidad, la importancia de la producción de aceite de maíz aumenta continuamente, ya que sobrepasa las 90,000 ton anuales.

Este aceite tiene muy variadas aplicaciones: se emplea en panadería, para cocinar y para mezclar con otros aceites. Debido a su elevada instauración, se le considera de valor en dietas destinadas a limitar el nivel de colesterol. El producto bruto tiene diversas aplicaciones industriales. Debe protegerse de la luz y el oxígeno, y almacenarse a temperaturas que no excedan de 25°C.

2. Algodón (*Gossypium* sp, Malvaceae)

El algodón es una planta leñosa de 0,5 a 1.5m. Posee un tallo erecto y ramificado; las ramas son de dos tipos: vegetativas y fructíferas. Las hojas son pecioladas, grandes, de color verde intenso, con los márgenes lobulados y brácteas. Las flores son grandes, solitarias y pedunculadas. El fruto es una cápsula ovoidea con un peso variable, que contiene de 6 a 10 semillas. Es una planta autógama; las flores abren antes de la fecundación y producen semillas híbridas (13).

- Origen

Existen diversas especies de algodón. Algunas tuvieron su origen en África y Asia, mientras que otras se originaron en América Tropical.

- Importancia económica y distribución

El algodón es de las plantas textiles más antiguas utilizadas por el hombre. Los restos de productos de algodón más arcaicos se encontraron en el Perú y tienen una edad de 3,000 años.

Actualmente se cultiva el algodón en las diversas regiones de clima cálido de Europa, Asia, África, América y Australia. Es la planta de fibra suave más cultivada en el planeta. Los principales países productores son: China, Estados Unidos e India, aunque las fibras de mayor calidad provienen de Sudamérica y de algunas naciones asiáticas. Los principales consumidores son: China, India, Estados Unidos, Pakistán y Europa. En México, durante el 2004, se sembraron 110,000 ha (0.5 % de la superficie nacional), de las que se obtuvieron 383,359 ton, con un valor de producción de \$1,761'219.000.00 (0.8 % del total nacional). Los principales estados productores son: Chihuahua, Baja California, Sonora, Coahuila y Durango (23).

- Usos

El algodón se utiliza para la producción de fibra textil; su semilla para producir aceite, manteca y harina. El aceite de algodón se obtiene al exprimir las semillas. Posee un 27 % de ácidos saturados. Un 18 % de monoinsaturados y un 55 % de poliinsaturados. Es rico en vitamina E. Se emplea en la cocina, y en la producción de margarina y manteca.

La industria del aceite de algodón se desarrolló a partir del año 1880; en épocas anteriores las semillas eran un producto de desecho. La producción de aceite inicia con la limpieza y liberación de impurezas de semillas que se separan de las borras de algodón, y a menudo también de la cubierta

seminal. Las almendras se trituran calientes, y luego se llevan a unas prensas hidráulicas o expulsoras. Del residuo se extraen varios productos que tienen un amplio campo de aplicación industrial, entre ellos la harina de semilla de algodón que es un importante alimento animal y abono. El principal productor de aceite de algodón es Estados Unidos, seguido por Brasil, Turquía, Grecia y Uzbekistán (9).

- Requerimientos del cultivo

El algodón es un cultivo de clima cálido que germina entre los 14 y 20° C, florea entre los 20 y 30° C y la cápsula madura entre los 27 y 30° C; es muy demandante de agua durante todo su ciclo de desarrollo; requiere de suelos arcillosos por su capacidad para retener humedad, es tolerante a la salinidad y muy susceptible a plagas (13).

3. Soya (*Glycine max* (L.) Merr.)(Fabaceae)

La planta de soya es una herbácea anual, de tallo rígido, erecto y, por lo regular, ramificado, su altura varía de 0.4 a 1.5 m según la variedad. Las hojas son trifoliadas, alternas, compuestas, excepto las basales que son simples. Tallos, hojas y vainas son pubescentes. Presenta inflorescencias racemosas axilares de color blanco o púrpura. El fruto es una vaina dehiscente, que contiene de tres a cuatro semillas. Las semillas son esféricas, del tamaño de un chícharo y de color variable amarillo, negro, verde o castaño. Cien semillas de las variedades comerciales pesan de 10 a 20 gr. La raíz principal por lo regular mide 40 a 50 cm; tanto la raíz principal como las secundarias presentan nódulos fijadores de nitrógeno.

- Origen

Es una planta originaria de Asia, de la región de China, Japón e Indochina. Existen referencias escritas de su uso en China desde mucho antes del año 2,838 a.C.

- Importancia económica y distribución

La soya es la oleaginosa que ocupa la mayor superficie de cultivo en el mundo y la que genera el mayor volumen de producción. Se cultiva en casi todos los países de clima templado. Su alto valor económico radica en la calidad de su aceite y pasta protéica que poseen gran valor industrial. Entre los principales países productores están: Estados Unidos, Brasil, Argentina y China. En México, durante el 2004, se sembraron 96,420 ha (0.44 % de la superficie nacional), que produjeron 133,346 ton, con un valor de

producción de \$362'589,604.00 (0.17 % del total nacional). Los principales estados productores fueron: Tamaulipas, Chiapas, San Luis Potosí, Veracruz y Campeche (23).

- Valor nutricional y usos

Actualmente la soya se considera como uno de los alimentos más sanos y nutritivos; es baja en carbohidratos, muy rica en proteínas y posee ocho aminoácidos esenciales; tiene altos valores de minerales como K, P, Ca y Mn, y es baja en Na. Aporta vitaminas E, K y del complejo B, además de lecitina y fibra. Es rica en ácidos grasos y baja en grasas saturadas. Su contenido de lípidos es de un 15 a un 20 %.

Sus usos en la industria alimentaria, tanto para el consumo humano como para la producción de concentrados para animales, son muy variados. De la semilla se obtienen tres productos básicos: aceite, harina y leche de soya; los dos últimos se usan para preparar una gran cantidad de alimentos muy apreciados en el mercado de productos naturales.

El aceite se obtiene mediante el prensado de las semillas. Este método se ha usado por siglos en el Lejano Oriente, y sólo en tiempos recientes se ha extendido a otros continentes. Las variedades cultivadas contienen del 14 al 24 % de aceite. Por sus características, el aceite de soya es intermedio entre el de linaza y el de algodón. Contiene lecitina, ácidos poliinsaturados: linoleico, oleico y linoléico; ácido palmítico y esteárico. Una vez refinado, puede usarse como aceite de mesa o de cocina, aunque la mayor parte se destina a la fabricación de margarina, mayonesa, chocolates y otros productos comestibles.

Sus usos industriales son cada vez más diversos, pues se utiliza para fabricar adhesivos, pulverizantes, plásticos, detergentes, fertilizantes y muchos otros productos. En la industria farmacéutica se utiliza como excipiente en los medicamentos. La torta de aceite o harina de soya contiene un 40 a 48 % de proteína y es un valioso alimento para el ganado.

- Variedades

Existen más de 3,000 variedades, las cuales se clasifican en función de su madurez y duración de su ciclo vegetativo; las hay desde 90 días, hasta de casi 200. En la elección de una variedad, además de los factores de temperatura, humedad y suelo, se debe considerar la duración del día.

- Requerimientos del cultivo

El cultivo se adapta al tipo de suelo, siempre y cuando el pH sea ligeramente ácido o neutro; durante su desarrollo, requiere de al menos 300 mm de agua y no tolera los encharcamientos. La temperatura óptima para la siembra fluctúa entre los 18° y 25° C, mientras que para la floración es de 25° C. Es una planta de fotoperíodo corto (16).

4. Nabo, colza o canola (*Brassica campestris* L., *Brassica napus* L. y *Brassica rapa* L., Brassicaceae)

Es una hierba bianual de 1.2 a 1.5 m, que se trata como anual; posee una silicua 5 a 11 cm de largo, con un falso septo que separa una pequeña semilla exalbuminosa. La raíz que es pivotante, engrosada en la parte superior, constituye la parte comestible de la planta.

- Origen

La especie *Brassica napus* se considera originaria del noroeste de Europa y Escandinavia, aunque también se cree que Asia Central es su posible centro de origen, de donde se extendió a otras partes del mundo (17).

- Importancia económica y distribución

En épocas anteriores a la introducción de la papa, el nabo constituyó un alimento básico para diversos grupos étnicos de Europa. Luego cobró importancia como planta forrajera en diversas partes del mundo. En 1950, China empezó a darle uso como planta oleaginosa; sin embargo, su cultivo presentaba problemas, como el no contar con herbicidas selectivos que permitieran diferenciarlo de su pariente silvestre (*Brassica campestris* L.), que en esencia es idéntica, pero con un alto contenido de ácido erúxico, un componente tóxico para el ser humano. En 1970, en Canadá se produjeron las variedades *Brassica napus* L. y *Brassica rapa* L. de la hibridación de la col (*Brassica oleracea* L) y el nabo silvestre (*Brassica campestris* L), en las cuales se redujo el contenido de ácido erúxico a niveles no tóxicos. Ahora, el cultivo de esta planta con el nombre de canola (canadian oil acid low) se incrementó notablemente, al punto de convertirse en el segundo cultivo oleaginoso del mundo. Los principales países productores son: China, Canadá, India, Francia, Australia y el Reino Unido. En México, en 2004 se sembraron 1,370 ha que produjeron 2,105 ton con un valor de producción de \$ 7'344,401.00. Adicionalmente se sembraron 140 ha para producción de semilla, de las cuales se obtuvieron 252 ton, con un valor de \$706,160.00 (23).

- Valor nutritivo y usos

El nabo contiene carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales, vitaminas,

especialmente la C y fibra; la semilla produce de 30 a 45 % de un aceite de alta calidad, que contiene el 50 % de los ácidos grasos que presentan los aceites de oliva, girasol y maíz; 59 % de ácidos grasos monoinsaturados, y 30 % de ácidos poliinsaturados, de los cuales un 20 % es ácido linoléico y un 9 % ácido linolénico. El producto que se obtiene del prensado en frío de las semillas, es comestible; se utiliza para untar las hogazas de pan antes de ponerlas en el horno. Se emplea también para lámparas, aceitar géneros, templar las planchas de acero y como lubricante para maquinaria delicada. Por sus propiedades, tiene uso en las industrias de los herbicidas y de los lubricantes, y también se puede usar como biodisel. La pasta o torta que resulta de la extracción de aceite tiene un alto valor forrajero y se utiliza para alimentar porcinos, ovinos y aves (1).

Las hojas y la raíz (nabo) se utilizan para alimentación humana; también existen variedades forrajeras de las que se utiliza la raíz para la alimentación de cerdos. En México, la planta se aprovecha como hortaliza, para forraje de ganado lechero, y la vaina se utiliza como alimento para pájaros (1).

Requerimientos de cultivo

La canola es un cultivo de climas fríos, que se adapta a casi todo tipo de suelos, siempre y cuando no formen costra; aunque prospera mejor en los suelos francos, crece bien en suelos sumamente arcillosos; requiere mayor humedad que el trigo y temperaturas frías durante la noche (3).

5. Olivo (*Olea europaea* L., Oleaceae)

El olivo es un árbol perennifolio de escasa altura; raras veces excede de 12 m. Tiene muchas ramas delgadas, con ramas secundarias y hojas opuestas; éstas cortamente pecioladas, enteras, agudas y lisas, de alrededor de 6 cm de largo, color verde pálido por arriba y grisáceo por abajo. La corteza es gris pálido y las flores numerosas, pequeñas y blancas. El fruto llamado aceituna es una drupa de 2 a 3 cm de longitud, de forma ovoide. La parte carnosa contiene abundante aceite y una sola semilla.

- Origen

El olivo parece ser originario de las costas de Siria, Líbano e Israel, particularmente de Palestina, aunque también se considera que pudo tener su origen en el Asia Menor. Es posible que los fenicios lo hayan llevado a España, de donde pasó a Grecia y luego a Italia. En el continente americano se introdujo a México y el Perú en 1560. En California se cultivó, por primera vez, en 1769.

- Importancia económica y distribución

El olivo se encuentra ligado al hombre desde los tiempos más antiguos. Junto con los cereales y la vid, constituyó la base de la alimentación de los pueblos de la región mediterránea. Actualmente se cultiva en diversas partes del mundo, principalmente en los países mediterráneos, y en menor escala, en Australia, el sur de África, Sudamérica, México y Estados Unidos. El principal productor es España, con el 27 % de la superficie mundial; le siguen Italia, Grecia, Turquía y Túnez. En México, durante el 2004 se reportó una superficie sembrada para este cultivo de 7,654 ha, que produjo 10,030 ton de aceituna. El valor de la producción fue de \$ 46'450,000.00 (23).

- Valor nutricional y usos

Es la planta aceitera por excelencia, pues su aceite se considera el de mejor calidad, gracias a sus propiedades nutritivas. Contiene triglicéridos y ácidos grasos libres, entre éstos el más abundante es el ácido oleico, que es monoinsaturado; en menor cantidad contiene ácidos poliinsaturados linoleico y linolénico. Los ácidos grasos saturados se encuentran en igual o menor cantidad que en los otros aceites. Por ser un aceite completamente natural, sin aditivos ni conservadores, es sumamente apreciado en la cocina; entre sus efectos benéficos en el organismo están el que reduce el nivel de colesterol, disminuye el riesgo de infarto, las probabilidades de trombosis y la acidez gástrica.

El fruto o aceituna se consume fresca o se utiliza en la producción de aceite. Históricamente el aceite de oliva ha tenido numerosos usos: en la cocina, en la medicina tradicional, para alumbrar, en la higiene y la belleza personal, y como lubricante e impermeabilizante de textiles. Además de los usos típicamente cotidianos, también tuvo usos ceremoniales: en las religiones hebrea y cristiana y en las ceremonias reales. En la mitología griega, el olivo era considerado símbolo de paz, fertilidad, prosperidad y victoria.

El aceite se obtiene básicamente por presión o centrifugación. El método clásico es el de presión. La pasta que se obtiene de las aceitunas molidas se bate y se somete a presión en frío, en prensas hidráulicas. El aceite de mejor calidad se extrae de la primera prensada. El centrifugado es un método más moderno y consiste en colocar la pasta batida en una centrífuga, en la cual, por decantación, se obtiene el aceite y un subproducto llamado orujo, del que también se fabrica aceite. En algunos casos, las tortas resultantes del proceso de extracción se utilizan como alimento para el ganado o como sustituto del humus, para acondicionar el suelo.

El aceite de oliva es un líquido de color amarillo pálido, a veces con tinte verdoso. La cantidad de materia colorante presente como clorofila o caroteno, parece determinar la natural fluorescencia del aceite a la luz ultravioleta. Una de sus cualidades más importantes es que puede guardarse durante mucho tiempo y sólo se enrancia si permanece expuesto al aire. Se clasifica en aceite de oliva virgen y en aceite de oliva refinado. El aceite de oliva virgen es el que se obtiene exclusivamente por procesos físicos y en condiciones de temperatura que no alteren sus propiedades; conserva el sabor, aroma y vitaminas de la aceituna. De acuerdo a su acidez, expresada en ácido oleico, se clasifica en extra, fino, semifino y lampante; este último no se permite para consumo directo.

El aceite de oliva refinado es el que se obtiene de la refinación por procedimientos químicos de aceites de alta acidez; este aceite pierde sus cualidades naturales de olor, color y sabor. El producto que se comercializa como aceite de oliva, es una mezcla de aceite de oliva virgen con aceite refinado (15).

- Variedades

Las variedades de olivo se clasifican, según su uso, en variedades de mesa y de aceite; entre las primeras destacan la manzanilla de Sevilla y la gordal sevillana, mientras que entre las de aceite se mencionan la picual, arbequina, hojiblanca, picudo y la cornicabra o cornezuelo.

- Requerimientos de cultivo

Es un cultivo poco exigente que prospera en casi cualquier tipo de suelo. Por lo general se cultiva en altitudes inferiores a 700 msnm; sin embargo, en España y Marruecos se cultiva por encima de los 1,000 msnm. No soporta temperaturas menores de 10° C. Aunque necesita calor, es sensible a las altas temperaturas durante la época de floración. Tolera bien la sequía y su óptimo de precipitación es de 650 mm (15).

6. Girasol (*Helianthus annuus* L. , Asteraceae)

Hierba anual, variable, erecta, frecuentemente sin ramas, con tallos de 0.7 a 3.5 m de alto, hirsuta, con hojas alternas, ovadas; lámina con tres venas principales, de 10 a 30 cm de largo por 5 a 20 cm de ancho, ápice agudo o acuminado; hojas inferiores opuestas y cordadas; inflorescencia terminal en el tallo principal, de 10 a 40 cm en diámetro; flores exteriores neutras, con corola ligulada amarilla; flores del disco numerosas, arregladas en espiral, perfectas; aquenios ovoides, comprimidos, ligeramente angulados, cada uno produce una semilla.

- Origen

El girasol es la única planta que se domesticó en el territorio de Estados Unidos. Se cree que el proceso se inició alrededor de 1,000 años a.n.e. Los españoles llevaron el girasol a Europa desde 1,510, pero no fue apreciada por los europeos como una planta alimenticia hasta que llegó a Rusia, a finales del siglo XIX.

- Importancia económica y distribución

Es la oleaginosa más cultivada en el mundo, pues se cultiva en los cinco continentes y ocupa amplias extensiones en Europa; en algunos países de Asia y del continente Americano. Los países de la ex Unión Soviética, Europa del este, Argentina, la Unión Europea y Estados Unidos son los principales productores. En México, la siembra y producción de girasol en el 2004 fue poco significativa, ya que se sembraron 104 ha y se produjeron 232 ton, con un valor de producción de \$ 726,000.00.

- Valor nutritivo y usos

Las semillas contienen hidratos de carbono, proteínas y del 25 al 35 % de aceite; algunas variedades, sobrepasan el 50 %, por lo que se usa para la producción de un excelente aceite de mesa, que se utiliza también en la elaboración de margarinas y sustitutos de la manteca de cerdo; igualmente tiene propiedades que le hacen útil en las industrias de la pintura, barniz y jabón.

La cáscara de la semilla y las cabezas son utilizadas para producir harina que se emplea como forraje, principalmente para aves, aunque también se usa para alimentación de ovinos y bovinos. La flor es utilizada con fines ornamentales y es una excelente planta melífera. Tradicionalmente la producción se ha encauzado hacia la producción de aceite, aunque en los últimos años su uso como botana se ha incrementado notoriamente.

- Variedades

Las diversas variedades se clasifican según su rendimiento, contenido total de aceite, porcentaje de ácido oleico, inmunidad a algunas enfermedades, duración del ciclo y altura de la planta.

- Requerimientos de cultivo

Se adapta a diversos tipos de suelo, aunque se desarrolla mejor en suelos arcillo arenosos, ricos en materia orgánica, con un buen drenaje y capa

freática a poca profundidad. Es poco tolerante a la salinidad, por lo que su contenido de aceite disminuye cuando la salinidad se incrementa. Su rango de temperatura es de 13° a 30° C; las temperaturas altas durante la floración y llenado de grano hacen que disminuya la producción. Es una planta con altos requerimientos de agua, sobre todo en la etapa de formación y llenado de la semilla. La cantidad de luz también es un factor importante en su desarrollo.

7. Cacahuete (*Arachis hypogaea* L., Fabaceae)

Planta anual, a veces rastrera, con hojas más bien pequeñas, pinato-compuestas, lisas. Después de que las flores son polinizadas, se desarrolla un tallo corto en la base de la flor, denominado ginóforo, que crece hacia abajo y penetra en el suelo, por lo que el cuerpo fructífero se desarrolla completamente subterráneo. Las semillas, la parte comestible, están encerradas en una vaina fibrosa y miden de 0.6 a 1.9 cm de largo; su forma varía desde globosas a elongadas. Existen hasta 20 clases de cacahuete, que difieren en su aspecto y tamaño.

- Origen

Es una planta originaria de la parte tropical de América del Sur: Brasil, Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay, y presenta alrededor de 80 especies. Su domesticación sucedió hace 3,000 a 2,500 a.C.; se introdujo a África el siglo XVI, por los barcos de esclavos portugueses; de la misma manera, llegó a Europa y a Estados Unidos.

- Importancia económica y distribución

El cacahuete es un alimento altamente nutritivo y, en consecuencia, tiene importancia en la dieta de millones de personas que no pueden adquirir proteínas y grasas animales. Se cultiva en grandes extensiones de China, India, África, Brasil y sur de los Estados Unidos; en este último país se cultiva el cacahuete español, ya que tiene un mayor contenido de aceite. En México, en el año 2004 se sembraron 67,225 ha (0.3 % de la superficie sembrada), que produjeron 98,940 ton; el valor de la producción fue de \$ 544'642,945.00 (0.25 % del total nacional). Los principales estados productores fueron: Sinaloa, Chiapas, Chihuahua, Puebla y Oaxaca.

- Valor nutritivo y usos

Medio kilogramo de cacahuete proporciona 3,000 calorías, mientras que la misma cantidad de carne de ternera produce 1,000 calorías; fresco

contiene de 20 a 50 % de proteínas y de 40 a 50 % de grasa, además de cistina, tiamina, riboflavina y niacina. Se consume como aperitivo, salado, horneado o tostado, como mantequilla o pasta de cacahuete, y tiene numerosos usos culinarios y en repostería. De esta leguminosa se obtiene aceite, margarina y glicerina; el residuo se aprovecha como alimento para el ganado y la sustancia proteínica se usa en la manufactura de una fibra sintética.

Las semillas, que contienen del 40 al 50 % de aceite, se descascaran, limpian y trituran para extraerles el aceite por medio de prensas hidráulicas o expulsoras; debido a su elevado contenido de aceite, una vez molidas, resulta difícil exprimir las. Las tortas resultantes del proceso de extracción de aceite constituyen un excelente forraje, ya que contienen un alto contenido de proteína. Los pericarpios molidos se usan como adulterantes de drogas pulverizadas.

Existen varios genotipos que muestran diferencias en las cantidades relativas de los ácidos grasos contenidos en el aceite. Estudios recientes han tratado de encontrar la relación entre una elevada producción de aceite, en las diferentes variedades ensayadas, y su base molecular. Algunas variedades de cacahuete mutantes contienen hasta un 80 % de grasas, principalmente monoinsaturadas.

- Requerimientos de cultivo

Su cultivo requiere abundancia de sol, mucho calor y pluviosidad moderada. Sólo rinde al sur de los 36º de latitud Norte. Prefiere terrenos arenosos, aunque puede cultivarse en cualquier suelo profundo, bien abonado y lo bastante suelto como para que el fruto en maduración pueda penetrar en él.

E. LITERATURA CITADA ↑

1. Aguilar Figueroa Pablo. Canola: una excelente alternativa para la conversión productiva en valles altos de México. <http://portal.aniname.com/uploads/canola> consultado el 14 de abril de 2006.
2. Anónimo. El olivo. <http://www.jaengaleon.com/olivo.htm> consultado el 14 de abril de 2006.
3. Baker, H.G. 1968, Las plantas y la civilización. Serie Fundamentos de la Botánica. Herrero Hermanos Sucesores. México. 193 p.

4. Calvo Aldea Diodora. 2003. La soja: valor dietético y nutricional. http://www.diodora.com/documentos/nutrición_soja.htm#_toc.42093398 consultado el 15 de abril de 2006.
5. Casasola Moreno P. Vida y obra de granos y semillas. <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm> Consultado el 12 de abril de 2006
6. Díaz-Zorita Martín. G. A. Duarte, E. Plante. 2003. El Cultivo de girasol. http://www.asgir.org.ar/publicaciones/cuadernillo_web.pdf consultado el 13 de abril de 2006.
7. Fernández A, 1994. Cromosomas y evolución en *Arachis (Leguminosae)*. Bol. Soc. Arg. Bot.
8. Hill, A.F. 1965. Botánica económica. Omega. Barcelona, España. pp. 326-394.
9. Hughes H.D. et al., 1962. Crop Production. Principles and practices. McMillan. N.Y.
10. InfoAgro.com. El cultivo de algodón. <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/algodón.asp> consultado el 14 de abril de 2004.
11. InfoAgro.com. El cultivo de girasol. <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol.asp> consultado el 13 de abril de 2006.
12. InfoAgro.com. El cultivo del olivo. <http://www.infoagro.com/olivo/olivo.asp> consultado el 14 de abril 2006.
13. InfoAgro.com. La soja. <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.asp> consultado el 15 de abril de 2006.
14. Infojardín. Nabo de mesa, Col verde, Nabiza. <http://www.infojardin.com/fichas/hortalizas-verduras/nabo-mesa-col-verde-nabiza.htm> consultado el 14 de abril de 2006.
15. International Plant Genetic Resources Institute. http://www.ipgri.cgiar.org/training/exsitu/web/m_ppal_introduccion.htm. Consultado el 12 de abril de 2006
16. Maiti R.K. 1997. *Phaseolus* spp: bean science. Science Publishers. USA
17. Maiti R.K. y Weshe-Ebeling, P. 2002. Advances in peanut science. Science Publishers in press.
18. National cottonseed products association (NCPA). Aceite de algodón.

http://www.cotonseed.com/en-espanol/sp_csobr.asp consultado el 16 de abril de 2006.

19. SEP-Trillas. 1982. Cultivos básicos. Manuales para la educación agropecuaria. Trillas. México, D.F.
20. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2004. Anuario estadístico de la producción agrícola, Resumen nacional/ciclicos y perennes/riego + temporal. http://w3.siap.sagarpa.gob.mx8080/siap_apb/
21. Sundararaj, D.D., G. Thulasidas. 1980. Botany of field crops. Mc Millan. India. pp.9-169.
22. Wiersema, J. H. Germplasm Resources Information Network (GRIN)-Taxonomy: Economic plants. USDA-Agricultural Research Service, EUA. Internet, <http://www.ars-grin.gov/npgs/tax>. consultado el 16 de abril de 2006.

F. LAS PLANTAS COMO FUENTE DE PROTEÍNAS -LEGUMINOSAS- ↑

Todas las especies pertenecientes a la familia Fabaceae son las que conocemos como leguminosas de grano, cuya principal utilidad reside en las semillas. La familia Fabaceae es de las más numerosas entre las familias de plantas superiores. Agrupa a distintos tipos de vegetales como árboles, arbustos, lianas y plantas herbáceas de extensa distribución mundial. Muchas de ellas tienen una gran significación económica como alimento humano. Entre las más conocidas están las leguminosas comestibles: el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el haba (*Vicia faba* L.), el chícharo (*Pisum sativum* L.), el garbanzo (*Cicer arietinum* L.), la soya (*Glycine max* (L.) Merr.), el cacahuate (*Arachis hypogaea* L.), la lenteja (*Lens culinaris* Medik.), debido a su aporte de proteínas y carbohidratos a la dieta. Otras fabaceas tienen otros usos que son muy importantes: forrajero (alfalfa, tréboles, etc.), forestal, ornamental, medicinal e industrial.

Una característica importante que distingue a las leguminosas de los cereales, es su capacidad para utilizar el nitrógeno atmosférico e incorporarlo a sus tejidos. Este proceso es posible debido a la asociación de las plantas con bacterias como *Rhizobium*, la cual forma nódulos en las raíces. Estas bacterias utilizan el nitrógeno atmosférico en su propio metabolismo y lo convierten en sustancias que contienen nitrógeno, las cuales aprovechan las leguminosas para generar las proteínas y los ácidos nucleicos necesarios para su crecimiento. El nitrógeno es uno de los

elementos esenciales para la nutrición de las plantas, que tiene como efecto indirecto la producción de semillas de alto contenido proteico. Cuando las leguminosas mueren y sus tejidos se descomponen, liberan compuestos con nitrógeno que utilizan otras plantas.

El atributo nutricional más importante de las leguminosas es su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por cereales, aunque tal efecto está limitado por la deficiencia de aminoácidos azufrados y por los llamados factores antinutricionales. En consecuencia, estos factores limitantes son de importancia por su origen genético y, por tanto, se consideran prioritarios en los diversos programas de mejoramiento genético.

1. Frijol (*Phaseolus* spp, Fabaceae)

Phaseolus vulgaris L. es la especie mejor conocida y más distribuida del género *Phaseolus* y se le conoce de muy diversas maneras: frijol común, poroto, fréjol, fríjol, frijol de castilla, frijol caraota, frijol seco, frijol de rienda, frijol mono, habichuela, judía común, alubia, cholo, ayocote, ejote feijao, judía verde (french bean), kidney bean, haricot bean, field bean, snap bean, stream bean, wax bean.

Es una hierba anual, erecta o trepadora, de flores pequeñas blancas o coloreadas, hojas trifoliadas y legumbres estrechas. Se cultiva como frijol enano o como frijol de enrame y comprende más de 1,000 clases diferentes.

- Origen

Fueron tres las especies de frijol domesticadas en el continente americano. Dos de ellas: *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus acutifolius* A. Gray., raramente se han encontrado en los sitios arqueológicos, por lo que parece jugaron un papel marginal en la vida de los primeros agricultores americanos. En contraste, el frijol lima, (*Phaseolus lunatus* L.) junto con el frijol común, se cultivaba en grandes áreas a la llegada de los españoles. La difusión de varias especies de frijol hacia el sur del continente se realizó desde México. La difusión al resto del mundo se inició a partir del descubrimiento de América. Los españoles y portugueses lo introdujeron a Europa, Africa y otras partes de América.

La característica más común para marcar la domesticación, es el incremento en el tamaño de las semillas, determinado por la medición directa de las semillas o por la medición de la vaina que las contiene. Otro marcador

morfológico de domesticación se encuentra en las vainas, a partir de la reducción de la dehiscencia; una vez que se deshidrata la capa interna de tejido, las dos valvas de las vainas silvestres expelen las semillas con fuerza al abrirse las suturas de unión. Esta capa interna de las vainas se redujo en las plantas domesticadas, por lo que se abren con mayor dificultad.

La evidencia más antigua del frijol común domesticado en México, se encontró en forma de un fragmento de vaina recuperado en una excavación en el Valle de Tehuacan. La determinación de la edad de esta muestra indicó una edad aproximada 2,285 años. Los estudios más recientes sobre domesticación y aparición de diferentes especies, muestran que el principal lugar de origen del género *Phaseolus* fue Mesoamérica, especialmente México. Esta teoría se confirma por el hecho de que en el país se han identificado 47 de las 55 especies clasificadas en este género, además de que aquí se han encontrado los verdaderos antepasados silvestres de las cinco especies cultivadas, entre ellas el frijol común.

En estudios evolutivos que se realizan con base al polimorfismo enzimático en líneas parentales y progenie de *Phaseolus vulgaris* L., la faseolina aparece como la mayor fracción proteica de reserva en especies del género *Phaseolus*. Sobre la base del estudio de las faseolinas presentes en las semillas de *Phaseolus* y de otras variables, tales como el tamaño de la semilla, se han diferenciado algunas rutas específicas de diseminación de este género, por lo que los principales centros de domesticación de este cultivo se ubican en Mesoamérica.

El frijol silvestre contemporáneo es el material a partir del cual se domesticaron las formas modernas de frijol común. Está claro que muchos de los materiales silvestres no se han domesticado, como lo muestra el hecho de que en 1986 se encontró en uno de ellos una proteína que le confiere resistencia contra el ataque de gorgojo, la principal plaga de almacén de este cultivo. A este material se le denominó arcelina, ya que se recolectó en la comunidad de Arcelia, Guerrero, México. Otro tipo de frijol es el criollo, material que no se ha manipulado genéticamente y que, desde tiempo atrás, se siembra por los campesinos en forma local en casi todos los estados de México.

El frijol mejorado corresponde a las modernas variedades generadas por los programas de mejoramiento genético de esta leguminosa. El frijol enmalezado, es el producto de la cruce entre frijol silvestre y criollo, o entre frijol silvestre y el mejorado.

- Importancia económica y distribución

Por ser la fuente principal de proteína, el frijol es la leguminosa más estudiada en América Latina. Su importancia alimenticia se debe al menor costo de su proteína en relación con la proteína de origen animal, por lo que el frijol común continúa siendo, junto con el maíz, la base de la alimentación de los mexicanos; su aporte nutricional es más importante a medida que se desciende en la escalera económica de la sociedad. Esta leguminosa complementa al maíz, particularmente a la tortilla, con una buena parte de los nutrimentos de que esta carece, lo que genera una complementación que se acerca a una calificación de excelencia, desde el punto de vista nutricional.

El frijol se cultiva en los países templados durante el período cálido del año, y durante la época fría en los países tropicales. La superficie que se sembró en el mundo el año 2000, fue de 26'286,000 ha, en las que se obtuvo una cosecha de 14'286,000 ton. Los principales productores son: India, Brasil, Estados Unidos, México y China.

En México se siembra en todas las entidades federativas, las cuales comprenden una amplia diversidad de ambientes. El área que se sembró en 2004 fue de 1'822, 604 ha (el ocho % de la superficie cultivada), la producción total fue de 988,872 ton, con un valor de la producción de \$ 6'663,330,921.00 (el tres % del total nacional). Destacan por su área cosechada los estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Chiapas, Sinaloa y San Luis Potosí.

- Valor nutricional y usos

El frijol es una importante fuente de proteínas y carbohidratos, vitaminas del complejo B (niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina), minerales, fibra y grasas. Los frijoles más pigmentados, especialmente los oscuros, contienen compuestos que los hacen un excelente alimento nutraceutico; es decir, que adicional a su función nutricional, pueden ejercer en los consumidores asiduos un papel protector de ciertas enfermedades cardiovasculares y cancerígenas.

- Variedades

Existe una gran diversidad de plantas del género *Phaseolus* cultivadas por su importancia alimenticia, aunque muchas sólo tienen relevancia a nivel local. Las diversas variedades se diferencian por el tamaño, la forma,

el color de la semilla y por el tipo de crecimiento (Cuadro 4). En México se siembran, por lo menos, 14 variedades, de las cuales flor de mayo y negro Zacatecas son las que ocupan la mayor superficie sembrada.

Cuadro 4. Algunas variedades de frijol

Variedad	Características
Frijol bayo	Es una de las variedades de frijol más común en México. Se utiliza para preparar frijoles refritos, como guarnición, y para preparar sopas.
Frijol carita(EUA)	Legumbre con textura suave es fuente de folato, P, Mn, Zn, Fe, Mg y tiamina.
Frijol de riñón	Grande, sabor a carne, color rojo oscuro.
Frijol negro	Frijol pequeño y sabroso. Se utiliza en América Latina.
Frijol peruano	Excelente fuente de carbohidratos, Mg y floacina.
Frijol pinto	Frijol largo y moteado. Tiene mucha fibra. Popular en América del Norte

- Requerimientos del cultivo

Si bien el frijol puede crecer en una gran variedad de suelos. Para la obtención de buenos rendimientos es necesario un suelo fértil, con abundante Ca y buen drenaje, además de un clima templado a cálido. No tolera las heladas.

2. Soya (*Glycine max* (L.) Merr., Fabaceae)

La planta de soya es una herbáceo anual, de tallo rígido, erecto y por lo regular ramificado, con una altura que varía de 0.4 a 1.5 m, según la variedad. Las hojas son trifoliadas, alternas, compuestas, excepto las basales que son simples. Los tallos, hojas y vainas son pubescentes. La planta presenta inflorescencias racemosas axilares de color blanco o púrpura. El fruto es una vaina dehiscente, que contiene de tres a cuatro semillas. Las semillas son esféricas, del tamaño de un chícharo y de color variable amarillo, negro, verde o castaño. Cien semillas de las variedades comerciales pesan de 10 a 20 gr. La raíz principal por lo regular mide de 40 a 50 cm; tanto la raíz principal como las secundarias presentan nódulos fijadores de nitrógeno.

- Origen

Es una planta originaria de Asia, de China, Japón e Indochina. Existen referencias escritas de su uso en China desde mucho antes del año 2838 a.C.

- Importancia económica y distribución

La soya es la oleaginosa que ocupa la mayor superficie de cultivo en el mundo y la que genera el mayor volumen de producción. Se cultiva en casi todos los países de clima templado. Su alto valor económico radica en la calidad de su aceite y de la pasta proteica, que poseen gran valor industrial. Entre los principales países productores están Estados Unidos, Brasil, Argentina y China. En México, durante el 2004 se sembraron 96,420 ha (0.44 % de la superficie nacional), que produjeron 133, 346 ton, con un valor de producción de \$362'589,604.00 (0.17 % del total nacional). Los principales estados productores fueron Tamaulipas, Chiapas, San Luis Potosí, Veracruz y Campeche.

- Valor nutricional y usos

Actualmente la soya se considera uno de los alimentos más sanos y nutritivos; es baja en carbohidratos, muy rica en proteínas, posee ocho aminoácidos esenciales, tiene altos valores de minerales como K, P, Ca y Mg, y es baja en Na. Aporta vitaminas E, K y del complejo B, además de lecitina y fibra. Es rica en ácidos grasos y baja en grasas saturadas. Su contenido de lípidos es de un 15 a un 20 %.

Sus usos en la industria alimentaria, tanto para la alimentación humana como en la producción de alimentos concentrados para animales, son muy variados. De la semilla se obtienen tres productos básicos: aceite, harina y leche de soya. Estos dos últimos se usan para preparar una gran cantidad de alimentos muy apreciados en el mercado de productos naturales.

- Variedades

Existen más de 3,000 variedades que se clasifican en función de su madurez y la duración de su ciclo vegetativo; las hay desde las de 90 días hasta las de casi 200. En la elección de una variedad, además de los factores de temperatura, humedad y suelo, se debe considerar la duración del día.

- Requerimientos del cultivo

La soya se adapta a todo tipo de suelo, a condición de que el pH sea

ligeramente ácido o neutro; durante su desarrollo requiere de al menos 300 mm de agua y no tolera los encharcamientos. La temperatura óptima para la siembra fluctúa entre los 18° y 25° C, mientras que para la floración requiere de 25° C. Es una planta de fotoperíodo corto.

3. Garbanzo (*Cicer arietinum* L., Fabaceae)

Es una planta anual, muy ramificada, que alcanza los 60 cm de altura y madura en un lapso de 90 días. Las hojas pueden ser paripinadas o imparipinnadas; las flores son axilares y solitarias, mientras que los frutos son vainas cortas con una o dos semillas redondeadas y rugosas, que tienen una elevada proporción de proteínas. Tiene un sistema radicular bien desarrollado.

- Origen

El probable lugar de origen del garbanzo es la región entre el Cáucaso y el Himalaya. Su cultivo data de épocas antiguas, pues ya era conocido por los egipcios, hebreos y griegos. Alcanzó gran difusión desde la época de los romanos. Es una legumbre muy apreciada en los países mediterráneos, y en ciertas regiones de Asia y en América.

- Importancia económica y distribución

Como leguminosa de grano seco, ocupa el segundo lugar en importancia detrás del frijol. De las poco más de 10 millones de ha que se siembran en el mundo, aproximadamente siete se cultivan en India. Se siembra en países como Italia, Grecia, Rusia, Rumania, Egipto, algunas partes de Africa, España, Centro y Sudamérica, y Australia. Las estimaciones mundiales acerca de su área cultivada reflejan su importancia: 10'400,000 ha.

En México, la extensión que se siembra es reducida, no obstante es el principal productor en Latinoamérica. En 2004 se sembraron 75,060 ha para consumo humano (0.34 %del total cultivado). La producción fue de 104,526 ton, con un valor de \$ 758'840,502.00 (0.36 %del total nacional). Los principales estados productores son: Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Michoacán y Jalisco.

- Valor nutricional y usos

Por su alto valor nutritivo, el garbanzo constituye un excelente alimento, pues contiene entre un 17 y un 24 %de proteína bruta, lo que significa que es rica en aminoácidos; aporta, además, glucidos, grasa, fibra y vitaminas del complejo B; aparte de su uso en alimentación humana, ya sea la semilla

o como harina, se emplea como forraje.

- Variedades

Existen tres variedades que se diferencian por el tamaño, forma y coloración de la semilla: la kabuli, la desi y la gulabi.

- Requerimientos de cultivo

Se adapta bien a las regiones áridas y semiáridas. Crece comúnmente como cultivo de invierno. Es una planta resistente a la sequía. Prospera en suelos silicio arcillosos y limo arcilloso, profundos, con buen drenaje, bien aireados, no yesosos. El pH adecuado fluctúa entre 6 y 9. Al parecer, en suelos muy ácidos le incrementan los problemas de *Fusarium*. La temperatura necesaria para que germine varía entre 25° a 35° C; menor temperatura retarda su germinación.

4. Chícharo (*Pisum sativum* L., Fabaceae)

Es una planta anual, glauca, trepadora o rastrera y provista de zarcillos; sus flores son blancas o coloreadas y las legumbres péndulas.

- Origen

El centro de origen exacto y el progenitor silvestre del chícharo son desconocidos. Diversos autores concuerdan que se encuentra en la zona comprendida desde el Mediterráneo, pasando por el medio oriente, hasta el suroeste de Asia. El chícharo es una de las plantas cultivadas más antiguas. Se han encontrado referencias escritas de que lo utilizaron pueblos neolíticos del cercano oriente, 7,000 a 6,000 años a.C. Su cultivo se expandió a regiones templadas y zonas altas de los trópicos de todo el mundo.

- Importancia económica y distribución

El chícharo se siembra en Europa, Africa, Asia y América. Entre los principales exportadores de esta legumbre están: Guatemala, Holanda, China, Francia y Kenia. México fue el décimo exportador en 2003. Durante 2004, en el país se sembraron 14,811 ha, de las cuales se obtuvieron 53,717 ton, con un valor de producción de \$ 263'835,209.00 El Estado de México es el principal productor de chícharo.

- Valor nutricional y usos

El chícharo contiene carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales entre los que destacan el Ca, el P y el K, además de vitaminas A, C y del complejo B.

Se consume como alimento en fresco y en alimentos procesados. Se utiliza también como forraje.

- Variedades

Pisum sativum L. ssp. *sativum* var. *macrocarpon* Ser. Se cultiva para consumo de sus vainas, que son comestibles por no presentar fibra en la unión de sus valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio. Esta última estructura, conocida también como pergamino, corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas que se ubica en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco a púrpura. Algunos de los nombres comunes de esta variedad son: chícharo, arveja, alverja, petipúa, cómelo todo, tirabeque, arveja china, snow pea, china pea, mange-tout, etc. En Chile se le conoce también con el nombre de sinhila.

Pisum sativum L. subsp. *sativum* var. *sativum*. Se cultiva fundamentalmente para obtener granos tiernos inmaduros, que pueden procesarse y destinarse al consumo humano ya sea para obtener producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco. Los nombres comunes de esta variedad son: arveja, guisante, garden pea, green pea, canning pea, pois, etc.

Pisum sativum L. ssp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir. Se cultiva principalmente para obtener granos secos, los cuales pueden utilizarse como alimento humano o animal. Los cultivares que se usan con fines forrajeros corresponden, también, a esta variedad botánica, cuyas flores son generalmente de color púrpura. Los nombres más comunes que se utilizan para denominar a esta variedad son: arveja seca, arveja forrajera y field pea.

Las semillas pueden presentar una forma globosa o globosa angular y un diámetro de 3 a 5 mm. Su testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violeta; la superficie puede ser lisa o rugosa. En los cultivares de semilla lisa, aproximadamente un 45 % del peso seco de la semilla corresponde a almidón; los cultivares de semilla rugosa, por su parte, presentan un menor contenido de almidón (34 %), pero mayor contenido de azúcares, especialmente de sacarosa. La velocidad de transformación de azúcares en almidón durante la madurez de la semilla, ocurre más lentamente en los cultivares de semilla rugosa; éstos, por lo tanto, presentan una fase más lenta de maduración al estado verde (Faiguenbaum, 1990).

- Requerimientos del cultivo

Crece bien en un clima templado-caliente y húmedo, con temperaturas entre 12 y 18° C. El chícharo no se produce bien en regiones tropicales ubicadas a menos de 1,300 msnm. Los climas cálidos secos interfieren en la producción. Prospera bien en suelos fértiles, de estructura media, como el franco limoso-arcilloso, profundos y bien drenados. Debe evitarse su siembra en suelos de estructura compacta; tolera suelos ácidos con pH de 5.5 a 6.5.

5. Haba (*Vicia faba* L., Fabaceae)

Es una hierba anual, robusta y erecta, de 60 a 120 cm, de altura, las hojas son alternas, compuestas, paripinnadas, de color verde; las flores se desarrollan en racimos axilares, frutos aplanados y semillas grandes. Existen más de 100 variedades.

- Origen

Se conoce desde los tiempos prehistóricos; probablemente se originó en Argelia o en el sudoeste de Asia. Los europeos la introdujeron al continente americano.

- Importancia económica y distribución

Se cultiva en diversos países de Europa, Asia, Africa y el continente americano. Los principales países productores son: Argelia, China, Chipre, Marruecos y España. En México, la superficie que se cultiva es mínima: en 2004 se sembraron 30,819 ha, de las que se obtuvieron 76,998 ton, con un valor de producción de \$ 266'292,444.00.

- Valor nutricional y usos

El haba es un frijol con sabor fuerte que puede comerse cruda; es una fuente útil de P y Mn. Contienen también Fe, Zn, folato, niacina y vitamina E. Tiene bajo contenido de grasa y alto de fibra. La parte que se utiliza como alimento es la semilla, aunque ésta y la planta entera sirven de forraje de animales domésticos. Las habas pueden consumirse en vaina, frescas, tiernas, maduras y secas.

Como haba en vaina proporciona beta caroteno, que el organismo convierte en vitamina A. Contiene Fe, niacina, vitamina C y vitamina E. La fibra ayuda a disminuir los niveles de colesterol en la sangre y a mantener fuertes los huesos y dientes.

Como haba fresca tiene un color verde pálido o blanco cremoso; su mejor momento es a finales de la primavera y a principios del verano. Sus

vainas deben estar crudas y crujientes; el color café indica descomposición.

Como haba tierna es muy sabrosa, y puede cocinarse y comerse con todo y vaina; tiene 7.5 cm de largo, aproximadamente.

Como haba madura tiene una vaina de hasta de 30 cm de largo, que debe quitársele antes de cocinarla. La congelación afecta poco su calidad nutricional.

Como haba seca debe remojarse durante 7 u 8 horas y enjuagarse bien antes de hervirla durante 40 minutos, hasta que esté blanda. Antes de utilizarla, se le retira la piel áspera. Una cocción prolongada reduce el contenido de los polisacáridos no digeribles que contiene el haba seca y, por lo tanto, disminuye la flatulencia.

- Requerimientos de cultivo

Su cultivo tiene mayores rendimientos cuando el clima es seco. En climas fríos es un cultivo de primavera. La germinación se realiza en temperaturas por debajo de los 20° C. Durante la floración y el llenado, es muy sensible a las altas temperaturas. Prospera en suelos arcillosos, mejor aún si son arcilloso-calizos, ricos en humus, profundos, bien drenados, con un pH varía entre 7.3 y 8.2.

6. Lenteja (*Lens culinaris* Medik., Fabaceae)

La lenteja es una planta herbácea, anual, semitrepadora, de tallo erecto, que regularmente mide entre 20 y 45 cm. Las hojas son paripinnadas con presencia de zarcillos. Los folíolos son ovalados y aplanados. Las flores son pequeñas de color blanco o azul. El fruto es una vaina corta y aplanada, que mide de 7 a 20 mm; contiene de una a dos semillas grisáceas en forma de lente. La forma y el tamaño de la semilla dependen del tamaño del fruto.

- Origen

Es la legumbre de cultivo más antiguo, proviene del sureste de Asia (Irak) y pronto se introdujo a Grecia, Bulgaria y Egipto donde se cultiva desde el año 2,200 a.C. en la región mediterránea y en Europa Central y Occidental, se cultiva desde el medioevo.

- Importancia económica y distribución

Es una legumbre que se cultiva en diversas partes del mundo y constituye

el alimento principal de la cocina del sur de Asia. Entre los principales países productores se encuentran España, Turquía y Estados Unidos, mientras que los primeros exportadores son: Canadá, Turquía, Estados Unidos, India y Australia. La superficie que se siembra en México es escasa, pues en 2004 se sembraron 8,645 ha, con una producción de 6,632 ton y un valor de producción de \$ 17'933,510.00.

- Valor nutritivo y usos

La lenteja es rica en proteínas y carbohidratos; aporta también vitaminas del complejo B y grasas en baja proporción. Las variedades de color verde y café ofrecen cantidades importantes de Fe y Mg, P, Zn, tiamina, vitamina B6 y folato. Se consume como alimento fresco o procesado. La planta es usada como forraje.

- Requerimientos de cultivo

Es un cultivo de invierno que se adapta bien a climas frescos; las temperaturas adecuadas para su desarrollo fluctúan entre los 6° a 28° C. Se cultiva desde los 100 msnm hasta los 3,100 de altitud, en suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica con pH entre 5.5 a 9. No tolera la salinidad.

7. Canavalia, haba blanca (*Canavalia ensiformis* (L.) DC., Fabaceae)

Se trata de una planta anual cuya altura varía de 0.6 a 1 m; los tallos son poco ramificados y las hojas son trifoliadas, de folíolos grandes, glabros de color verde oscuro. Posee una inflorescencia colgante con 10 a 20 flores de color violáceo, rosado o blanco; los frutos son grandes, ensiformes, aplastados y recurvados que pueden contener hasta 12 a 20 semillas oblongas a redondas, lisas, de color blanco.

- Origen

Cultivada desde las regiones sureñas de Estados Unidos hasta América del Sur. Su origen se encuentra en Centroamérica y las Antillas. Existe evidencia arqueológica de su cultivo desde hace varios miles de años en México, Perú y Arizona.

- Importancia económica y distribución

El potencial de esta planta como productora de granos con un alto contenido de carbohidratos y proteínas, además de su capacidad para fijar nitrógeno y proteger el suelo, la hacen una buena alternativa de

cultivo para las regiones tropicales. En la actualidad se siembra prácticamente en todas las regiones tropicales del mundo y se cultiva extensamente en el sur de los Estados Unidos. En el país se siembra en el estado de Chiapas, aunque no se localizaron cifras oficiales para este cultivo.

- Valor nutricional y usos

Las semillas de canavalia aportan proteínas, grasas, fibras, ceniza y carbohidratos. Las semillas tiernas, las vainas y las hojas se utilizan como verdura, aunque pueden utilizarse también en forma de harina, para preparación de pastas y galletas. Debido a que contiene sustancias tóxicas, los granos deben someterse a remojo prolongado antes de cocerlos, además de quitarles la cáscara. La canavalia tiene uso en la industria farmacéutica para la obtención de lecitina y ureasa. La planta entera se usa como abono verde, cultivo de cobertura y mejorador de suelo. También puede emplearse como alimento para rumiantes en crecimiento, postdestete, en niveles de 20 a 25 % de la ración alimenticia

La canavalia se siembra en suelos pobres a los que contribuye a mejorar, puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1,800 m de altitud, aunque el rango óptimo es de 0 a 900 m. La temperatura adecuada para su desarrollo varía entre 15° y 30° C. La precipitación óptima fluctúa entre 900 a 1,200 mm anuales. Aunque soporta bien la sequía y es inmune a la mayoría de las plagas.

8. Frijol de paloma (*Cajanus cajan* (L.) Millsp., Fabaceae)

Es una hierba anual o perenne, no trepadora o arbusto que llega a medir de 3 a 5 m. Las hojas son trifoliadas, con haz de color verde oscuro y envés de color verde claro. Las flores de color amarillo con manchas rojizas, o amarillo y púrpura, crecen en racimos. El fruto es una vaina que contiene de 5 a 7 granos que varían, de color amarillento o crema. Sus raíces son profundas y maduran rápidamente.

- Origen

El guisante o frijol de paloma se considera originario de Africa occidental o India. Actualmente se cultiva en todas las regiones tropicales del mundo.

- Importancia económica y distribución

En los países donde se produce, constituye un cultivo de auto consumo. Algunos países productores son: India (90 % de la producción), Uganda y

otros países de Africa. Las Antillas, Bahamas, Panamá, Brasil, Venezuela, Honduras y Argentina. En México se utiliza en el trópico, en sistemas agro pastoriles, como planta de uso múltiple con potencial silvopastoril.

- Valor nutricional y usos

Desde los tiempos primitivos, sus semillas tiernas o maduras se utilizan como alimento para el hombre y los animales. Las semillas tienen un alto contenido de proteínas (20 a 26 %) y es muy rica en lisina y metionina; maduras, se utilizan para preparar sopas, papillas y harinas. Las vainas y semillas inmaduras se usan en ensaladas y conservas. La planta es un excelente forraje verde que produce hasta tres cortes por año, a condición de que no se corte por debajo de los 80 cm. Tiene propiedades medicinales: se usa como antirreumático, diurético, astringente, desinfectante, cicatrizante y en el tratamiento de afecciones bronquiales y pulmonares. Además se usa como leña, para producción de miel, jarabes y medicamentos. La harina de las hojas se usa como colorante en las raciones de gallinas ponedoras. También se emplea como abono verde y mejorador de suelo.

- Requerimientos del cultivo

Se desarrolla mejor en los trópicos secos, prospera desde el nivel del mar hasta los 800 m, pero puede crecer hasta los 2,000 m. Crece bien en cualquier tipo de suelo, aun en suelos pobres con bajo contenido de P, con un rango de pH 4.5 a 8.4. Prospera en un rango de temperatura entre los 16° y 35° C, aunque la temperatura óptima fluctúa entre los 18° y 28° C. La precipitación adecuada para su desarrollo fluctúa entre 700 y 2,000 mm anuales, aun cuando es bastante tolerante a la sequía.

9. Frijol lima (*Phaseolus lunatus* L., Fabaceae)

Hierba trepadora o arbusto pequeño, naturalmente perenne pero usualmente cultivada como anual. Las hojas tienen tres folíolos de 2 a 5 pulgadas. Presenta inflorescencias axilares o laterales. Las flores son blancas, lilas o púrpuras de 1.5 cm de largo. Dependiendo del cultivar, las vainas son de 2 a 6 pulgadas y alrededor de una pulgada de ancho, con 2 a 4 semillas reniformes comprimidas, de color negro, gris café o moteado.

- Origen

Este frijol es originario de Centro y Sudamérica. Tiene dos centros de domesticación: uno en el noroeste de Sudamérica, 6,500 años a.C., donde se produjo una semilla grande, y otro en Centroamérica, posiblemente en Guatemala, alrededor del año 800 d.C., en el que se produjo una semilla

pequeña. Hacia el año 1,300 d.C se extendió a América del norte y en el siglo XVI se introdujo a Europa y Asia.

- Importancia económica y distribución

Esta planta forma parte de los cultivos tradicionales en regiones de Centro y Sudamérica. Existe más de un ciento de cultivares nativos de América. La forma silvestre de semilla pequeña (tipo sieva), crece silvestre desde México hasta Argentina, regularmente por debajo de los 1,600 msnm. La forma de semilla grande (tipo lima) se distribuye en el Ecuador y el norte de Perú, desde los 320 a los 2,030 msnm. Se cultiva ampliamente en algunas regiones tropicales del mundo, principalmente en Asia, Centro y Sudamérica. Su cultivo está disminuyendo debido tanto a factores económicos (escasa demanda y competencia con otros cultivos) como sociales, cambio en las costumbres de los campesinos y migración del campo a la ciudad .

- Valor nutricional y usos

Es una leguminosa con un valor nutricional, semejante al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es rica en carbohidratos, aporta proteínas, fibra, minerales, vitaminas del complejo B y nueve aminoácidos esenciales. Su uso básico es en la alimentación humana, aun cuando también tiene uso como forraje para aves y ganado. Las semillas verdes son comestibles. Se utilizan en sopas y como verduras, para preparar numerosos platillos. En Japón se fermentan para preparar un tipo de Tempeh (alimento que se elabora a partir de la soya cocinada y fermentada), y algunas veces se emplean en forma de conserva. La planta contiene ácido cianhídrico por lo que debe remojar antes de cocerse o bien cambiarse el agua varias veces durante la cocción para eliminar la sustancia toxica. Las plantas silvestres contienen una concentración de ácido cianhídrico, mucho más elevada que las plantas cultivadas.

- Requerimientos de cultivo

Es una especie con alto potencial como mejorador de suelos que crece adecuadamente en suelos arenosos y bien drenados, en terrenos planos o laderas, desde el nivel del mar hasta los 1,200 m. La temperatura óptima para su desarrollo es de 16° a 21° C y su rango de precipitación va de 500 a 3,000 mm anuales. Presenta una tolerancia moderada a la sequía. Por lo general, se siembra en asociación con otros cultivos como maíz, maicillo y ayote (*Cucurbita moschata* (Duch) Duch ex Poir).

10. Garbanzo verde (*Vigna radiata* (L.) Wilczek, Fabaceae)

Hierba prostrada o trepadora, anual, de tallo pubescente de 0.3 a 1.5 m de longitud. Hojas pubescentes, alternas, trifoliadas, de color verde oscuro o claro. Inflorescencias axilares con flores generalmente de color amarillo pálido, también las hay blancas o púrpura. El fruto es una vaina que mide entre 6 y 13.9 cm que se presenta en racimos. Las semillas son de forma redonda u oblonga, miden de 3 a 6 mm, son de color verde, amarillo, negro o marrón, dependiendo de la variedad. Raíz ramificada y extensa. Es un planta que se auto poliniza.

- Origen

Planta originaria de la India, donde se cultiva desde tiempos prehistóricos; existe documentación de su uso 3,000 años a.n.e. Se considera que *Vigna radiata* (L.) Wilczek var. *sublobata* (Roxb.) Verdcourt es, probablemente, su forma silvestre. Otra teoría basada en el estudio de diversidad de proteínas tipo, propone que la región de diversidad de esta planta se encuentra en el oeste de Asia (Afganistán, Irán, Irak), más que en la India, y determina dos posibles rutas de diseminación: de la India al sureste de Asia, y la otra, conocida como ruta de la seda que va desde el oeste de Asia o India, a China y Taiwán.

- Importancia económica y distribución

Dada su fácil digestión y alto valor alimenticio, substituye la proteína animal en muchos países tropicales. Se siembra en Africa, el sureste de Asia, Japón, Burma, Ceilán, Pakistán, Fiji y Queensland. En India se cultiva en las planicies y a elevaciones de 1,680 msnm, en los Himalayas. En el continente americano se siembra en Estados Unidos (Oklahoma, principalmente) y algunos países de Centro y Sudamérica.

- Valor nutricional y usos

Los brotes tienen un valor proteínico de 21 a 28 %, además de un alto contenido de Ca, P, Mn, Fe, folato y vitamina E. Las semillas germinadas se consumen frescas o enlatadas. Se usa en la cocina de Asia Central y del Medio Oriente. También está disponible en forma de harina. Puede ser un buen forraje para ganado vacuno 1.5 ton de garbanzo verde, equivale a 1 ton de soya en contenido proteico.

- Requerimientos del cultivo

Vigna radiata (L.) Wilczek prospera en el mismo tipo de suelos que la soya.

Da mejores rendimientos en suelos arenosos con materia orgánica, arcillosos, con buen drenaje. En suelos arcillosos con mal drenaje, los rendimientos bajan. El rango de pH adecuado varía de 6.2 a 7.2. No tolera la salinidad. Requiere de humedad durante la floración y llenado. Es una planta de fotoperíodo corto. Sus requerimientos de P, K, Mg y S son similares a los de otras legumbres, por lo que si el suelo no los provee, es necesario fertilizar el cultivo.

11. Garbanzo de caballo, frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers, Fabaceae)

Planta anual trepadora o arbustiva de crecimiento vigoroso, hojas trifoliadas, alternadas, de forma y tamaño variable. Presenta racimos de flores pedunculadas de color púrpura azulado a blanco. El fruto es una vaina de 15 a 25 cm de longitud. Es común que un pedúnculo tenga 2 ó 3 vainas y a veces 4 ó más. Las vainas contienen de 6 a 13 semillas lisas o rugosas de color blanco, crema, verde, pardo, rojo café o negro. En ocasiones pueden ser moteadas.

- Origen

Planta originaria de Africa, donde se cultiva desde hace 5,000 ó 6,000 años, es una planta asociada al sorgo y al mijo perla.

- Importancia económica y distribución

Es un cultivo que se usa tanto en la alimentación humana como animal y se distribuye a través de los trópicos. Se cultiva ampliamente en Africa Central y Occidental en países como Malasia, Mauritania, Sierra Leona, Transvaal e Indias Orientales, algunos países de Centro y Sudamérica, así como en los Estados Unidos. Los principales productores son los países africanos, entre los que destaca Nigeria, que es el mayor productor con 2.5 millones de toneladas anuales de grano. Brasil, Estados Unidos, Burma, Sri Lanka, Yugoslavia y Australia figuran entre los principales productores.

- Valor nutricional y usos

El caupí tiene alrededor del 25 % de proteínas, 63 % de carbohidratos, vitaminas del complejo B y fibra. Las hojas jóvenes y las vainas inmaduras se usan como verduras; mientras que el grano maduro, en muchos platillos principales. La digestibilidad y el rendimiento de algunas variedades son similares a la alfalfa, por lo que es una valiosa fuente de forraje. Por sus características también se usa como un cultivo de cobertura.

- Requerimientos de cultivo

Es una planta que se adapta bien en los trópicos húmedos y en las zonas templadas. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1,500 m. Es altamente resistente a la sequía, por lo que puede crecer en zonas de baja precipitación; se desarrolla en una amplia gama de suelos, incluso en aquellos de poca fertilidad, excepto en áreas salinas o alcalinas. El pH que requiere fluctúa entre el 5.5 y el 6.5, mientras que el rango de temperatura va de 13° a 32° C.

12. Garbanzo negro (*Vigna mungo* (L.) Hepper, Fabaceae)

Hierba anual de hábitos trepador y rastrero, parecida a *Vigna radiata* (L.) Wilczek pero con mayor pubescencia. Flores de color amarillo brillante y vainas más pequeñas que las de *V. radiata* que crecen hacia arriba y no colgantes, como en *V. radiata*. Las semillas son de color negro, con un hilo de color blanco, aunque también las hay de color verde brillante.

- Origen

Probablemente nativa de India, se considera que se domesticó a partir de su ancestro silvestre *Vigna mungo* (L.) Hepper var. *silvestris* Lukoki, la cual se distribuye de India a Myanmar (antes Birmania).

- Importancia económica y distribución

Es un cultivo de importancia local en el sur de Asia y regiones adyacentes: en India, Pakistán, Afganistán, Bangladesh y Myanmar, donde constituye una de sus principales fuentes de proteína. Se cultiva en una gran cantidad de países tropicales y subtropicales, en algunas partes de Asia, Africa, Centro y Sudamérica.

- Valor nutricional y usos

En su área de cultivo tradicional, se utiliza para consumo humano; forma parte de un grupo alimenticio conocido como dal, que está conformado por legumbres desprovistas de la piel. También se usa como cultivo forrajero para aves y bovinos.

13. Judía terciopelo (*Mucuna pruriens* (L.) DC., Fabaceae)

Es una hierba anual, trepadora y de rápido desarrollo, que puede alcanzar hasta 18 m de largo. Los tallos presentan tricomas de color blanco a parduzco, que causan irritación al contacto con la piel. Tiene hojas trifoliadas, bastante pilosas, gris-sedosas en el envés; inflorescencias en racimos axilares, flores de color blanco o púrpura oscuro en racimos

decurrentes; vainas curvadas con tricomas rojizos y urticantes, con 3 a 6 semillas blancas, café o negras ovoides, de 12 mm de largo.

- Origen y distribución

Es una planta originaria de Africa Central que se cultiva en Asia, sur de Estados Unidos, América Central y Sudamérica.

- Valor nutricional y usos

La semilla es rica en proteínas, carbohidratos, fibra, lípidos, además de sustancias nutricionales; contiene alcaloides, saponinas y otras sustancias de uso farmacéutico como L-dopa (7 al 10 %). La planta es de uso múltiple en algunos lugares de Centro y Sudamérica; las semillas secas se consumen como frijol o se muelen para obtener una harina que se mezcla con maíz para preparar tortillas. Los granos se tuestan y se muelen para elaborar una bebida que se usa como sustituto del café, por lo que también recibe el nombre común de Nescafé.

Además de su uso alimenticio, tiene usos como forraje para diverso tipo de ganado (bovino, porcino, caprino y cunícula). Es un cultivo de cobertura y uso medicinal. En la medicina tradicional se ha utilizado para tratar enfermedades como diabetes, alta presión, enfermedades intestinales, infertilidad, impotencia, cálculos renales, desordenes menstruales y nerviosos, picaduras de escorpión, mordedura de víboras, tuberculosis, cáncer, cólera, artritis y sífilis, entre otras. Se usa también como diurético, vermífugo, estimulante uterino y afrodisíaco.

Sus propiedades no han pasado inadvertidas para la industria farmacéutica y está comprobado que *Mucuna pruriens* tiene propiedades: anabólicas, androgénicas, analgésicas, antihistamínicas, anti-Parkinson, antiespasmódicas, afrodisíacas, febrífuga, hipocolesterol, hipoglucémico y hormonales. Sus semillas se utilizan en medicina para preparar cápsulas y extractos de L-dopa empleados en el tratamiento del mal de Parkinson.

- Requerimientos de cultivo

Se cultiva en suelos pesados desde el nivel del mar hasta los 1,500 m, en climas fríos o cálidos; crece en un rango de temperatura de 13 a 32° C. El rango de precipitación va de 400 a 2,000 mm; es una planta con tolerancia moderada a la sequía. Se siembra asociada con maíz y yuca.

14. Lablabo, judía jacinto (*Lablab purpureus* (L.) Sweet subsp. *Purpureus*, Fabaceae)

Es una planta leñosa, trepadora; produce abundantes legumbres y puede cultivarse como anual. Alcanza alturas de 40 a 80 cm, con tallo cilíndrico, pubescente, de 3 a 6 m de longitud. Sus hojas son trifoliadas, con pecíolos de 6 a 26 cm de longitud; folíolos ovales a rómbicos, envés pubescente. Inflorescencia en racimos axilares, flores de corola blanca a violeta, cáliz ligeramente pubescente, vaina con 3 a 5 semillas café claro o negro.

- Origen

Originaria de India e introducida a Africa desde el sureste de Asia durante el siglo XVIII.

- Importancia económica y distribución

Es una planta de uso múltiple, tanto en regiones tropicales como subtropicales; se distribuye desde los 30° Sur hasta los 30° de latitud Norte. Se cultiva en Asia, Africa, América, Australia y El Caribe. Las mayores extensiones se cultivan en el norte de Africa y partes de Asia.

- Valor nutricional y usos

Como verdura, se utiliza la semilla y la vaina inmadura, las hojas y los brotes. Los granos maduros tienen un sabor similar al frijol común; las semillas germinadas tienen una calidad comparable a las de la soya o las de *V. mungo*. Tiene un amplio uso como abono verde y planta de cobertura. Debido a su palatabilidad y a su valor nutritivo se usa como forraje ya sea verde, henificado o en concentrado para aves y ganado. Por la belleza de sus flores, es apreciada como planta ornamental.

- Requerimientos de cultivos

Es una planta sumamente adaptable que crece en una gran diversidad de ambientes, desde el nivel del mar hasta los 2,100 m. Prospera en una amplia variedad de suelos, aun en los pobres, con un rango de pH de 5 a 7.5. Las condiciones de temperatura pueden variar de 18° a 30° C y las de precipitación, de 200 a 2,500 mm. Es sumamente resistente a la sequía, pero requiere al menos de 10 a 20 mm de precipitación o riego durante la primera fase de establecimiento y floración. Tiene una tolerancia media a la inundación.

15. Ayocote, frijol chamberote (*Phaseolus coccineus* L., Fabaceae)

Es una planta perenne cultivada como anual, trepadora, con un gran vigor vegetativo; los tallos alcanzan varios metros de longitud, aunque

hay algunos cultivares que son de mata. Hojas compuestas, vaina de 8 a 10 cm de largo y semillas muy grandes (100 semillas alcanzan a pesar hasta 170 gr), de color variable. Inflorescencia de 20 cm, con flores de un color rojo escarlata.

- Origen

Es nativa de Mesoamérica, probablemente originaria de las tierras altas tropicales y húmedas de México. En tiempos precolombinos, se cultivó extensivamente en el altiplano mexicano.

- Importancia económica y distribución

Es una planta de importancia local. Actualmente se cultiva a baja escala en algunos estados de México (Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Puebla), donde además se aprovecha en forma silvestre; este aprovechamiento se regula por la NOM 007 REC NAT-1997. Se cultiva también en países de Centro y Sudamérica, además de Inglaterra y Estados Unidos.

- Valor nutricional y usos

Su valor nutricional es comparable al de *Phaseolus vulgaris* L., por lo que las vainas verdes se aprovechan como verdura y la semilla madura como una leguminosa de grano; la planta se usa también como ornamental, de cobertura y como forraje.

- Requerimientos de cultivo

Se siembra desde los 1,300 a los 2,800 msnm. Prospera en rangos de temperatura de 12° a 18° C y de 800 a 1000 mm de precipitación anual. No es tolerante a la sequía ni a la inundación.

G. LITERATURA CITADA ↑

1. Agricultura Biológica. Algunas fabaceas o leguminosas de cobertura. <http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/Documentos%20INTERES/ND-B-3.htm>. Consultado en abril de 2006.
2. Anónimo. Alternative Crop Guide. Cowpea A versatile legume for hot, dry conditions. Published by the Jefferson Institute. http://www.hort.purdue.edu/new_crop/articles/ji-cowpea.html consultado el 21 de abril de 2004.
3. Anónimo. 1981. Frijol y chícharo. Manuales para la educación

agropecuaria. Trillas. México, D.F.

4. Anónimo. *Vigna mungo* (L.) Hepper (Black gram, Urd bean, Black matpe). http://www.gene.affrc.go.jp/htbin/plant/image/getlogo_e?plno%20=54261009 consultado el 22 de abril de 2004.
5. Anónimo. *Vigna radiata* (L.) Wilczek. (Mungbean, Green gram). http://www.gene.affrc.go.jp/htbin/plant/image/getlogo_e?plno=54261007 , consultado el 21 de abril de 2004.
6. Base de información sobre especies con potencial de abonos verdes y cultivos de cobertura.pdf. 2001. <http://www.rockfoundorg.mx/basinfespecies.htm> ; <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/paginaIntAgronomia/abonoverde2.pdf>, consultado el 8 de agosto, 2006.
7. Cárdenas Quintana H, Gómez Bravo C, Díaz Novoa J y Camarena Mayta F. 2000. Evaluación de la calidad de la proteína de cuatro variedades mejoradas de frijol. Rev. Cubana Aliment. Nutr. 14(1):22-71
8. Casasola Moreno P. Vida y obra de granos y semillas. <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm> consultado el 8 de agosto, 2006.
9. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). frijol Chinapopo o acayote (*Phaseolus coccineus*) <http://www.cidicco.hn/chinapopo.htm>, consultado el 24 de abril de 2006.
10. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Dólichos Lablab.
11. http://www.cidicco.hn/dolicos_lablab.htm, consultado el 22 de abril de 2006.
12. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Mucuna (*Mucuna spp*) <http://www.cidicco.hn/mucuna.htm>, consultado el 22 de abril de 2006.
13. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Frijol alacín (*Vigna spp*) <http://www.cidicco.hn/alacin.htm>, consultado el 22 de abril de 2006.
14. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Frijol Chilipuca o Reina (*Phaseolus lunatus*) <http://www.cidicco.hn/chilipuca.htm>, consultado el 20 de abril de 2006.
15. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Gandul (*Cajanus cajan*) <http://www.cidicco.hn/>

- [gandul.htm](#), consultado el 20 de abril de 2006.
16. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Canavalia (*Canavalia ensiformis*) <http://www.cidicco.hn/canavalia.htm>, consultado el 20 de abril de 2006.
 17. Conzatti C. 1981. Flora taxonómica mexicana. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. Tomo I.
 18. Domínguez R., J. Jacobo, R. Alemán. 2002. El uso de frijol reina o chilipuca (*Phaseolus lunatus*) en la región occidental de Honduras. Noticias sobre cultivos de cobertura, Bol. No. 13. <http://www.cidicco.hn/archivospdf/Boletin13/.pdf>, consultado el 20 de abril de 2006.
 19. Faiguenbaum, H. 1990. Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). Proyecto docente. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
 20. FAO. 1999. The FAO World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources. <http://apps3.fao.org/wiews> fecha de consulta
 21. FAO. Sistema de información de los recursos del pienso. B130 *Vigna mungo* (L.) Hepper (*Phaseolus mungo* L.) <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afri/es/Data/300.htm>, consultado el 22 de abril de 2006.
 22. Felger R.S. *et al.*, 1981. Inventorying the World's Arid Lands for New Crops. A Model from the Sonoran Desert. General Technical Report WO-28, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
 23. Felger R.S. *et al.*, 1979. Semillas mágicas del desierto. Un modelo de agricultura apropiada del desierto sonorense. Memoria del IV Simposio Sobre el Medio Ambiente del Golfo de California. Mazatlán, Sinaloa. México.
 24. Fernández A, 1994. Cromosomas y evolución en *Arachis* (*Leguminosae*). Bol. Soc. Arg. Bot.
 25. Hernando Bermejo, J.E. y J. León (eds.). 1994. Neglected crops: 1492 from a different perspective. Plant production and protection. Series No. 26. FAO, Rome, Italy. p. 47-62.
 26. Hill, A.F. 1965. Botánica económica. Omega. Barcelona, España. pp. 326-394.
 27. Hughes H.D. 1962. Crop production. Principles and practices. McMillan. N.Y.
 28. Info. Agro. Com. El cultivo de la lenteja. <http://www.infoagro.com/>

- [herbaceos/legumbres/lenteja.asp](#), consultado el 19 de abril de 2006.
29. Info.Agro.Com. El cultivo del garbanzo. <http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>, consultado el 19 de abril de 2006.
30. Info.Agro.Com. El cultivo del haba. <http://www.infoagro.com/hortalizas/haba.htm>, consultado el 19 de abril de 2006.
31. Infojardin. Guisantes verdes: guisante, arveja, arvejas, chícharo, chícharos (*Pisum sativum*). <http://www.infojardin.com/fichas/hortalizas-verduras/guisantes-verdes-guisante-arvejas-chicharos.htm>, consultado el 19 de abril de 2006.
32. International Plant Genetic Resources Institute. http://www.ipgri.cgiar.org/training/exsitu/web/m_ppal_introduccion.htm, consultado el 19 de abril de 2006.
33. Lavia I, Fernández A, Simpson C, Seijo G. 1994. Análisis meiótico en especies silvestres de *Arachis*. <http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/6-Biologicas/B-016.pdf>.
34. León A.M. 1991. El Grupo de trabajo Canavalia: promoviendo nuevas alternativas para la alimentación animal. <http://www.ceniap.gob.ve/publica/divulga/fd38/texto/grupo.htm>, consultado el 20 de abril de 2006.
35. Maiti R.K. y Weshe-Ebeling, P. 2002. Advances in peanut science. Science Publishers in press.
36. Maiti R.K. y Weshe-Ebeling, P. 2001. Advances in chickpea science. Science Publishers USA.
37. Maiti R.K. 1997. Phaseolus spp: bean science. Science Publishers. USA
38. Madriz Istúriz P.M., J.F.Luciani., 2002. Caracterización morfológica de 20 genotipos de frijol mungo (*Vigna radiata* L) Wilczek. http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagro/V28_1/3A_V28_N1.pdf, consultado el 21 de abril de 2004.
39. Morel F., G. Piccolo.2002. Evaluación del Guandú para recuperar la fertilidad del Suelo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. http://www.inta.gov.ar/cerroazul/investiga/suelos_anuales/guandu.htm, consultado el 20 de abril de 2006.
40. Murphy. A.M., Colucci. P.E. 1999. A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of *Lablab purpureus*. University of

- Guelph, Canada. Escuela Nacional de Agricultura, Honduras. <http://www.cipav.org.co/Irrd/Irrd11/2/colu112.htm>, consultado el 22 de abril de 2006.
41. National Research Council. 1993. Managing global genetic resources: Agricultural crop issues and policies. Board on Agriculture. National Academic Press, Estados Unidos.
 42. Oplinger E.S., L.L. Hardman, A.R. Kaminski, S.M. Combs, and J.D. Doll. Alternative Field Crops Manual. Mungbean. http://www.hort.purdue.edu/new_crop/afcm/mungbean.html consultado el 20 de abril de 2004.
 43. PROCYMAF. Especies con usos no maderables en bosques de encino, pino y pino encino. *Phaseolus coccineus* L. <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/PhaseolusCoccineus.html>, consultado el 24 de abril de 2006.
 44. Rain Tree Nutrition. Tropical Plant Database, Velvet bean (*Mucuna pruriens*). [http://www.rain-tree.com/velvet bean.htm](http://www.rain-tree.com/velvet%20bean.htm), consultado el 22 de abril de 2006
 45. SEP, CGSNEGI. 1982. Comparaciones internacionales. México en el mundo. México, D.F. pp.137-230.
 46. SEP-Trillas. 1982. Cultivos básicos. Manuales para la educación agropecuaria. Trillas. México, D.F.
 47. SPP, INEGI. 1984. El sector alimenticio mexicano. México, D.F. pp.15-65.
 48. Sundararaj, D.D., G. Thulasidas. 1980. Botany of field crops, Mc Millan. India. p 9-169
 49. Wiersema, J. H. Germplasm Resources Information Network (GRIN)-Taxonomy: Economic plants. USDA-Agricultural Research Service, EUA. Internet, <http://www.ars-grin.gov/npgs/tax>. consultado el 24 de abril de 2006.

H. LAS PLANTAS COMO FUENTES DE MINERALES Y VITAMINAS ↑

Entre los primeros recursos naturales que aprendió a aprovechar el hombre están las plantas, dentro de las cuales los frutales han sido básicos en su dieta. El valor nutricional de los frutos se debe a su contenido de carbohidratos, vitaminas, minerales, flavonoides y carotenos, esenciales para el funcionamiento adecuado del organismo. Las frutas del grupo de los cítricos

son una fuente valiosa de antioxidantes; la vitamina C ha demostrado proteger contra el cáncer y padecimientos cardiovasculares. Existen frutas ricas en K, en especial el plátano, la naranja, la guayaba y las frutas secas. El K ayuda a regular la presión arterial y, junto con el sodio, regula los líquidos en el organismo. Además, la fruta contiene fibra soluble e insoluble.

Cuadro 5. Tipos de fruto

Clase	Tipo	Características	Ejemplo
Carnoso	Baya	Fruto derivado de un ovario súpero. Pericarpio carnoso y jugoso. Semillas protegidas por el endocarpio	Uva
	Pepónide	Baya derivada de un ovario ínfero.	Calabaza
	Hesperidio	Epicarpio grueso y blando, sus glándulas generan esencias. Mesocarpio blando y de color blanco. Endocarpio jugoso	Naranja
	Drupa.	Mesocarpio carnoso, endocarpio (hueso) duro y leñoso envuelve a la semilla	Durazno
	Pomo	Mesocarpio carnoso, semillas encerradas en un endocarpio carnoso	Manzana
Seco indehiscentes	Aquenio	Fruto seco indehiscente, derivado de un ovario con una semilla única	Girasol
	Cariópside	Se forma a partir de un ovario súpero, característico de los cereales	Maíz
	Nuez	Se deriva de un ovario ínfero, el pericarpio es totalmente esclerenquimático.	Avellana
	Una sola semilla de tamaño grande		
	Geocarpo	Legumbre indehiscente que se desarrolla de manera subterránea	Cacahuete
	Legumbre	Fruto de maduración aérea que proviene de un ovario súpero	Mezquite
	Balaústa	Proviene de un ovario ínfero. Cavidad dividida, donde se insertan las semillas	Granada
Frutos dehiscentes	Legumbre o vaina	Se originan a partir de un ovario unicarpelar, la vaina se abre a lo largo de la sutura y del carpelo	Chícharo
	Pixidio	Cápsula que se abre en la punta	Verdolaga
	Sorosis	Numerosos frutos sobre un eje carnoso	Mora

La fibra soluble previene los niveles altos de colesterol en la sangre, mientras que la fibra insoluble alivia el estreñimiento. Por sus efectos benéficos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que todas las personas consuman, por lo menos, cinco raciones de fruta o verduras diarias.

Los frutos son los ovarios maduros de las plantas. La porción comestible de la mayoría de las frutas es la parte carnosa del pericarpio, formada por células parenquimatosas. El pericarpio tiene un epicarpio (que es la epidermis del ovario), un mesocarpio que es carnoso o seco (debajo del epicarpio) y un endocarpio (la parte interna del ovario que encierra las semillas). Existen diversos tipos de frutos (Cuadro 5) que se clasifican según su origen y estructura. En el Cuadro 5 se describen algunos tipos de frutos de interés alimenticio.

1. Plantas frutales más comunes en el mundo

En las regiones tropicales y subtropicales del mundo se distribuyen, aproximadamente, 94 familias que agrupan una gran cantidad de géneros que producen frutos, los cuales consume el hombre en diferentes formas, mientras que en las zonas templadas, la variedad de los frutos es más reducida.

Cuadro 6. Frutales de clima templado

Especie	Nombre común
<i>Dovyalis caffra</i> (J.D.Hook et Harvey) Warb	Manzana del Kei
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate
<i>Prunus amygdalus</i> L.	Almendro
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya
<i>Annona squamosa</i> L.	Saramuyo
<i>Myrtus communis</i> L.	Arrayán
<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	Nogal americano
<i>Casimiroa edulis</i> Llave et Lex.	Zapote
<i>Prunus cerasus</i> L.	Cerezo
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Algarrobo
<i>Stenocereus</i> spp.	Pitayo
<i>Castanospermum australe</i> A.Cunn. et C.Fraser	Castaña de Australia
<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja
<i>Citrus bergamia</i> Risso et Poit.	Bergamota
<i>Citrus maxima</i> Merr.	Toronja
<i>Fortunella japonica</i> (Thunb.) Swingle	Kumquat
<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima dulce
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm	Limón
<i>Citrus medica</i> L.	Cidra

Citrus reticulata Blanco
Cydonia oblonga Mill.
Solanum betaceum Cav.
Diospyros ebenaster Retz.
Diospyros kaki L.F.
Eriobotrya japonica Lindl.
Acca sellowiana (Berg.) Burret
Feronia elephantum Correa
Ficus carica L.
Morus nigra L.
Morus alba L.
Passiflora laurifolia L.
Physalis peruviana L.
Prosopis juliflora (Sw.) DC.
Prunus americana Marsh
Punica granatum L.
Rubus ulmifolius Schott
Vitis vinifera L.

Frutales de clima cálido

Manilkara zapota (L.) Van royen
Aegle marmelos (L.) Correa
Pouteria campechiana (Kunth) Baehni.
Mammea americana L.
Mangifera indica L.
Melicoccus bijugatus Jacq.
Monstera deliciosa Liebm.
Musa paradisiaca L.
Opuntia spp.
Passiflora laurifolia L.
Phoenix dactylifera L.
Psidium guajava L.
Spondias dulcis Forst.
Spondias mombin L.
Tamarindus indica L.

Frutales de clima frío

Castanea sativa Mill.
Corylus avellana L.
Dyospiros virginiana L.F.
Fragaria vesca L.
Juglans regia L.
Malus domestica Borkh.
Mespilus germanica L.
Pinus edulis Engelm.
Pyrus communis L.

Mandarina
 Membrillo
 Tomate de árbol
 Zapote negro
 Parsimonio del Japón
 Níspero del Japón
 Guayaba chilena
 Manzana elefante
 Higo
 Mora negra
 Mora blanca
 Granadita de China
 Cerezo de Perú
 Mezquite
 Ciruelo
 Granada roja
 Zarzamora
 Vid

Zapote
 Membrillo de Bengala
 Borracho, Zapote amarillo
 Mamey de Santo Domingo
 Mango
 Grosello de miel
 Piñanona
 Plátano
 Tuna, higo chumbo
 Granadita de Jamaica
 Dátil
 Guayabo
 Ciruela dulce
 Ciruela amarilla
 Tamarindo

Castaño
 Avellano
 Parsimonio, kaki
 Fresa
 Nogal europeo
 Manzano
 Níspero italiano
 Piñón
 Peral

En el Cuadro 6 se enumeran las especies frutales más conocidas en el mundo, tanto herbáceas como leñosas, con sus nombres botánicos y comunes, así como las condiciones ambientales que requieren para su cultivo. Muchas plantas de clima templado pueden vivir en lugares abrigados de zona fría; lo mismo sucede con las plantas de las de zonas cálidas, que pueden prosperar en zonas templadas, aun cuando su mayor producción la obtienen en su clima de origen.

- De Clima Tropical

La lista de frutales que pueden cultivarse en los trópicos y subtropicos, es casi interminable. Por lo que si se seleccionaran algunos frutales para representar estas regiones, sin duda el plátano y los cítricos serían las frutas elegidas. Ambas se cultivan a escala gigantesca para su producción comercial.

a. Plátano (*Musa paradisiaca* L., Musaceae)

El plátano es una hierba perenne gigante, que alcanza de 3.5 a 7.5 m o más de altura; el tallo consiste en una columna formada por los pecíolos de las hojas, las cuales están dispuestas en forma de espiral y tienen el ápice agudo; miden de 2 a 4 m de largo y hasta 50 cm de ancho. El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso y subterráneo. Las flores de color amarillo nacen en una inflorescencia axilar. El fruto es una baya falsa que carece de semillas. Los frutos se agrupan en racimos llamados mano; la mayoría de los frutos de las musáceas son estériles, entre otras razones debido a la presencia de genes de esterilidad femenina. La planta muere después de que fructifica.

- Origen

El plátano es originario de Asia y probablemente se trate del cultivo más antiguo, ya que en Asiria se cultivaba 1,000 años a.C. A América se introdujo el año 1516; su cultivo comercial se inició en las Islas Canarias, a finales del Siglo XIX y principios del XX.

- Importancia económica y distribución

Después de los cereales básicos, el plátano es el cultivo de mayor importancia, pues se cultiva en grandes extensiones de diversos países de Asia, América Latina, el Caribe y Europa. Durante 1999 la producción mundial fue de 58. 4 millones de ton. India, Brasil, Ecuador, Indonesia y Filipinas aportaron el 50 % de la producción. Los principales países productores del hemisferio occidental son: Brasil, Jamaica, Costa Rica,

Guatemala, Honduras, México, Panamá, Colombia y Ecuador; mientras que los del hemisferio oriental son: India, Camboya, Taiwán, Filipinas, Malaya, Camerún, Africa occidental francesa, Australia y España (Islas Canarias).

En México, durante el 2004 se cultivaron 80,923 ha (el 0.36 % de la superficie sembrada), las que produjeron 2'361,144 ton. Con un valor de producción de \$ 3,393'819,117.00 (1.6 % del total nacional). Los principales estados productores fueron: Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima y Michoacán.

- Valor nutricional y usos

Es un alimento de un alto valor nutricional, pues su valor alimenticio es tres veces mayor que el del trigo. Bajo en proteínas y lípidos, moderado contenido de carbohidratos, rico en fibra, buena fuente de vitaminas, especialmente vitamina A, ácido málico, ácido cítrico, ácido oxálico y sales minerales, entre las que destaca el K. Por su fácil digestión es un alimento recomendable para todas las edades. Dependiendo de la variedad, se consume fresco, frito o hervido. Además de consumirse como fruta fresca, de la baya se elabora harina.

- Variedades

En oriente se cultiva un sinnúmero de variedades, mientras que las que se cultivan en el continente americano son reducidas. Las que se siembran en México en mayor cantidad son: plátano Tabasco o Roatan, Valery, Manzano, Dominico, Macho, Blanco y Morado.

- Requerimientos de cultivo

Las condiciones ideales para el cultivo del plátano se presentan en las tierras bajas de las regiones tropicales, con suelos aluviales; no se recomienda su cultivo en las regiones tropicales de tierras altas. Se adapta a cualquier tipo de suelo a condición de que sean profundos, bien drenados, ricos, permeables y fértiles, aunque se desarrolla mejor en suelos arcillo-silíceos o calizos, ricos en K. El nivel de pH fluctúa entre 4.5 y 8, y es tolerante a la acidez. Necesita un clima cálido y humedad relativa constante. Temperatura media de 26 a 27°C, con lluvias prolongadas pero distribuidas a lo largo de su ciclo. Es una planta muy susceptible a los vientos.

b. Limón (*Citrus spp.*, Rutaceae)

Limón de castilla *Citrus limon* (L.) Burm; limón persa, limón mexicano *Citrus aurantifolia* (Christm.) Sw.

Es un árbol pequeño, de 3 a 6 m de altura, con ramas numerosas, espinas duras y gruesas y una corona densa o abierta, extendida o irregular. Las hojas son unifoliadas, de color verde pálido. Las flores son blancas solitarias o en pequeños racimos. La floración se presenta prácticamente durante todo el año. El fruto es un hesperidio, oblongo u oval con una papila amplia y baja de 7 a 12 cm de largo, de color amarillo claro, con una cáscara gruesa.

- Origen

Se presume que el limón es nativo del sur de Asia y que los árabes lo introdujeron a la región mediterránea, más o menos hacia los años 1,000 a 1,200 a.C. Hoy se cultiva en todos los países subtropicales del mundo.

- Importancia económica y distribución

Dentro de los cítricos, es el segundo cultivo en importancia. Se cultiva desde aproximadamente los 35° latitud Norte hasta los 35° latitud Sur. Los principales países productores son: Italia, España y Grecia, en Europa, mientras que California produce la mayor parte de los limones en Estados Unidos, y desde 1950 produce más limones que todos los países de Europa unidos. De acuerdo a la FAO, en el período 1997- 2001, México fue el principal productor a nivel mundial, al aporta el 11.3 % de la producción, seguido por India (10.5 %), Argentina y Estados Unidos (9.2 %) e Irán (8.37 %). Cabe hacer mención que en las estadísticas de FAO se considera la producción de lima y limón en un sólo grupo, por lo que no es posible determinar estrictamente la producción de limón. De acuerdo a esta misma fuente el consumo *per cápita* mundial es de aproximadamente de 2 kg, mientras que en México es de 15.1 kg.

La superficie de limón en México durante el 2004 fue de 145,828 ha (0.66 % de la superficie sembrada en el país), las que produjeron 1'912,648 ton, con un valor de \$3,120'215,650.00 (1.48 % del total). Los principales estados productores fueron: Colima, Michoacán, Veracruz, Oaxaca y Tabasco.

- Valor nutricional y usos

El limón es un fruto bajo en carbohidratos, lípidos y proteínas, y rico en vitaminas A y C; posee un alto contenido de ácido cítrico y diversos minerales entre los que sobresalen el P y el Ca. Probablemente el limón se utiliza en una mayor variedad de formas que cualquier otra fruta cítrica; universalmente se utiliza en fresco, como un condimento para pescado y carne, como saborizante de pasteles, gelatinas, helados, mermeladas, entre

otros. Su uso industrial es muy importante en cuanto a volumen de producción. Del limón se obtienen aceites esenciales, destilados y centrifugados, que se destinan casi por completo a la industria de refrescos de cola. La cáscara deshidratada se emplea en la producción de pectina de alta calidad. Los jugos, aromas, concentrados y ácido cítrico natural para la conservación de alimentos son otros productos que se obtienen de esta fruta.

- Variedades

Las variedades se diferencian por el contenido de jugo, su calidad, albedo (mesocarpio, pulpa) y presencia o ausencia de semillas. En México se cultivan dos variedades: limón mexicano y el persa. La primera es la variedad más cultivada; los árboles presentan follaje denso, espinas cortas y muy puntiagudas, mientras que el fruto se caracteriza por tener semillas. El árbol del limón persa es de porte bajo, copa abierta, producción media y el fruto no tiene semillas; su sabor es menos ácido y tiene un contenido ligeramente mayor de vitamina C que el mexicano. Ambas variedades no son limón, sino lima ácida o amarga.

- Requerimientos de cultivo

El limón se cultiva desde el Ecuador hasta los 0° de latitud Norte y Sur, en la franja en que predominan los climas tropicales y subtropicales. Las áreas de producción están localizadas en suelos limo-arenosos, limosos, profundos y bien drenados y en tierras de aluvión. Los principales factores climáticos que influyen en el desarrollo y producción del cultivo son la temperatura y la humedad; fructifica en zonas en que la temperatura varía de 1 a 40° C, con lluvias en verano. Es muy sensible al frío.

c. Naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, Rutaceae)

Los árboles provenientes de semilla tienden a ser altos y con troncos rectos. El naranja dulce generalmente es un árbol de 6 a 10 m de altura en su madurez, de tronco corto y ramas bajas, algunas veces espinoso, con la copa bastante densa y redondeada. Las flores son blancas, pequeñas y aromáticas solitarias o en grupos. El fruto es un hesperidio grande, redondo o ligeramente oval, con la piel de color naranja o amarillo rojizo. Es una planta autógama.

- Origen

El naranja dulce, nativo de China e Indochina, y posiblemente de otros

países del sureste de Asia, se ha cultivado extensamente por todo el lejano oriente durante muchos siglos.

- Importancia económica y distribución

Es una planta subtropical que se cultiva en diversos países; en 1999 tuvo una producción mundial de 61.90 millones de toneladas. Cinco países, entre ellos México, aportaron el 70 % de la producción. El principal productor es Brasil, seguido de Estados Unidos, México, India y China. Actualmente, casi la mitad de la producción mundial se genera en Florida, California, Texas y Arizona.

En México, la naranja se cultiva en 27 estados. Durante el 2004 se cosecharon 335,111 ha (1.59 % de la superficie cultivada), que produjeron 3'977,175 ton, con un valor de producción de 3'120,077.030.00 (1.48 % del total). Los principales estados productores fueron: Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Puebla. El 70 % de la naranja se produce bajo sistema de temporal y el 30 % bajo riego.

- Valor nutricional y usos

El fruto es bajo en calorías, carbohidratos, lípidos y proteínas; contiene de 5 a 10 % de azúcar y de 1 a 2 % de ácido cítrico y vitamina C. Aporta, además, vitaminas del complejo B, minerales y fibra. Se consume como fruta fresca y en jugo, mermeladas, jaleas, etc.; la cáscara se emplea para la extracción de aceite esencial, lo mismo que en licorería, perfumería y confitería. Las flores y las hojas se utilizan en medicina tradicional, como infusión, para tratar problemas nerviosos.

- Variedades

Existen tres tipos básicos: el navel, que presenta pequeños frutos dentro del fruto principal (ombliconas); el sanguíneo, en el cual la pulpa y la corteza lucen un color rojo, y las blancas, que carecen de ombligo. Dentro de las de tipo navel están las variedades Washington Navel, Thompson Improved Navel Carter, Navalencia, en las tipo blancas se encuentran la Valencia Temprana y la Verna Real Hamlin.

- Requerimientos de cultivo

Este cultivo se produce entre los 28 y los 35° de latitud Norte. Requiere de suelos ligeros, profundos, permeables y poco calizos; tiene una alta demanda de agua (1200 mm aproximados), es susceptible al viento y no tolera las heladas.

d. Mango (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae)

El mango típico es un árbol de tamaño mediano, de 10 a 30 m de altura. El tronco es más o menos recto, cilíndrico y de 75 a 100 cm de diámetro. Las hojas son alternas de color verde oscuro, tienen nervaduras visiblemente reticuladas, laterales, más o menos prominentes. Las flores de color verde amarillento, se presentan en panículas ramificadas y terminales. Su fruto es una drupa carnosa de forma variable, aunque generalmente oblonga, que según la variedad pesa de 150 a 2,000 g.

- Origen

Este frutal es originario de Asia, probablemente del noroeste de India y norte de Burma, en las laderas del Himalaya y posiblemente de Ceilán; se distribuye por todo el sureste de Asia y el Archipiélago Malayo.

- Importancia económica y distribución

El mango es el segundo frutal de consumo doméstico después del plátano, pues lo consume casi la quinta parte de la población mundial; se cultiva en diversos países de Asia, África, América Latina, El Caribe, Oceanía y Europa. En el período 1997-2001, el promedio de producción mundial anual fue de 24.1 millones de toneladas métricas. India, China, México, Tailandia e Indonesia aportaron el 73 % de la producción.

En México es el frutal de mayor exportación; en 2004 se enviaron al mercado internacional 216,316 ton métricas; durante este mismo año se reportaron 176,781 ha sembradas con este cultivo (0.8 % de la superficie sembrada en el país), que produjeron 1'573,268 ton, con un valor de \$3,411'493,956.00 (1.61 % del valor de la producción nacional).

- Valor nutricional y usos

Es rico en vitaminas A y C, minerales, fibras y antioxidantes; contiene de un 10 a 12 % de azúcar y aporta un bajo contenido de calorías, proteínas y lípidos. Se consume principalmente fresco, aunque también en almíbar y como mermelada; otra forma de consumirlo es en puré, ya sea fresco o congelado; tiene gran aceptación como sabor para helados, base para ponches y otros usos similares.

- Variedades

Existen diversas variedades, muchas de las cuales se cultivan en México: Tommy Atkins, Hade, Kent, Irwin y Ataulfo que pertenecen a los cultivares de Florida, y la de Manila, que corresponde a los cultivares Indochinos y

Filipinos. Según sus ciclos de desarrollo las variedades se clasifican en tardías y precoces; dentro de estas últimas hay de dos tipos que pueden volver a florecer si las afectan las heladas tardías, y las que no florecen por segunda vez después de una helada. A este tipo pertenecen las mejores variedades.

- Requerimientos de cultivos

Puede crecer en cualquier suelo bien drenado, profundo y fértil, aunque prefiere los limoso-arenosos o arcillo arenosos. El pH fluctúa entre 5.5 a 5.7, mientras que la temperatura óptima entre 24 y 27° C, se desarrolla a una altura máxima de 600 msnm. Demanda una época seca tres meses antes de la floración. El requerimiento de agua varía según el clima del lugar donde se cultive, pues la precipitación mínima es de 700 mm bien distribuidos. Es una planta tolerante a la sequía

e. Ciruela dulce (*Spondias dulcis* Sol. ex Parkinson, Anacardiaceae)

Es un árbol que mide de 10 a 40 m de altura, con un tronco recto, de 40 a 60 cm de diámetro con corteza de color gris; hojas imparipinnadas alternas, con 7 a 25 foliolos oblongos o elípticos. Flores pequeñas de color blanco que crecen en panículas terminales. La drupa es elipsoide, lisa y de color amarillo-grisáceo o anaranjado cuando madura. Mide de 10 a 15 cm de largo y de 4 a 8 cm de diámetro. El fruto contiene de 1 a 5 semillas.

- Origen

Probablemente originaria de Asia tropical u Oceanía, de donde se introdujo a las áreas tropicales.

- Importancia económica y distribución

La ciruela dulce se siembra en las tierras bajas de los trópicos del mundo. Es un cultivo de importancia local. Se siembra en países como Malasia, Camboya, Indonesia, Tailandia, Vietnam, Sri Lanka, Australia, Gabón, Zanzíbar, Haití, Cuba, Trinidad y Tobago; Costa Rica, Panamá, Ecuador, Colombia, Venezuela, Surinam, y Brasil.

- Valor nutricional y usos

Es un fruto bajo en proteínas y grasas. Contiene vitamina C y sales minerales, entre las que destaca el K, Fe y Cu. El contenido de sacarosa varía, según su origen, hasta un 10.5 %. Los frutos de la ciruela dulce son excelentes para preparar salsas, conservas y jaleas. Los frutos no maduros se usan para toda clase de manjares, tales como encurtidos, preparaciones con chile e

ingredientes para sopas. En algunos países de Asia las hojas jóvenes se consumen como verdura. La corteza mezclada con otra planta se utiliza en el tratamiento de la diarrea.

- Requerimientos de cultivo

La ciruela dulce prospera en elevaciones de hasta 700 msnm en los trópicos y en las regiones cálidas de los subtropicos. No tiene exigencias particulares en cuanto el suelo, ya que se adapta a los suelos arenosos, a los limo-arenosos, o a las arcillas calcáreas, a condición de que tengan buen drenaje.

f. Chirimoya (*Annona cherimola* Mill., Annonaceae)

El chirimoyo es un árbol pequeño y erecto que alcanza una altura de hasta 9 m. Hojas deciduas, alternas, de forma ovaladas, de 10 a 25 cm de largo. Flores solitarias o agrupadas. El fruto es una baya del tipo sincarpo de color verde; cada segmento posee una semilla de color negro, ovoide y brillante; tiene un sabor de una agradable mezcla de leve acidez y dulzor. La forma del fruto es cónica o de corazón que pesa de 250 a 800 g.

- Origen

Es originaria del sur de Ecuador y norte de Perú. La provincia de Loja y el llamado Valle Sagrado de Vilcabamba, en Ecuador, son los probables centros de diversidad. En este último sitio aún se encuentran rodales silvestres; de ahí se extendió a México, América Central y norte de Sudamérica. En el siglo XVII se introdujo a España y Portugal, y posteriormente al resto del mundo.

- Importancia económica y distribución

Aun cuando es considerada la más fina de las anonas por su pulpa cremosa, fundible y fragante, es un cultivo de reducida importancia en el contexto mundial, no obstante que se cultiva en casi todos los países de clima subtropical. En forma comercial, sólo se cultiva en España (el principal productor), Chile y Estados Unidos. En países como México, Argentina, Bolivia, Ecuador y Perú es un cultivo de muy baja escala, mientras que en Bolivia, Ecuador, Perú, Colombia y Venezuela es esencialmente un cultivo doméstico. Se introdujo de manera experimental a Africa Central, SudAfrica, Tailandia, Indonesia, Australia y Nueva Zelanda. En México, durante el 2004 se cultivaron 77 ha que produjeron 309 ton, con un valor de \$1,772'581,197.00

- Valor nutricional y usos

Es un fruto bajo en grasas y proteínas, y rico en carbohidratos, vitamina A y ácido ascórbico. Se consume fresco.

- Requerimientos de cultivo

El chirimoyo es estrictamente semitropical y rara vez fructifica bien por debajo de los 1,200 msnm. Prefiere suelos ligeros, fértiles y bien drenados, con rangos de pH de 6.5 a 7.5 y contenidos de Ca inferiores al 7 %. No tolera las heladas y es muy susceptible a las bajas temperaturas. Los vientos secos y las altas temperaturas son muy nocivos durante el cuajado.

g. Piña (*Ananas comosus* (L.) Merr., Bromeliaceae)

A pesar de su hábitat terrestre, la piña tiene muchas adaptaciones epifitas y un tallo corto y grueso, generalmente menor de 30 cm de altura. La inflorescencia es una espiga formada lateralmente por brácteas apretadas de color rojo a verde; las flores son de color blanco a violeta claro. La fruta múltiple, compuesta de 100 ó más flores fusionadas, varía de tamaño. La parte comestible del fruto es un raquis muy agrandado que tiene fusionados los ovarios carnosos de las flores y las semillas. Las brácteas secas y las partes florales externas forman la cáscara áspera y escamosa. Básicamente se reproduce por esqueje de tallo, rara vez por semilla; cuando se produce de esta forma, se usa para mejoramiento genético.

- Origen

Es una planta tropical de origen sudamericano, posiblemente del Paraguay. Los progenitores más probables son: *Ananas bracteatus* (Lindl.) Schult. et Schult. F y *Ananas fritzmuelleri* Camargo, de la Cuenca del Paraná.

- Importancia económica y distribución

Su cultivo está ampliamente distribuido en los países tropicales. Los principales productores son: Tailandia, Brasil, Filipinas; India, Nigeria, China, Estados Unidos y México. Otros productores importantes son: Costa Rica, Costa de Marfil, Antillas Neerlandesas, Aruba, Ghana, Honduras, Ecuador, España, Italia, Panamá, Guatemala, Venezuela, Ecuador, Sudáfrica, Madagascar y Borneo.

En México, durante el 2004 se cultivaron 30,318 ha que produjeron 669,225 ton, con un valor de \$ 1,691'622,720.00. Durante este año, México estuvo entre los 20 principales exportadores.

- Valor nutricional y usos

La piña contiene el 85 % de humedad, 4 % de proteína, 14 % de azúcar, 1 % de grasa, 5 % de fibra, además de vitaminas A, B y C, y una enzima proteolítica, la bromelina, que se extrae del jugo o del tallo y que es útil en el proceso digestivo. Se come fresca o se emplea para hacer jugos, conservas, jaleas, etc. De las hojas se obtiene una fina fibra que se usa en cestería. Existen algunas variedades específicas para este fin. En la India las hojas y la fruta se usan en medicina tradicional. La piña tiene propiedades antibióticas y antihistamínicas.

- Variedades

Las variedades que se utilizan en México son: Española Roja, Cabezona, Sugar Loaf, Esmeralda y la Cayena lisa

- Requerimientos del cultivo

Se cultiva ampliamente en regiones tropicales con elevada humedad ambiental, en suelos arenosos, permeables, pobres en Mn y Ca, ricos en materia orgánica, de preferencia bastante ácidos y bajos en sales. La temperatura óptima para este cultivo es de 10 a 32°C.

h. Papaya (*Carica papaya* L., Caricaceae)

Planta semileñosa arborescente de crecimiento rápido y vida corta, de 2 a 10 m de altura, con el tronco recto. Las hojas son alternas, aglomeradas en el ápice del tronco y ramas, normalmente palmeadas, con siete lóbulos. Las inflorescencias son axilares, colgantes y bracteadas. Las flores son fragantes, trimorfas: masculinas, femeninas y hermafroditas en diferentes plantas. El fruto es una baya piriforme o casi cilíndrica, carnosa con numerosas semillas. La planta empieza a producir a los 8 ó 10 meses durante 3 ó 4 años, aunque no se recomienda mantenerla por más de dos años, debido a problemas de cosecha, fitosanitarios y de rendimiento.

- Origen

La papaya es nativa de América tropical (posiblemente México o Centroamérica) y se cultiva extensamente en todos los trópicos y subtropicos cálidos.

- Importancia económica y distribución

La papaya se siembra en una amplia diversidad de países tropicales como Brasil, Malasia, Belice, Antillas Neerlandesas, Aruba, Estados Unidos,

Filipinas, Ghana, Bélgica, Francia, Ecuador, Alemania, Jamaica, Costa de Marfil, Indonesia, España, India, Republica Dominicana, China, Fiji, Hawai, Africa Oriental británica, Sudáfrica, Sri Lanka, Australia. Durante 2004 la superficie sembrada de papaya en el mundo fue de 365,846 ha. La producción alcanzó las 6'504,369 ton, con un rendimiento promedio de 17.77 ton/ha. Los principales productores fueron Brasil y México, con el 24 y 15 %, respectivamente. De acuerdo a FAO, México fue el mayor exportador de este fruto.

En 2004, en el país se cultivaron 22, 171 ha en 20 estados, que produjeron 787,663 ton, con un valor de 1'760,398,185.00. El 57 % se produce bajo temporal mientras que el 42 % es de riego.

- Valor nutricional y usos

La papaya contiene entre 7 y 12 % de azúcar y presenta un alto contenido de vitamina A (700 IU), vitamina C y vitaminas del complejo B. Aporta minerales como Ca, P y Fe, aminoácidos como lisina y triptofano y enzimas como la papaína. Es baja en proteínas y grasas. El fruto se consume en fresco, solo, en ensaladas, bebidas, helados, jaleas y jarabes. Las flores hervidas tienen propiedades expectorantes.

Las hojas, frutos verdes, tallos y raíces contienen un látex del que se extrae la papaína y la chimopapaína, dos enzimas proteolíticas. La papaína tiene usos farmacéuticos, cosméticos e industriales. Algunos usos de esta enzima son: clarificar la cerveza, tratar lana y seda antes de teñirla, maceración de pieles para curtido, ablandador de carnes (se inyecta a los animales antes de sacrificarlos para suavizar la carne). En farmacia, se usa para regular la digestión y como analgésico. La semilla tiene propiedades bactericidas y fungicidas.

- Variedades

Existe una gran diversidad de variedades y líneas, lo que permite seleccionar las que se adapten mejor a las condiciones climatológicas de cada región; sin embargo, la pureza de las variedades no se conserva por más de dos o tres generaciones, debido a la existencia de plantas masculinas, femeninas y hermafroditas, a las múltiples combinaciones florales que esto propicia y a la facilidad de cruzamiento, por lo que se recomienda el uso de variedades hermafroditas o bien controlar la polinización. Las variedades más usuales en México son: Maradol, Hawaiana, Cera, Mamey y Cocos.

- Requerimientos de cultivo

Es una planta de climas tropicales y subtropicales, que tiene sus mejores

rendimientos desde los 0 hasta los 600 msnm, aunque puede desarrollarse hasta los 1,000 m, aunque la calidad de la fruta disminuye. Se adapta a diferentes tipos de suelos, a condición de que sean profundos (mayores de 50 cm) y bien drenados, con un pH entre 6.5 y 7.5; la textura preferentemente franca o con suficiente capacidad de retención. Los ideales son suelos ligeros, permeables y ricos en humus. Requiere temperaturas entre 18° y 35° C, temperaturas menores o superiores a estos rangos afectan la planta. Una precipitación de 1,500 mm distribuidos durante el año es adecuada para el cultivo de temporal. Otro factor muy importante en la producción y calidad de la papaya es la intensidad lumínica, por lo que no es recomendable intercalarla con cultivos que le puedan dar sombra. Es sumamente susceptible a las heladas y al viento.

i. Higo (*Ficus carica* L., Moraceae)

La higuera común es un árbol pequeño o arbusto grande de rápido crecimiento, caducifolio o perennifolio, de 5 a 10 m de altura, aunque algunos ejemplares alcanzan hasta 25 m. En condiciones poco favorables no rebasan los dos metros. La copa es frondosa, las ramas son de grosor considerable con hojas acorazonadas, con 3 a 7 lóbulos de color verde oscuro en el haz, grises y pubescentes en el envés. El tronco es grueso, torcido, de corteza lisa de color gris, que al igual que los brotes contiene látex. Sistema radicular superficial y extenso. Es una planta dioica, las variedades cultivadas son de flores femeninas y por lo regular no requieren fecundación (la planta masculina generalmente silvestre, recibe el nombre de cabrahigo). Produce una inflorescencia en un receptáculo hueco, abierto en el extremo llamado sicono, que puede presentarse solitario o en pares y formarse en las axilas de las hojas del crecimiento anterior (brevas) o de la temporada actual (higos). El receptáculo entero se vuelve carnoso con la madurez y forma el fruto o sinconium, de color negro o verde, de tamaño variable, suave, cubierto por una piel muy fina y con numerosos y pequeños aquenios, que en realidad son el fruto verdadero. Las semillas pequeñas y numerosas, pueden o no ser fértiles.

- Origen

El higo es un antiguo cultivo frutal originario de Asia sudoccidental, que se introdujo a México en 1560.

- Distribución e importancia económica

Es una especie de clima mediterráneo que crece bastante bien en las tierras bajas de los trópicos, aunque rara vez produce fruto. La mayoría de las

plantaciones comerciales se localizan en un clima subtropical como el del Mediterráneo, con inviernos cálidos, veranos secos y frescos. Se cultiva en diversos países europeos, asiáticos, africanos y americanos como: España, Italia, Grecia, Portugal, Siria, Israel, Marruecos, Estados Unidos, Colombia, Perú Brasil y Venezuela. La mayor producción se obtiene en la región del Mediterráneo, California y México.

En México es un cultivo de escasa importancia que se produce en los estados de Baja California y Baja California Sur; en el Distrito Federal, Hidalgo, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. En 2004 se cosecharon 920 ha que produjeron 3,893 ton, con un valor de \$ 27'354,349.00. Aunque el rendimiento depende de varios factores, entre ellos la edad del árbol, el volumen promedio de cosecha por árbol es de 55 kg y la producción de 6.3 ton/ha.

- Valor nutricional y usos

El higo es uno de los frutos con mayor cantidad de azúcar, pues contiene hasta el 64 % de su peso deshidratado. Posee también vitaminas B1, B2 y C, minerales, proteínas, almidón, celulosa y materias grasas en baja proporción. Las semillas tienen aceite comestible.

Su uso principal es comestible. Los higos pueden consumirse como fruta fresca; también se preparan en mermeladas, conservas y en jarabe blanco de azúcar. Es un ingrediente muy apreciado en dulcería y pastelería. Se ha empezado a evaluar el uso del látex como enzima proteolítica para ablandar carnes, sustituto de cuajo para fermentar la leche y aclarador de bebidas.

Las hojas tiernas se usan como condimento. El fruto cocido se emplea en el tratamiento de dolor de garganta, encías inflamadas, empacho, asma, afecciones del bazo y heridas. Los frutos tostados se usan en casos de neumonías agudas, catarros pulmonares y tos. La cocción de las hojas se utiliza para diabetes y piedras en los riñones. Para tratar la hidropesía se usa la cocción de las ramas. Para aliviar callos, las hojas pasadas por agua caliente. Las semillas se usan como laxante, y el látex para muelas picadas y quitar verrugas. El fruto y la hoja se utilizan como forraje para ganado bovino, caprino, ovino y porcino. De los frutos fermentados puede producirse aguardiente.

Un uso potencial de la higuera podría ser en programas de reforestación con fines de producción, ya que es capaz de recuperar entornos muy deteriorados y mejorar la calidad del suelo. Es un buen estabilizador de suelos y ayuda al control de la erosión. También es útil como barrera rompe vientos.

- Variedades

Se considera que existen más de 750, aunque muchas de ellas son sinónimas. Se clasifican en dos grupos: las que producen brevas y las comunes, que no lo hacen.

Brevales o breveras: estas variedades producen algunos frutos que no maduran en el verano, se quedan en el árbol hasta el verano siguiente y maduran en junio y julio; sus frutos son de mayor tamaño que los higos, se conocen como brevas y son muy apreciados. Producen una segunda cosecha a partir de agosto, que son los higos, más pequeños y dulces que las brevas, pero menos aromáticos.

Comunes: son variedades que sólo producen higos, por lo regular de junio a octubre.

- Requerimientos de cultivo

El clima cálido y luminoso es el ideal para esta planta. Las higueras maduras pueden soportar temperaturas de -10° C, si están completamente en descanso. Se desarrollan en suelos limo-arcillosos o limosos profundos, ricos, bien drenados, de preferencia ligeramente ácidos o neutros. Los suelos arenosos, calcáreos, pedregosos y profundos son óptimos para que produzcan, aunque también prosperan en suelos poco fértiles. Son resistentes a la sequía y a la salinidad, e intolerantes a la humedad excesiva, pues sus raíces se pudren fácilmente. Una vez establecidas, son un cultivo poco exigente.

j. Guayaba (*Psidium guajava* L., Myrtaceae)

Es un árbol bajo o arbusto arborescente, de 3 a 10 m de altura, con el tronco corto, torcido y de ramas bajas, de 10 a 30 cm de grueso. Los frutos son globosos, la pulpa jugosa, de color blanco-amarillento, rosada o rojo subido. Las semillas son numerosas, óseas, reniformes y comprimidas.

- Origen

La guayaba es nativa de Brasil, de donde se ha extendido a numerosos países de clima tropical y subtropical. Este árbol se ha naturalizado a lo largo de las corrientes de agua y en áreas abiertas, prácticamente en todos los países en que se ha introducido.

- Importancia económica y distribución

La guayaba es un importante cultivo frutal menor, omnipresente en el

huerto casero de las tierras bajas, de los trópicos y subtrópicos del mundo. Se produce comercialmente en India, Sudáfrica, Pakistán, Estados Unidos, Australia, Filipinas, Venezuela, Brasil, Puerto Rico, México, Costa Rica, Cuba, Tailandia, Indonesia, Antillas, Costa Rica y otros países. El mayor exportador es Brasil, aunque cabe mencionar que la mayoría de los países exportadores no venden fruta fresca sino productos industrializados. Los principales consumidores se encuentran en América del norte, Europa y Oriente Medio.

En México la guayaba es un cultivo de importancia reducida que se produce comercialmente en 16 estados, aunque en otros existe producción de plantas silvestres que no se contabiliza. En Aguascalientes, principal productor de guayaba en el país, el cultivo tiene una importancia económica significativa, ya que representa el 36 % de la producción agrícola y emplea el 4 % de la población dedicada a la agricultura. En 2004 se cosecharon 22,608 ha, con un volumen de producción de 302,648 ton y un valor de \$ 787'113,245.00. En este año, los principales productores fueron Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas.

- Valor nutricional y usos

La guayaba contiene entre 5 y 8 veces más vitamina C que los cítricos; frecuentemente se come como fruta fresca o en agua, en las localidades donde se produce, pero su principal valor comercial está en la preparación de jugos, néctares, jalea, mermelada, pasta, conservas, alimentos para niños, puré, jarabes, vinos y otros productos elaborados. Las semillas poseen potencial para la elaboración de pectinas y aceites.

- Variedades

Existen variedades para diversos fines (mesa, jugo, agroindustrias, etc.); entre las más difundidas destaca la Tai-kuo-bar.

- Requerimientos de cultivo

La guayaba prospera en climas tropicales y subtropicales, desde el nivel del mar hasta los 1,100 m de altitud. Requiere de suelos fértiles, profundos y bien drenados, con un pH de 6 a 7; de una precipitación pluvial de 1,000 a 2,880 mm y una temperatura entre 15.5° a 34° C.

k. Granada (*Punica granatum* L., Lythraceae)

La granada es un arbusto o árbol pequeño, caducifolio, de 1 a 5 m de alto,

con el tronco delgado, torcido, liso, ramas bajas y la corona densamente ramificada. Las flores son grandes, de color rojo naranja, muy atractivas, solitarias o en pequeños grupos al final de las ramas. El fruto es una baya grande, globosa, de color rojo brillante o verde amarillento, lleno de semillas, con una cáscara coriácea.

- Origen

El granado es un frutal muy antiguo, que se le menciona varias veces en la Biblia, nativo del sureste de Europa y del sur de Asia; se introdujo hace mucho tiempo a la región del Mediterráneo, y a México el siglo XVI, por los misioneros españoles.

- Distribución e importancia económica

Es un cultivo que se siembra a escala comercial en las regiones tropicales y templado-cálidas del mundo. Entre los principales países productores se encuentran Israel, Líbano, Egipto, Túnez, España (principal productor europeo) e Italia.

En México es un cultivo marginal que existe en 14 estados. En 2004 se cosecharon 536 ha, que produjeron 4,046 ton, con un valor de producción de \$ 15'992,310.00. Los principales productores fueron: Oaxaca, Hidalgo y Guanajuato.

- Valor nutricional y usos

Es un fruto con un alto contenido de agua, bajo en carbohidratos, minerales, grasas y proteínas. La pulpa de las granadas maduras se come al natural o se utiliza para jugo; también como base para bebidas, jarabe y otros productos similares. Los frutos con la cáscara suave y las cubiertas blancas de la semilla, son generalmente los más dulces. El pericarpio se emplea para teñir y en curtiduría. Por sus propiedades astringentes, tiene uso farmacéutico. Las cáscaras hervidas fueron, por muchas generaciones, el remedio común para la tenia. La corteza de las raíces contiene un alcaloide llamado pieleterina que se emplea por sus propiedades vermífugas. Las raíces también se usan como remedio para la disentería, la diarrea y otros fines terapéuticos. En diversas cocinas del mundo los granos se usan como condimento y la planta con fines ornamentales, por la belleza de sus flores.

- Variedades

Existen variedades para consumo y ornamentales, que se clasifican en tres grupos: granado común, que agrupa variedades de fruto dulce; granado

agrio, de uso ornamental; granado de frutos sin semillas, que se produce en Oriente Medio

- Requerimientos de cultivo

La granada se desarrolla en elevación inferiores a 1,000 msnm y crece especialmente bien en los trópicos y en los climas templados cálidos; sin embargo, los frutos de mayor calidad se producen en áreas con veranos muy cálidos, secos y con inviernos frescos, o que son continuamente tibias o húmedas. Crece en cualquier tipo de suelo, aunque los óptimos para su desarrollo son ligeros, permeables, profundos y secos. Tolerancia la sequía, el exceso de humedad, la salinidad, la clorosis férrica y caliza activa.

De Clima Templado

a. Durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch., Rosaceae)

Planta arbórea de porte bajo, caducifolia. Sus hojas son alternas, lanceoladas o de borde aserrado, de color verde más o menos intenso. Sistema radicular superficial y extenso. Las flores son axilares, solitarias, con cinco pétalos separados, de color rosado más o menos subido y fructificación exclusivamente sobre las ramas. El fruto es una drupa de tamaño variable.

- Origen

Se creía originario de Persia, aunque probablemente es de China, pues su cultivo en este país se conoce desde tiempos remotos.

- Importancia económica y distribución

Es un cultivo ampliamente distribuido en regiones de clima templado. Los principales países exportadores son: España, Italia, Estados Unidos, Francia, Países Bajos, Bélgica, Australia, Turquía, Sudáfrica, Polonia, Alemania, Argentina, China, Jordania, Marruecos, Uzbekistán, Austria y Japón.

En México se cosecha en 25 estados. En 2004 se cosecharon 35,126 ha, con un volumen de producción de 201,956 ton y un valor de \$1,117'001,591.00. Los mayores productores fueron: Estado de México, Michoacán y Zacatecas.

- Valor nutricional y usos

El durazno es un fruto bajo en calorías, grasa y proteínas. Contiene vitaminas A, C y niacina, además de carotenoides, K, Na, P y fibra. El fruto se consume fresco, seco o industrializado.

- Variedades

Las variedades se clasifican en dos grupos: duraznos abrideros, de pulpa suave con adherencia al endocarpo, propios para consumo como fruta fresca; duraznos de carne dura sin adherencia al endocarpo, que se industrializan. Es una fruta disponible casi todo el año, ya que existen variedades adecuadas para cada estación.

- Requerimientos de cultivo

Es poco tolerante al frío y sensible a las heladas tardías, pero necesita de 400 a 800 horas-frío para fructificar. También requiere de una buena cantidad de luz para obtener una buena calidad del fruto. Es adaptable a diversos tipos de suelo, aunque los mejores suelos para la producción son los profundos, frescos, arenosos o con buen drenaje y pH moderado. No prospera en suelos calizos. Demanda riegos continuos.

b. Manzano (*Malus domestica* Borkh, Rosaceae)

Es un árbol caducifolio de mediano desarrollo que en cultivo, difícilmente sobrepasa los 10 m. El tronco es recto, de corteza lisa color verde cenizo; sistema radicular superficial; hojas de forma oval, aserradas, de color verde claro; flores de color rosa pálido o blanco, hermafroditas, que se presentan de 3 a 6 en corimbo. El fruto es un pomo de tamaño variable, cuyo color de la piel puede ser rojo, verde o amarillo.

- Origen

Del manzano se conocen cierto número de especies procedentes todas del hemisferio boreal, que vegetan en estado silvestre desde América del norte hasta Manchuria. La domesticación probablemente se inició en Asia menor, a partir de una base genética amplia y rica. Existen indicios en Jordania y Turquía de que el cultivo se inició alrededor de 6,500 a.C. El cultivo pudo haberse movido hacia el oeste, con la posible participación del acervo genético de *Malus orientalis* Uglitzk. de Armenia y el Transcáucaso, dentro del área de la civilización griega. Las primeras manzanas cultivadas las menciona Homero (900 a.C.). Teofrasto (320 a.C.) se refiere a nombres de cultivares y datos sobre el manejo de los huertos. Posteriormente los romanos adoptaron su cultivo y para el primer decenio de esta era estaba ampliamente distribuido en Italia, luego lo difundieron a diversos lugares de Europa Central.

- Importancia económica y distribución

La manzana es el fruto de mayor producción en las zonas templadas, debido

a su amplia adaptación climática. El suministro regular de frutos frescos es posible por la graduación de los tiempos de maduración y el almacenaje en condiciones controladas. Los países que lideran la producción de manzana son: China, Estados Unidos, Turquía, Polonia e Italia.

En México es un cultivo de relativa importancia, ya que se produce en 23 estados, de los cuales el mayor productor es Chihuahua, seguido de Coahuila, Durango, Puebla y Nuevo León. Durante 2004 se cosecharon 59,095 ha, con una producción de 572, 905 ton y un valor de \$ 2,035'586,475.00.

- Valor nutritivo y usos

La manzana es un fruto rico en agua, que posee 46 calorías, además de carbohidratos, K, Mg, provitamina A, Vitamina C, Vitamina E, fibra y antioxidantes. Las manzanas más atractivas en cuanto a sabor, forma, color y consistencia se utilizan para el consumo en fresco. Las frutas que se procesan son las de menor calidad o las que se ajustan mejor para usos específicos como conservas, enlatados, pastelería, etc. Cultivares específicos de alto contenido de jugo se usan para diferentes bebidas, algunas fermentadas como la sidra, de gran tradición en el sur de Alemania, Francia, norte de España e Inglaterra. Los jugos con alto contenido de azúcar pueden usarse para preparar brandy de manzana (calvados en Francia, apple-jack en Estados Unidos).

- Variedades

En el mundo existen alrededor de 7,500 variedades, aunque en México las que más consumen son: Golden Delicious, Red Delicious, Rome Beauty y Dorset Golden.

- Requerimientos de cultivo

Se adapta a casi cualquier tipo de suelo pero prefiere suelos livianos, francos, fértiles y permeables. Tiene requerimientos mayores de mil horas frío, dependiendo de la variedad; aunque es tolerante al frío, temperaturas menores de -15° C pueden causar daños.

c. Vid (*Vitis vinifera* L., Vitaceae)

Planta leñosa de hábito trepador, muy longeva, tronco retorcido, las ramas jóvenes (sarmientos) son flexibles y nudosas. Las hojas son grandes, lobuladas, palmeadas y dentadas. Los zarcillos nacen frente a las hojas. Las flores son de color verde. El fruto es una baya globosa de tamaño variable que crece en racimos. El color va de amarillo dorado a casi negro. Tarda

entre 3 y 5 años en iniciar la producción.

- Origen

Esta planta es una más de las especies frutales que se cultiva desde tiempos remotos. Se cree que es originaria de las costas mediterráneas y del mar Caspio; se le encuentra en estado silvestre en los montes de Europa Oriental y de América del norte. Estas especies silvestres se utilizan como porta injertos para el cultivo. Se considera que el inicio de su cultivo se dio en el Neolítico (6,000 a 5,000 a.C.). Durante el cuarto milenio antes de Cristo, la viticultura alcanzó Asia menor y algo más tarde el delta del Nilo. Allí la manufactura del vino estaba muy desarrollada para el año 1,400 a.C.

- Importancia económica y distribución

La viticultura apareció en Grecia y los Balcanes entre 2,200 y 1,400 a.C. De allí se extendió al norte de Africa, Italia, Francia y España. Los españoles lo introdujeron a México y de ahí al resto de América. Actualmente es un importante cultivo que dio origen a toda una disciplina, la Enología. Se cultiva entre los 30 y 50 ° (latitud Norte) y los 30 y 40 ° (latitud Sur), en todas las áreas apropiadas del mundo. Los mayores productores son: Australia, Sudáfrica, Italia, Francia, España, Portugal, Turquía y Grecia. Los principales exportadores son: Chile, Estados Unidos, Países Bajos, España, México, Grecia, Turquía, Australia, Uzbekistán, Brasil, Alemania, Argentina, Francia, Austria, India, Perú y Reino Unido.

En México se siembra en 14 estados, de los cuales Sonora es el mayor productor con poco más del 70 % de la superficie sembrada; le siguen Zacatecas, Baja California, Aguascalientes y Coahuila. En 2004 se cosecharon 32,971 ha, con un volumen de producción de 305, 279 ton y un valor de \$ 2,399 '607,418.00.

- Valor nutricional y usos

Es un fruto rico en azúcares (glucosa y fructosa) que aporta, además, ácido fólico, vitamina B6, K, Mn, Ca y otras sustancias de importancia para el organismo, como antocianos, flavonoides y taninos.

Los frutos se consumen frescos como uva de mesa, secos en diferentes presentaciones o procesados, por ejemplo, para obtener jugo, mermeladas y jaleas; sin embargo, la mayor parte de las uvas se usan para hacer vino (tinto, blanco, rosado, dulce o champaña) y otros productos como alcohol y vinagre. La destilación del fermentado se usa para producir brandy y otras bebidas de alta graduación alcohólica.

- Variedades

Existen miles de diferentes cultivares que se usan en la viticultura. Por su destino final, se dividen en dos grupos: de vinificación y de mesa. Las variedades de vinificación tienen acidez relativamente alta y contenido moderado de azúcar; algunas variedades para vino blanco son: Palomino, Macabeo y Malvasia; para vino tinto las más reconocidas son: Garnacha Tinta, Cabernet Sauvignon y Merlot. Las variedades de mesa son de acidez baja, pobres en azúcares y presentan forma, tamaño y color determinado. Entre las principales variedades de mesa están: Moscatel, Sweetwater, Lambrusca y Muscadina. Las uvas pasas se obtienen de variedades sin semilla, acidez baja y ricas en azúcares.

- Requerimientos de cultivo

La mayor producción de la vid se obtiene en terrenos francos, ricos y profundos. El rango de temperatura óptima varía de 9 a 24° C, según la etapa de desarrollo. Requiere una precipitación entre 170 a 280 mm, distribuidos según su etapa de desarrollo.

d. Peral (*Pyrus communis* L., Rosaceae)

Planta arbórea que alcanza hasta 20 m de altura, cuyo tronco es grueso con la corteza agrietada, de color gris y raíz profunda. Las hojas son de forma oval, dentadas o lisas, coriáceas, glabras, rara vez tomentosas. Las flores de color blanco o blanco rosado, forman corimbos umbeliformes en la terminación de las ramillas. El fruto es un pomo redondeado en la base y alargado en la parte superior, de color amarillo, verde o rojo.

- Origen

El peral se encuentra en estado silvestre, en las regiones montañosas y frías del hemisferio norte. La domesticación del peral se produjo alrededor de 1,000 años a.n.e en las regiones entre el Cáucaso, Asia menor y la costa occidental del Mar Negro. Se conocen reportes sobre peras cultivadas en Grecia, alrededor de la novena centuria antes de Cristo. Posteriormente, el cultivo alcanzó otras regiones mediterráneas; los romanos lo llevaron a Europa Central. Los posibles antepasados silvestres son: *Pyrus pyraster* (L.) Burgsd., *Pyrus elaeagrifolia* Pall., *Pyrus spinosa* Forssk., y *Pyrus syriaca* Boiss.

- Importancia económica y distribución

El cultivo del peral, que se extiende por todos los continentes, destaca por su gran número de cultivares (alrededor de 6,000) y su importancia

económica. Se cultiva en las regiones más cálidas de las zonas templadas, principalmente en Europa y Estados Unidos, aunque también en Turquía, África del Sur, Argentina y Australia. China es el principal productor de este frutal, aunque los principales exportadores son: Bélgica, Países Bajos, Argentina, Italia, Estados Unidos, España, China, Sudáfrica, Chile, Corea, Francia, Portugal, Alemania, Nueva Zelanda, Polonia, Japón, Turquía, Reino Unido y Kazajstán.

En México se produce en 18 estados y es un cultivo poco significativo. Durante 2004 se cosecharon 4,871 ha, que produjeron 32,872 ton, con un valor de \$ 95'797,525.00. Los principales productores son: Puebla, Michoacán, Morelos, Veracruz y Chihuahua.

- Valor nutricional y usos

Es un fruto rico en agua, vitaminas A y C, K, ácidos málico y cítrico; bajo en calorías, proteínas y lípidos. Contiene, además, ácidos oleico, palmítico, glutámico, linoléico y aspártico; también aminoácidos: glicina, arginina, alanina, isoleucina, leucina y treonina; minerales: P, Mn, Ca y Cu, además de betacaroteno.

En las peras existe una gran variedad de formas, tamaños, colores, sabores y tiempo de maduración. Los diferentes usos dependen de su calidad y consistencia: las peras para postre son jugosas y se usan para consumo en fresco; las peras inmaduras pueden ser enlatadas para su uso en pastelería; las frutas de menor calidad se procesan para obtener jugo; también existen peras para cocinar y para el consumo en seco. Las peras Perry se cultivan principalmente en Europa, para obtener licor.

- Variedades

Existen diversas variedades, entre las de mayor valor comercial destacan: la Bartlett, de forma acampanada, color amarillo brillante, pulpa blanca y muy suave, que se usa tanto para consumo fresco como procesada; la Anjou, de fruto en forma oval, de color verde, pulpa jugosa y de sabor dulce, muy adecuada para consumo fresco.

- Requerimientos de cultivo

Es una especie de clima templado, que soporta el frío. Las llanuras bien aereadas favorecen su desarrollo, no así los valles estrechos y húmedos. Prospera en suelos limosos o silicio-arcillosos, profundos y permeables. El rango de pH fluctúa entre 6.5 y 7.5. Requiere de 900 a 1,000 horas frías a -7.2° C.

e. Nogal (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch, Juglandaceae)

Arbol de 24 a 27 m de alto, tronco recto que puede alcanzar de 3 a 4 m de diámetro, con corteza agrietada de color cenizo. El sistema radicular bastante desarrollado y extendido que está formado por una raíz pivotante y raíces secundarias superficiales. Las hojas son grandes, imparipinnadas, de color verde opaco, glabras y ricas en taninos. Las flores son monóicas por aborto; las masculinas nacen en las ramillas del año anterior y se disponen en amentos de 6 a 8 cm, generalmente solitarios. Las flores femeninas, solitarias o agrupadas, forman espigas terminales que se desarrollan sobre las ramillas del año. El fruto es una drupa con mesocarpio carnoso y endocarpio duro.

- Origen

Al parecer es nativo de la región del Himalaya, aunque también se cree que pueda ser originario de China y Japón. El nogal se encuentra en estado silvestre en Europa Oriental y Asia menor, lo mismo que en Norteamérica. Se han encontrado nueces en asociación con artefactos humanos datados en, al menos, 3,000 años a.C. Los nativos americanos utilizaron tanto las nueces como su aceite.

- Importancia económica y distribución

Su cultivo ofrece un doble interés: frutal y forestal. Es una de los frutales que más se siembra por su rentabilidad. Existen muchos cultivares en Estados Unidos y México. También se cultiva en algunos países mediterráneos, en Australia, Brasil y Africa del Sur. Entre los principales exportadores de nuez están: Estados Unidos, México, Francia, Chile, Países Bajos, Hungría, Italia, República de Moldavia, China, Austria, Argentina, Eslovaquia, Brasil y Pakistán.

En México, la nuez se produce en 20 estados de la república; la superficie dedicada a este frutal representa el 0.30 % de la superficie cultivada. El mayor productor es Chihuahua con el 62 % de la superficie sembrada. Durante 2004 se cosecharon 51,328 ha, con un volumen de producción de 81,500 ton y un valor de \$2,899'235,896.00 (1.37 % del total nacional). Los mayores productores fueron: Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango y Sonora.

- Valor nutricional y usos

La nuez es un fruto rico en lípidos, proteínas y minerales como el Fe, K, P y Ca. Aporta vitaminas E, A, C y vitaminas del complejo B (niacina, tiamina y riboflavina). Las nueces se utilizan en nieves, pasteles, dulces, etc. El aceite

de nuez es un importante producto en las industrias cosmética y farmacéutica. Los residuos de la extracción se emplean como alimento para animales, y en la fabricación de pinturas y esmaltes. En medicina tradicional, las hojas se utilizan como astringente, vermífugo y como remedio para la ictericia. Las raíces, la corteza y el ruezno (corteza exterior del fruto) se utilizan para obtener un tinte indeleble de color pardo. Por sus características de dureza, color y veta, la madera de nogal es sumamente apreciada en la elaboración de muebles.

- Variedades

Las variedades del nogal se clasifican según su brotación en precoces y tardías; por la dureza de la cáscara, en cáscara suave y cáscara dura; por su destino final, para fruto o para extracción de aceite, y por el tipo de floración, en tres variedades: protandras, en las cuales la floración masculina acontece primero que la femenina; homógamas, en las que la floración masculina y femenina ocurren al mismo tiempo; protoginas, en las cuales la floración femenina sucede primero que la masculina. Por su origen, existen variedades españolas, francesas y americanas.

- Requerimientos de cultivo

Es un cultivo de clima templado-cálido y frío. Muy sensible a las heladas tardías de primavera y tempranas de otoño. Las temperaturas excesivas (38° C) y la falta de humedad perjudican el fruto. Requiere una precipitación mínima de 700 mm, aunque el rango de precipitación ideal fluctúa entre 1,000 y 1,200 mm. No tolera la sequía. Se adapta a diferentes tipos de suelos. Los más aptos para su desarrollo son profundos, permeables, fértiles, con buen contenido de materia orgánica, y pH neutro. Para mayores resultados de producción, requiere suelo areno-humífero profundo y fértil.

2. Otros frutales

Además de que existe una diversidad de plantas comunes a distintas regiones del mundo que se consumen como alimento, existen plantas de uso único en algún país, las cuales se conocen poco incluso en el ámbito local, aun cuando algunas de ellas tienen un amplio potencial como cultivo. La lista siguiente contiene algunas especies mexicanas con posibilidad de adaptarse como cultivo:

Neobuxbaumia tetetzo (Coulter) Backeberg (Cactaceae)

Lemaireocereus chichipe (Roland-Gosselin) Britton *et* Rose (Cactaceae)

Stenocereus queretaroensis (Weber) Buxbaum (Cactaceae)

Lemaireocereus treleasei (Vaupel) Britton et Rose (Cactaceae)
Stenocereus thurberi (Engelm.) Buxbaum var. *thurberi* (Cactaceae)
Myrtillocactus cochal (Orcutt) Britton et Rose (Cactaceae)
Myrtillocactus geometrizans (Martius) Console (Cactaceae)
Nopalea cochenillifera (L.) Salm-Dyck (Cactaceae)
Nopalea dejecta (Salm-Dyck) SD. (Cactaceae)
Selenicereus hamatus (Scheidweiler) Britton et Rose (Cactaceae)
Selenicereus grandiflorus (L.) Britton et Rose (Cactaceae)
Selenicereus donkelaarii (Salm-Dyck) Britton et Rose (Cactaceae)
Selenicereus pteranthus (Link et Otto) Britton et Rose (Cactaceae)
Ferocactus hamatacanthus (Muhlenpfordt) Britton et Rose (Cactaceae)
Ferocactus melocactiformis (DC.) Britton et Rose (Cactaceae)
Rathbunia alamosensis (JM Coulter) Britton et Rose (Cactaceae)
Echinocereus conglomeratus Forster (Cactaceae)
Echinocereus enneacanthus Engelm. (Cactaceae)
Echinocereus stramineus (Engelm.) Ruml. (Cactaceae)
Escontria chiotilla (Weber) Rose (Cactaceae)
Lophocereus schottii (Engelm.) Britton et Rose (Cactaceae)
Pachycereus pecten-aboriginum (Engelm.) Britton et Rose (Cactaceae)
Pachycereus pringlei (S. Watson) Britton et Rose (Cactaceae)
Morisonia americana L. (Capparaceae)
Crataeva tapia L. (Capparaceae)
Jarilla caudata (Brandeg.) Standley. (Caricaceae)
Cassia bicapsularis L. (Fabaceae)
Jaracatia mexicana A. DC. (Passifloraceae)

Plantas Hortícolas

a. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., Solanaceae)

Hierba perenne generalmente cultivada como anual, pubescente, semileñosa, de 50 cm a un metro de altura, con variedades de crecimiento determinado e indeterminado; hojas dimorfas, flores amarillas agrupadas en racimos. Su fruto es una baya globosa, lisa, deprimida en la base, con costillas en algunas variedades y perfectamente esférica en las más estimadas; tiene aproximadamente seis centímetros de diámetro. La baya

contiene un gran número de semillas aplanadas y reniformes. Los frutos de alta calidad presentan un amplio radio entre la pared celular y la pulpa, además de una suave cobertura.

- Origen

El tomate tiene su origen en la costa oeste de Sudamérica y se domesticó en México, por lo que la mayoría de las especies silvestres relacionadas con el jitomate se encuentran en la región de Los Andes, mientras que la mayor variedad de jitomates cultivados se encuentra en México. El tomate se cultivaba en épocas precolombinas en México y Perú. Su introducción a Europa se realizó a principios del siglo XVI.

- Importancia económica y distribución

El tomate es la hortaliza más ampliamente distribuida en el mundo y la que obtiene mayor valor en el mercado; se cultiva en diversos países de Europa, Asia, América y África. El principal productor es China, mientras que los mayores exportadores son: España, Países Bajos, México, Canadá, Estados Unidos, Bélgica, Italia, Francia, Turquía, India, Marruecos, Israel, Alemania, Siria, Polonia, Uzbekistán, Kazajstán, China, Austria y Honduras.

La superficie sembrada con este cultivo, que se produce prácticamente en todos los estados, cubre el 0.34 % del total nacional. El mayor productor es el estado de Sinaloa, con el 35 % de la superficie y el 43 % de la producción nacional. Durante 2004 se cosecharon 71,498 ha, que produjeron 2,314,630 ton, con un valor de producción de \$14'374,884,132.00, lo que significó el 6.82 % del valor total de la producción nacional. Los principales productores son: Sinaloa, Baja California, Michoacán, San Luis Potosí y Baja California Sur.

- Valor nutritivo y usos

Es un fruto rico en vitamina A, que contiene además tiamina, niacina, riboflavina, ácido ascórbico, Ca, P, Fe, P y Na. El fruto se come crudo o guisado. También se emplea para hacer jabón y cosméticos. Su atractivo y alto consumo está dado por sus características de sabor y color, que en pocos años lo han llevado a ser un componente fundamental en salsas, ensaladas o platos típicos, y en varios productos industriales como: deshidratados, enlatados, jugos, salsas de tomate, mermeladas y purés, entre otros.

- Requerimientos de cultivo

Es una planta de amplia tolerancia a diferentes climas, altitudes y a una

gran variedad de suelos. Se cultiva preferentemente en climas cálidos con temperaturas entre 20° y 23° C. Es un cultivo demandante de agua y de luminosidad intensa. Prospera en suelos ligeramente ácidos, fértiles y bien drenados. Su propagación es por semillas, que se siembran en almácigos y posteriormente se transplantan. Si se colocan estacas, se logran frutos más grandes. Se puede cultivar todo el año. Es una hortaliza que requiere hasta 115 diferentes agroquímicos para su producción.

b. Calabacita (*Cucurbita pepo* L, *Cucurbitaceae*)

Es una planta herbácea, anual. Los tallos son erectos en sus primeras etapas de desarrollo y después se tornan rastreros; son angulares (cinco bordes o filos), cubiertos de vellos. Pecíolos largos y huecos. Las flores masculinas siempre aparecen primero; tienen un pedúnculo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas que lo tienen corto. Los pétalos de ambas flores son de color amarillo-anaranjado. El fruto, que se consume todavía inmaduro, por lo general es de color verde claro, aunque existen cultivares para consumo fresco de color verde oscuro, que alcanzan una longitud de 12 a 15 cm. Las semillas son generalmente de color blanco, crema o ligeramente café.

- Origen

Se ha cultivado desde tiempos precolombinos, desde el sureste de Canadá hasta Costa Rica. Existe evidencia arqueológica en México de 5,500 a 3,500 años a.C. Estudios moleculares indican que la especie fue domesticada independientemente en México y Estados Unidos, y que esas áreas son los centros de origen de diferentes linajes: *Cucurbita pepo* L. var. *pepo* L.H. Bailey originaria de México y *Cucurbita pepo* L. subsp. *ovifera* (L.) D. S. Decker var. *ovifera* (L.) Harz, originaria del sureste de los Estados Unidos.

El color de la calabaza parece ser un buen indicativo de su linaje. Las calabazas verdes y amarillas pertenecen al linaje que se piensa tuvo origen en la parte oriental de los Estados Unidos, mientras que la calabaza naranja pertenece al linaje originado en México. El antecesor silvestre del linaje de la calabaza del norte de América, fue descubierto en la orilla de ríos y corrientes de las montañas Ozark de Arkansas; en cambio el progenitor silvestre de las calabazas de linaje mexicano aún no ha sido identificado. En estudios realizados en las cuevas de Ocampo, en la década de 1950, se encontraron tres semillas de calabaza en las capas relacionadas con las ocupaciones más antiguas; se juzgó que su tamaño era suficiente como para pertenecer a plantas domesticadas. Los estudios por radiocarbono

marcaron que las semillas provenían de entre 8,540 y 8,200 años antes de nuestra era.

- Distribución e importancia económica

Es un cultivo que se encuentra en expansión en diversas regiones del mundo de clima cálido, tanto por la superficie sembrada como por su rentabilidad. Se encuentra disponible en el mercado durante todo el año. Entre los principales productores se encuentran: Egipto, Estados Unidos, Italia, México y Turquía. Entre los mayores exportadores están: España, Nueva Zelanda, Francia, Países bajos, México, Italia, Tonga, Marruecos, Turquía, Alemania, Bélgica, Austria, Trinidad y Tobago, Reino Unido, República de Corea, Perú, Portugal, Guyana, República Dominicana y Jamaica. Cabe aclarar que las estadísticas de la FAO incluyen la producción de distintos tipos de calabaza.

Aun cuando la superficie sembrada con calabacita cubre apenas el 0.13 % de la superficie cultivada en México, es una hortaliza de gran importancia por su rentabilidad y por la cantidad de mano de obra que emplea. Se siembra en 30 estados, de los cuales en 2004 destacaron como los principales productores: Sinaloa, Sonora, Puebla, Morelos y Michoacán; la superficie que se sembró en el año citado fue de 29,715 ha. El volumen de producción fue de 463,350 ton, mientras que el valor de la producción ascendió a \$ 1,651'338,989.00

- Valor nutritivo y usos

Es un fruto rico en agua, pero bajo en carbohidratos, proteínas y lípidos; es una buena fuente de vitamina A y C, de betacarotenos y de minerales, como P y Ca. Las semillas contienen 50 % de aceite y 33 % de proteína. Existen muchas variedades de calabacita, que por lo general son anuales. El fruto se consume fresco o cocido de numerosas formas. También se emplea como planta forrajera y las semillas se tuestan para elaborar condimentos.

- Variedades

Existe un buen número de variedades que se pretende tengan las siguientes características: frutos cilíndricos, tamaño mediano, pulpa compacta, epicarpio delgado, pocas semillas, resistencia al transporte y conservación, además de tallo erecto, follaje no muy abundante y floración predominantemente femenina. De acuerdo a su ciclo de desarrollo las variedades se clasifican en extratempranas, tempranas y tardías.

- Requerimientos de cultivo

La calabacita se adapta a cualquier tipo de suelo, si bien se desarrolla mejor en suelos profundos y ricos en materia orgánica, con un rango de pH de 5.5 a 6.8; es un cultivo medianamente tolerante a la acidez y a la salinidad, de clima cálido, que no tolera las heladas. Para su germinación requiere de una temperatura entre 22° y 25° C, mientras que para su desarrollo el rango fluctúa entre 18° a 35° C. La siembra puede ser directa o por transplante.

c. Pepino (*Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae)

El pepino es una planta principalmente monoica, cuyas flores son de 2 a 3 mm de diámetro, de color amarillo, insertadas en las axilas de las hojas; las masculinas crecen separadas en racimos o grupos que se componen de 3, 5 y 6 flores, que aparecen 7 a 14 días antes con respecto a las femeninas. El fruto es una baya modificada o pepónide de forma alargada, cilíndrica, elipsoidal o prismática; la superficie es lisa o parece recubierta con pequeñas espinas cerosas en su estado juvenil, que con el tiempo se caen. Las semillas son planas de color blanco y miden de 8 a 10 mm de longitud, con un grosor de 3 a 5 mm. La raíz principal puede crecer y profundizar hasta 1.2 m, con una extensión lateral de 50 a 60 cm. El tallo tiene una longitud de 0.3 a 2.5 m, que tiende a ramificarse de manera secundaria y terciaria; la ramificación ocurre en las axilas de las hojas del tallo central.

- Origen

Es una especie originaria del sudeste de Asia, entre India y China. Se estima que el cultivo de pepino se realiza desde hace más de tres mil años en India, desde donde se introdujo a Asia menor, al norte de Africa y sur de Europa, mucho antes del inicio de la historia escrita. Su posterior diseminación a otras regiones propició su distribución mundial.

- Importancia económica y distribución

Es un cultivo de clima tropical que se siembra en Europa, Asia, Africa, Medio Oriente y América. Entre los países exportadores se citan: Países Bajos, México. España, Canadá, Estados Unidos, Jordania, Bélgica, Grecia, Alemania, Francia, Turquía, Austria, Irán; Honduras, Polonia, Bulgaria, Italia, Reino Unido, Macedonia y Bielorrusia.

En México, la superficie que se siembra con pepino es de 19,740 ha, en 29 estados; la producción del año 2004 fue 518,385 ton, con un valor de \$1'367, 106,052.00. Los principales estados productores fueron: Sinaloa, Michoacán,

Baja California, Morelos y Zacatecas.

- Valor nutricional y usos

El pepino es rico en agua, K, P, Ca, Fe y Na, vitamina A y C; bajo en carbohidratos y grasas. Las hojas se pueden comer en ensaladas. Las dos formas predominantes de uso del pepino son: como producto fresco, en ensaladas, y como producto encurtido o pepinillo. El pepino que se usa para encurtidos es tierno, a diferencia del que se aprovecha en fresco, de allí que se le llame pepinillo; en esta presentación tiene una composición variable, según su procesamiento y los aditivos industriales que se utilicen. Las semillas son ricas en aceite.

- Variedades

Los criterios que se usan para elegir una variedad de pepino son: producción, vigor de la planta, resistencia a enfermedades, tamaño del fruto, resistencia al transporte. Las variedades se clasifican en dos grupos: de polinización libre e híbridos. Los híbridos, según su floración, se dividen en: monoicos, que presentan flores masculinas y femeninas; ginoicos, que sólo presenta flores femeninas, por lo que se requiere un polinizador, y ginoicos de frutos partenocápicos.

- Requerimientos de cultivo

Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1,200 m de altitud, en climas cálidos y templados. El pepino requiere suelos fértiles y bien drenados, con una profundidad mínima de 60 cm; los óptimos para su desarrollo son los francos, con abundancia de materia orgánica. El rango de pH varía de 5.5 a 6.8; no tolera suelos ácidos. Es una planta sensible a las heladas y a los vientos.

d. Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw, Cucurbitaceae)

El chayote es una planta trepadora, perenne, con hojas alternas, acorazonadas en la base, monoica, con flores unisexuales coaxilares; flores estaminadas en inflorescencias en racimo axilares; flores pistiladas, por lo regular en la misma axila que las flores estaminadas. Sistema radicular superficial. Frutos vivíparos (la semilla germina dentro del fruto), solitarios, rara vez en pares, carnosos, forma y tamaño variable, el color puede ser blanco, amarillento o verde pálido a oscuro. La piel puede presentar espinas o carecer de ellas. Semilla grande, única, de testa suave. La polinización la realizan insectos.

- Origen

Las poblaciones silvestres se encuentran en el sur de México y en Guatemala, donde además existe la mayor diversidad de chayote cultivado. Los tipos silvestres de *Sechium edule* se encuentran distribuidos en los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Oaxaca y Chiapas. El chayote se introdujo a América del sur, las Antillas y Europa entre los siglos XVIII y XIX. De Europa se extendió a África, Asia y Australia. A Estados Unidos llegó a fines del siglo XIX.

- Importancia económica y distribución

Actualmente se cultiva en diversas regiones cálidas del mundo, entre los 800 y 1,800 msnm. Aún cuando hay razas adaptadas al nivel del mar y otras por encima de los 2,000 m, los principales productores son: Costa Rica, Guatemala, México y República Dominicana. En México se cultiva desde la época prehispánica. Actualmente se siembra en 10 estados, aun cuando la superficie sembrada es de 2,160 ha. Veracruz es el principal productor con el 68 % de la superficie que se dedica a este cultivo. En 2004, el volumen de producción fue de 94,656 ton, con un valor de \$ 176,520.00.

- Valor nutritivo y usos

Es un fruto rico en agua y aminoácidos, bajo en carbohidratos, proteína y grasas. Toda la planta es comestible: las hojas, brotes y tallos tiernos se usan como verduras, lo mismo que las raíces tuberosas, mismas que contienen Fe, tiamina y riboflavina y se cuecen como papas. La parte que se comercializa son los frutos, los cuales se comen cocidos; también se usa como forraje. Los tallos suministran fibras de buena calidad que se emplea para tejer cestas y sombreros. Las flores son de interés apícola. En medicina tradicional, las infusiones de hojas se usan para disolver cálculos renales y en el tratamiento de la hipertensión y arterioesclerosis.

- Variedades

Debido a la gran diversidad de características morfológicas que forman infinidad de combinaciones, en el caso del chayote no existen variedades definidas, sino razas locales. Sin embargo, las que se aprovechan con fines comerciales, son bastante uniformes en cuanto a forma, tamaño y color del fruto.

- Requerimientos de cultivo

Prefiere terrenos planos o semiplanos, suelos arcillo-arenoso con una profundidad efectiva de 80 cm y un rango óptimo de pH de 5.5 a 6.8, buen

drenaje y suelos con un porcentaje superior al 3.5 % de materia orgánica. La temperatura adecuada fluctúa entre 13° y 27° C. La humedad relativa requerida varía entre el 70 y 80 %.

e. Lechuga (*Lactuca sativa* L., Asteraceae)

La lechuga es una planta anual, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso (látex), cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Las hojas son lisas, sin pecíolos (sésiles), cuyo extremo puede ser redondo o rizado; su color va del verde amarillo hasta el morado claro, dependiendo del tipo y el cultivar. El tallo es pequeño y no se ramifica; sin embargo, cuando existen altas temperaturas (mayor de 26° C) y días largos (>12 horas luz), el tallo puede alcanzar una longitud de hasta 1.20 m, ramificarse en el extremo y presentar una inflorescencia en cada punta de las ramillas terminales, la cual se compone de grupos de 15 a 25 flores de color amarillo. Las semillas son largas (4 a 5 mm), de color generalmente blanco crema, aunque también las hay pardas y castañas.

- Origen

Existen pinturas que representan a esta hortaliza en una tumba de Egipto, que data del año 4,500 a.C. Procede probablemente de Asia menor, de la especie silvestre *Lactuca serriola* L., clasificada como maleza y difundida ampliamente en el centro y sur de Europa, así como en Rusia. La lechuga tipo cabeza empezó a aparecer hacia el año 1500 de nuestra era.

- Importancia económica y distribución

La lechuga es la planta más importantes del grupo de las hortalizas de hoja; se conoce y cultiva en casi en todos los países del mundo. Los mayores productores son: China, Estados Unidos, España, Italia e India. Los principales exportadores son: España, Estados Unidos, Países Bajos, Italia, Bélgica, Francia, Alemania, México, Canadá, Gran Bretaña, Portugal, Jordania, Suecia, China, Dinamarca, Austria, Australia, Chile, Irán e Irlanda. En México se siembra en 24 estados; durante 2004, la superficie que se sembró fue de 13,020 ha, que produjeron 247,385 ton, con un valor de \$ 461'645,972.00

- Valor nutricional y usos

Es baja en carbohidratos, grasas y proteínas, y fuente de vitaminas A, E y C, además de fibra. Se consume fresca, principalmente en ensaladas.

- Variedades

Las variedades de lechugas se clasifican en cuatro tipos: romanas, acogolladas, las de hojas sueltas y las espárrago.

Las romanas, *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Lam.) Janchen, no forman cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho; las acogolladas, *Lactuca sativa* L. var. *capitata* (L.) Janchen, cuyas hojas forman un cogollo apretado; las de hojas sueltas, *Lactuca sativa* L. var. *intybasea* Hort. ex LH Bailey, que tienen las hojas sueltas y dispersas, y las lechuga espárrago, de las cuales se utilizan por sus tallos. Se cultivan principalmente en China e India.

- Requerimientos de cultivo

Los suelos aptos para el desarrollo de la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, de buen drenaje y pH entre 6.7 y 7.4. La temperatura que requieren varía según la fase de desarrollo, aunque necesita una marcada diferencia entre la temperatura del día y la noche. La humedad relativa necesaria es entre el 60 y el 80 %.

f. Col (*Brassica oleracea* L., Brassicaceae)

La col es una planta bianual que crece 60 cm de largo. El tallo, al principio de su desarrollo es pequeño, grueso y no se ramifica; las hojas, que crecen apretadamente, pueden ser sésiles o con pecíolo, y son anchas. La forma de las hojas es casi redonda, con nervaduras muy pronunciadas. Las flores son de color amarillo, con cuatro pétalos, el fruto es café o gris y tiene un diámetro de 2 a 3 mm.

- Origen

Se cultiva desde el año 2,500 a.n.e. Esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y de Europa. En la actualidad crece en estado silvestre, en las costas del Mediterráneo, Inglaterra, Dinamarca, Francia y Grecia. Es la más antigua de las crucíferas, pues su origen se remonta entre los años 2,000 y 2,500 a.C. Se cree que los egipcios la utilizaban como planta medicinal. En 1536 los colonizadores la llevaron al continente americano.

- Importancia económica y distribución

El repollo es una de las hortalizas más importantes en las zonas templadas, aunque se desarrolla con cierto éxito en los trópicos. El tipo que más se cultiva es el repollo blanco; los tipos savoy y morado, que se cultivan principalmente en Europa, tienen menor importancia.

En México la col o repollo es el vegetal de la familia de las crucíferas de mayor consumo; se siembra en 24 estados, de los cuales el principal productor es Guanajuato. En 2004 se sembraron 6,123 ha, las que produjeron 196,150 ton, con un valor de \$ 233'906,440.00. Los principales productores fueron: Puebla, Michoacán, Chiapas, Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco.

- Valor nutricional y usos

El repollo es una hortaliza que aporta una cantidad significativa de vitaminas A y C, K, P, Na y fibra. Las hojas y tallo se consumen crudos, en ensalada, o cocidos, acompañando diferentes platos. Con el repollo también se prepara la col agria (*chucrut* ó *sauerkraut*), alimento originario de Asia, que consiste en la fermentación del repollo en su propio jugo, al que se le añade sal.

- Variedades

En México se utilizan diversas variedades e híbridos para consumo fresco; en ellas se buscan características como forma de la cabeza, sabor, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia al quemado de las hojas, entre otras.

- Requerimientos de cultivo

La col es un cultivo de climas templados y frescos; en los climas tropicales y subtropicales se produce en invierno. La temperatura adecuada para su desarrollo fluctúa entre 15° a 20° C, con mínimas de 0° y máximas de 27° C. Se adapta bien a cualquier tipo de suelo, aunque prospera mejor en suelos con un buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. El rango de pH óptimo varía entre 6.5 y 6.2 y es moderadamente tolerante a la salinidad.

g. Ajo (*Allium sativum* L., Alliaceae)

Es una especie perenne que se cultiva como anual a través de propagación agámica, debido a que los clones cultivados no producen semillas. El sistema caular es erecto, bajo (menor de 1 m) y está compuesto de tallo, unas pocas hojas y, eventualmente, de un bulbo y una inflorescencia. El tallo es subterráneo, corto-comprimido y cubierto por la base de las hojas que se forman a partir de la yema apical. Las hojas son opuestas, enfundadas o tubulares en la base, con un poro que permite la emergencia de la lámina de las hojas siguientes. A partir del poro, la lámina es lanceolada y de sección angular, con una cutícula muy cerosa. El conjunto de partes enfundadas en las hojas, da origen al bulbo y a lo que se conoce como falso tallo del ajo. Los bulbos son estructuras que se forman al final de la temporada de

crecimiento.

La inflorescencia, consiste en una umbela que se encuentra protegida por una hoja modificada como bráctea o espátula. La umbela está compuesta de numerosas flores pequeñas, de color lavanda a blanco-verdoso, que abortan sin formar semillas. La estructura del bulbo de ajo es más compleja que la de la cebolla. Las hojas más externas se secan y constituyen las túnicas protectoras de los bulbillos o dientes que se forman en la axila de las hojas más jóvenes o internas. A partir de la yema de estas hojas se puede formar uno o más dientes (por división del ápice), que consisten en un ápice meristemático rodeado de tres o cuatro primordios foliares, una hoja de rebrote, una hoja engrosada que reserva carbohidratos y una hoja envolvente seca y dura, que protege el bulbillo. En términos simples, el bulbo de ajo está compuesto de varios bulbillos, desde uno a más de 30, que se encuentran protegidos por las hojas más viejas de la planta.

- Origen

El ajo no se ha encontrado en forma silvestre y parece ser originario de la región montañosa de Asia Central. Es una especie bajo cultivo muy antigua, que se describió en China hace cerca de 4,000 años a.C., y se diseminó desde su zona de origen, por todo el mundo, en épocas muy remotas.

- Importancia económica y distribución

Después de la cebolla, es la hortaliza que más se utiliza en la actualidad; los principales países productores son: China, India, Corea del Sur y España. Los mayores exportadores son: China, España, Argentina, Francia, Italia, Países Bajos, México, Malasia, Estados Unidos, Chile, Gran Bretaña, Bélgica, Alemania, Emiratos Arabes Unidos, Egipto, Filipinas, Hungría, Austria, Turkmenistán e India.

En México se siembra en 22 estados, sin embargo, la superficie sembrada es mínima (5,637 ha). La producción en 2004 fue de 48,025 ton, con un rendimiento promedio de 8.56 ton/ha y un valor total de la producción \$ 343'450,194.00.

- Valor nutritivo y usos

Entre las hortalizas, el ajo se destaca por su alto contenido de materia seca, que puede variar entre 30 y 50 %. El resto de los principales componentes nutritivos presenta valores similares a otras hortalizas. Es rico en K y P; sin embargo, quizás el ajo más marcadamente que otras aliáceas, posee un

alto contenido de compuestos azufrados que le dan el olor y sabor que distinguen a la familia. El olor y sabor característicos de ajo explican su uso como condimento o saborizante en las comidas y ensaladas.

Otro uso del ajo, quizás más antiguo, ha sido como medicamento, lo que se debe a sus reconocidas propiedades farmacológicas, algunas de las cuales, como su poder bactericida, su acción anticoagulante y antiolesterol, y sus efectos benéficos en el tratamiento de asma, cáncer y diabetes, se han comprobado en los últimos años por diversos estudios científicos. Por todas estas razones, el ajo no sólo se consume fresco, sino también deshidratado, como sal de ajo y salsa; como píldoras, extractos y cápsulas que contienen ajoína y otros compuestos activos.

Los extractos del ajo tienen propiedades vermícidas; como insecticida se ha probado contra larvas de *Culex pipiens*, *Aedes aegypti* y *Dermatocentor marginatus*, con resultados más efectivos que con la cebolla, pues las larvas mueren en 2 ó 3 minutos.

- Variedades

Existen diversas variedades de ajo que se clasifican en dos grupos: ajos blancos, los más comunes en todo el mundo, que se caracterizan por su rusticidad, buen sabor, alta productividad y conservación; ajos rosados, cuyo color de la túnica envolvente es rojizo; son más precoces que los blancos pero su conservación es menor.

- Requerimientos de cultivo

Prospera bien en casi cualquier clima, aunque su sabor es más fuerte en climas fríos. Para conseguir un buen desarrollo, se requiere que la temperatura nocturna sea menor de 16° C, aunque tolera temperaturas altas (40° C), siempre que exista humedad en el suelo. Prospera en los mismos suelos que los cereales, aunque se desarrolla mejor en suelos francos o algo arcilloso, con un contenido moderado de cal y ricos en K.

h. Cebolla (*Allium cepa* L., Alliaceae)

La cebolla es una planta bianual que desarrolla un bulbo en su primera etapa de crecimiento, mientras que los vástagos o tallos florales en la segunda etapa. El tallo es muy rudimentario y pequeño, ya que alcanza sólo unos cuantos milímetros de longitud; se le llama falso tallo al conjunto de hojas que forman el punto apical.

Las hojas son de color verde cenizo, tubulares y huecas. Cuando la planta

es adulta, llega a formar de 10 a 30 hojas, con longitud promedio de 40 cm. El bulbo está formado por hojas modificadas llamadas catáfilas, cuyo tamaño, diámetro y desarrollo dependen principalmente del fotoperíodo. La inflorescencia puede llegar a tener de 50 a 2,000 flores. Las flores blanquecinas o violáceas dan lugar al fruto, que tiene forma de cápsula globular.

La estructura de los bulbos está conformada por el tallo, una a tres catáfilas externas que se originan de hojas con lámina, las que se secan y sirven de protección, un número variable de catáfilas engrosadas, usualmente cuatro, provenientes también de hojas con lámina, y tres a cuatro catáfilas engrosadas sin lámina, las que a su vez envuelven entre cuatro a cinco hojas que recién inician su desarrollo (hojas de rebrote).

- Origen

La cebolla no se ha encontrado en estado silvestre, sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en que su centro de origen se ubica en las regiones montañosas de Turquía, Irán, Afganistán y Pakistán. La diseminación de la especie a otras zonas ocurrió hace muchos años. Existen evidencias de su cultivo en zonas aledañas hace 3,200 años a.n.e.; también se le menciona posteriormente en la Biblia y en el Corán. Su expansión fue amplia pero se desconocen detalles de fechas de introducción a distintas áreas. A América fue traída por los primeros colonizadores y rápidamente se incorporó a la dieta básica de distintos pueblos americanos.

- Importancia económica y distribución

En la actualidad existen cultivares adaptados a todas las regiones del mundo. La superficie sembrada con cebolla es de más de dos millones de ha. China, India, Estados Unidos, Rusia y México están entre los principales países productores, mientras que los mayores exportadores son: México, Nueva Zelanda, Francia, Países Bajos, Irán, Alemania, Italia, Indonesia, Polonia, España, Uruguay, Brasil, Austria, Marruecos, Bélgica, Bulgaria, Túnez, Gran Bretaña, Jamaica e Irlanda.

El cultivo de la cebolla se realiza en 26 estados de la república y la superficie que se siembra alcanza apenas el 0.23 %; sin embargo, el rendimiento promedio en 2004 fue muy alto (25.7 ton/ha), lo que permite que México sea de los principales productores y exportadores en el mundo. La superficie sembrada este mismo año fue de 52,261 ha, con una producción de 1'341,769 ton y un valor de producción de \$ 3,536'582,369.00. Los principales estados productores son: Baja California, Chihuahua, Guanajuato, Tamaulipas y

Morelos.

- Valor nutricional y usos

La cebolla es rica en K, y contiene importantes cantidades de Ca, P y vitamina C. Posee un olor y sabor característicos, asociados a compuestos azufrados que actúan como precursores de diversos compuestos volátiles. Estos compuestos son S-alcenil sulfóxidos de cisteína, dominando en cebolla S-(1-propenil), S-propil y S-metil sulfóxido de cisteína, los que al dañarse la célula reaccionan bajo la presencia de alinasa (S-alcil-L-sulfóxido de cisteína liasa), para liberar ácidos sulfénicos, amoníaco y piruvato. Estos ácidos se degradan para formar un amplio grupo de productos de fuerte olor y sabor. Por ejemplo, el ácido 1-propenil sulfénico se reacomoda para formar sulfóxido de tiopropanal, un compuesto lacrimógeno que es el que hace llorar al pelar las cebollas.

La presencia de estos compuestos característicos hace que las cebollas sean atractivas para muchos consumidores y da origen a una demanda permanente de producto natural e industrializado.

Tiene propiedades insecticidas para larvas de algunas especies de garrapatas (*Ixodes redikorzevi*, *Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis punctata*).

- Variedades

Las variedades de cebolla se clasifican de acuerdo a varias características, entre ellas la forma y el color del bulbo, la forma de multiplicación, el destino del producto y el ciclo del cultivo. Desde el punto de vista comercial se reconocen tres grupos de variedades: cebollas gigantes, cebollas corrientes y cebolletas (cebollas pequeñas para encurtidos).

- Requerimientos de cultivo

Es un cultivo de clima templado, aun cuando en etapa de formación y maduración del bulbo tolera temperaturas bajo cero. Los suelos adecuados para su desarrollo son sueltos, profundos, ricos en materia orgánica, no calcáreos y con un pH de 6 a 6.5; es medianamente tolerante a la acidez y no tolera el exceso de humedad. El intervalo entre un cultivo y otro es por lo menos de tres años.

Plantas silvestres que se utilizan como hortalizas

En cada país existe una enorme diversidad de especies silvestres que tradicionalmente se utilizan como hortalizas; muchas de ellas proveen diversos nutrientes a poblaciones marginales, sin embargo, su

aprovechamiento y consumo se limita a la época en que están disponibles en su hábitat natural. Esta sección tiene por objeto presentar especies factibles de aprovechamiento, siempre y cuando mediante investigación, se logren solventar los problemas que actualmente presentan y que limitan su uso comercial.

a. Berro (*Nasturtium officinale* R.Br., Brassicaceae)

Es una planta asociada a cuerpos de agua que crece en climas semicálidos, semisecos y secos, en donde existe matorral xerófilo, bosque de encino y mixto de pino. Se recolecta en las orillas de corrientes de ríos, arroyos y estanques. Los brotes se cortan principalmente al ras de suelo y se forman manojos, o bien se cortan las hojas y se depositan en recipientes. Las hojas deben lavarse y desinfectarse cuidadosamente, para eliminar larvas e insectos, ya que incluso pueden alojar el virus de hepatitis A. Es una planta perenne que se puede colectar todo el año. Se reproduce sexual y asexualmente por medio de esquejes (la mayoría de los vástagos crecen con raíces en cada nudo).

Las partes comestibles son las hojas tiernas y los tallos. Se puede utilizar para condimentar ensaladas o como platillo independiente. Es excelente en ensaladas, requesón, emparedados y también en jugo, solo o combinado con otros vegetales.

Se le atribuyen propiedades medicinales además de ser aperitivo, vitamínico, remineralizante, diurético, estimulante del cuero cabelludo, calmante de la tos, expectorante; también provoca ligera baja de azúcar y se usa para tratar afecciones renales, pulmonares, cardíacas y como remedio para diabetes, anemia y bocio. Sus principios activos son: glucosinolatos, gluconasturtosidos, vitaminas A,C,B,PP y E; sales minerales: Na, Fe, P, Mn, enzimas, principio amargo.

Es uno de los alimentos favoritos de algunas especies de aves acuáticas silvestres y se usa como alimento para aves canoras en jaula. Los puntos de venta se encuentran en los mercados locales, regionales y automercados.

b. Verdolaga (*Portulaca oleracea* L., Portulacaceae)

Es una planta arvense y ruderal, de hábito rastrero, hojas verdes y carnosas, flores vistosas que se propaga por semillas. La parte comestible son las hojas, tallos tiernos y flores. Se le encuentra en campos de cultivo o lugares donde hubo siembras anteriores; crece como maleza a la orilla de arroyos, en jardines cuando no hay heladas, generalmente de mayo a noviembre.

Las hojas, previamente lavadas y desinfectadas, se usan en ensaladas o guisos. Se le atribuyen propiedades antiescorbúticas, diuréticas, laxantes y antihelmínticas; contiene gran cantidad de mucílago, por lo que favorece el tránsito intestinal. Aporta minerales, vitaminas y oligoelementos.

Se uso frecuente como forraje para animales domésticos. La comercialización aún es a nivel local, en los poblados y supermercados.

Se recomiendan líneas de investigación que estudien la selección y caracterización de genotipos, de los procesos de domesticación y producción intensiva, los requerimientos de poscosecha y desarrollo de mercadotecnia.

c. Flor de palma o izote (*Yucca filifera* Hort ex Engelm., Agavaceae)

La palma china o palma pita es una planta perenne de propagación sexual, aunque tarda mucho en germinar y crecer; la semilla requiere de tratamientos pregerminativos. También se puede reproducir por propagación asexual. Es un componente esencial del paisaje de las zonas áridas en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Querétaro y Estado de México. Forma parte del matorral rosetófilo o constituye izotales, zonas donde predominan las yucas conocidas. La parte comestible es la inflorescencia y los frutos; los racimos se cortan manualmente cuando las flores aún no abren. La época de recolección varía en los diferentes estados, ya que se reproduce entre los meses de marzo y mayo. Las flores se consumen en guisos o ensaladas.

Las comunidades locales también le dan un uso forrajero a la flor y al fruto. Se utiliza además la fibra de la planta para la producción de papel Kraft; la semilla contiene aceite comestible y posee usos farmacéuticos. La comercialización es local y estacional.

Se sugiere que las investigaciones en la palma china *Yucca filifera* se centren principalmente en la conservación y la poscosecha de las inflorescencias, por ser una planta perenne que tarda mucho tiempo en florecer (7 a 10 años), en la factibilidad de explotación comercial y en la legislación para su recolección.

d. Quintonil o quelite blanco (*Chenopodium album* L., Chenopodiaceae)

Herbácea anual de tallo recto, ramificado o simple, que alcanza hasta 2 m de altura. Hojas grandes irregularmente dentadas o enteras; inflorescencias en largas panículas; se reproduce por semillas y cada infrutescencia contiene miles de ellas. Es considerada una planta indicadora de buenos suelos. Se distribuye a lo largo del continente. La parte comestible son las hojas tiernas,

se cocina como las espinacas o acelgas. Se recolecta durante el verano y abunda en orillas o acequias, canales y lugares húmedos.

Se usa frecuentemente como alimento para ganado y aves de corral. Se requieren líneas de investigación que estudien la selección y caracterización de genotipos, los procesos de domesticación y producción intensiva, los requerimientos de poscosecha y comercialización del quintonil o quelite blanco (*Chenopodium album* L.).

e. Tomatillo silvestre (*Physalis philadelphica* Lam., Solanaceae)

El tomate de fresadilla es una planta rastrera de 15 a 60 cm de alto, anual que se propaga por semilla. Crece arvense y se recolecta en áreas de cultivo o jardines en los meses de mayo a septiembre; si se cultiva de manera comercial, es usual el trasplante. Se distribuye en el sur de Texas, y desde el sur de Baja California Norte hasta Guatemala, desde los 10 m hasta los 2,600 msnm.

La parte comestible son los frutos maduros, crudos o cocinados; se emplea en la elaboración de salsas. El agua hervida de las cáscaras se utiliza para mejorar la consistencia de la masa de tamales y la de los buñuelos. También se usa para dar sabor al arroz blanco y para ablandar carnes rojas. Como remedio medicinal, el fruto asado o frito se usa para aliviar dolores de anginas y enfermedades de la garganta; las hojas se emplean para curar la diarrea.

El fruto silvestre se comercializa en mercados locales y regionales. El tomatillo se empezó a cultivar de manera comercial en México no hace mucho tiempo. En 2004 se sembraron 60,514 ha, que produjeron 722,546 ton, con un valor de \$2,505'757,078.00.

f. Achicoria, Radicheta o endivia silvestre (*Cichorium intybus* L., Asteraceae)

Planta perenne que puede medir hasta un metro, de tallo recto, hojas de color verde y capítulos de pequeñas flores azules que se propaga por semillas. Crece silvestre en las orillas de los caminos y en los cultivos. En Francia, Bélgica y Países Bajos, este vegetal se consume desde hace varios siglos. La parte comestible de la planta que se consume como ensalada; es un conjunto de hojas tiernas, enrolladas, llamado cogollo, capullo o prepucio, que se origina a partir de una yema dominante ubicada en base de la planta. Este órgano constituye el producto conocido como endivia de color claro y peso variable, con su sabor amargo poco característico.

La recolección se realiza desde finales de junio a parte de septiembre y se hace al cortar las hojas o el cogollo cuando están tiernos. Por lo regular se colecta cuando se realizan las labores de cultivo ya que crece como maleza, se localiza en cultivos y orillas de caminos; es una planta ampliamente distribuida en climas cálidos y húmedos, y en suelos ricos en materia orgánica. Esta especie tiene propiedades medicinales como diurético, laxante, hipotensor, colerético (estimula la función de la vesícula biliar); los principios activos que se han identificado corresponden a lactonas sesquiterpénicas, Fe, K, ácido chicorésido.

En otros usos alternativos, la corteza tostada de la raíz se usa como sustituto de café; la raíz seca se emplea en la industria de las bebidas y en la preparación de alimentos para mascotas. En Europa se está cultivando como fuente de inulina y fructuosa, mientras que en México esta especie no se cultiva en forma comercial; de hecho se considera maleza, por lo cual se consume en muy baja proporción; generalmente se destruye para incorporarla al suelo.

g. Chipilín o chipile (*Crotalaria longirostrata* Hook. et Arn, Fabaceae)

El chipilín es una planta perenne parecida a la verdolaga de ramas delgadas, hojas pequeñas, aromáticas, de color verde y atractivas flores amarillas, alcanza hasta 1.5 m. La semilla es de color negro envuelta en una cápsula de color café oscuro. Esta especie se propaga a través de semilla. Es una planta que crece en las parcelas o milpas de climas tropicales, en suelos ácidos con buen drenaje. Nativo de Chiapas, principalmente de la región llamada Frailesca, se distribuye desde Chiapas y Oaxaca, en México, hasta Centroamérica.

Se recolecta durante la temporada de lluvia, que es cuando presenta mayor masa foliar y mejor rebrote, aunque se le encuentra todo el año. Generalmente se corta la mitad del tallo y se conserva en el suelo la parte de la raíz, para que empiece a rebrotar a los quince días y alcance su tamaño aprovechable al mes. La parte comestible de la planta que se consume son las hojas y partes del tallo. Es un ingrediente importante en la cocina regional del sur de México y Guatemala, tan sólo en Chiapas se consume en forma muy variada: guisado con frijoles, en tamales, caldos, sopas y cremas

Los principios activos que se le han identificado corresponden a Fe, Ca y betacaroteno. En las semillas están presentes crotalina y otros alcaloides.

Es una planta tóxica para el ganado. Puede utilizarse para mejorar la fertilidad del suelo, ya que es buen fijador de nitrógeno.

I. LITERATURA CITADA ↑

1. Agroinformación - El cultivo del Chirimoyo. http://canales.hoy.es/cana/agro/datos/frutas/frutas_tropicales/chirimoyo.htm consultado el 3 de mayo de 2006.
2. Arboles del Area del Canal de Panamá <http://cffs.si.edu/webatlas/spanish/sponcy.htm/> Consultado el 1 de mayo de 2006.
3. Berro http://www.podernatural.com/Plantas_%20medicinales/Plantas_B/p_berro.htm, consultado el 4 de junio de 2006.
4. Calabacita (*Cucurbita pepo*) <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm>, consultado el 4 de junio de 2006.
5. Clasificación según centro de origen. http://www.puc.cl/sw_edu/hort0498/HTML/p007.html, consultado el 20 de abril de 2006.
6. *Crotalaria longirostra*, chipilin <http://www.leafforlife.org/PAGES/CROTALAR.htm>, consultado el 13 de junio de 2006.
7. ___ Chipilín <http://en.wikipedia.org/wiki/chipil%C3%ADn>, consultado el 13 de junio de 2006.
8. ___ Col, Información General y Cultivo <http://www.faxsar.com.mx/semhort1/c60vI001.htm>, consultada el 2 de junio de 2006.
9. ___ Cronología de los cultivos andinos. http://www.peruecologico.com/perucultivosincas_crono.htm, consultado el 3 de mayo de 2006.
10. ___ *Cucurbita pepo* <http://www.faxsar.com.mx/semhort1/c60ca001.htm>, consultado el 3 de junio de 2006.
11. ___ Cultivo de lechuga <http://infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>, consultada el 2 de junio de 2006.
12. ___ Culynary Skills, Chicory (*Chichorium intybus*) http://commhum.mccneb.edu/fstdatabase/HTM_files/veggie/chicory.htm, consultado el 13 de junio de 2006.
13. ___ El cultivo de la guayaba http://www.ma.co.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_guayabs.pdf, consultado el 4 de junio de 2006.
14. ___ El cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.). <http://proexant.org.ec/Manual%20de%20papaya.htm>, consultado el 2 de mayo de 2006.

15. ____ Era Salud. Achicoria (*Chichorium intybus*). <http://www.directoriomédico.com.ve/guias/plantas/a/achicoria.php>, consultado el 13 de junio de 2006.
16. ____ *Ficus carica* L. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/50morac5m.pdf, consultado el 4 de junio de 2006.
17. ____ Guía técnica del cultivo de pepino. <http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/pepino.pdf>, consultado el 3 de junio de 2006.
18. ____ Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos de Colombia. Papaya. <http://www.cci.org.co/Manual/Productos/Frutas/Papaya/papaya04.htm>, consultado el 2 de mayo de 2006.
19. ____ Plants for a future: Database search results. *Physalis philadelphica*. http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Physalis+philadelphica, consultado el 12 de junio de 2006.
20. ____ Verdolaga <http://www.directoriomédico.com.ve/guias/plantas/v/verdolaga.php>, consultado el 2 de junio de 2006
21. Badui, S. 1993. Química de los alimentos. Tercera edición. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V., México, D.F.
22. Cañizares, Z.J. 1982. Catálogo universal de frutales. Ed. Científico técnico 269 pp.
23. CONAFOR-CONABIO. Yucca filifera (Chabaud, 1976) Paquetes Tecnológicos. http://www.conafor.gob.mx/Programas_nacionales_forestales/pronare/fichas/%20tecnicas/Yucca%20filifer.pdf, consultado en junio 4 de 2006.
24. Charley, H. 1987. Tecnología de alimentos, procesos físicos en la preparación de alimentos. Primera Edición. Ed. Limusa, S.A. de C.V., México, D.F.
25. Cruz Delgado S., S.D. Urbina., I. Basurto. F. Montiel Sánchez. 2003. Análisis de estacionalidad de la producción y precios en el mercado de productos hortofrutícolas y frijol. SAGARPA-SIAP. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/modelos/aestacionalidad/EstacAgric03.pdf>, consultado en abril -mayo de 2006.
26. Furlani-Pedoja, A. 1996. El nuevo calendario del huerto. Ed. Cecchi. 141.

27. FAO. Indicadores estadísticos sobre comercio exterior agrario. <http://www.fao.org/es/ess/toptrade/trade.asp>, consultado en mayo de 2006
28. González M. 1984. Especies vegetales. Ed. Porrúa 305 pp.
29. Granados-Sánchez, D. Y a.d. Castañeda-Pérez. 1991. El nopal. Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Ed. Trillas.227.
30. Hill, A.F. 1967. Economic Botany. International Student Edition (2nd. Edition). McGraw-Hill Book, Inc.
31. Infoagro.com El cultivo de la cebolla. <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>, consultado el 3 de mayo de 2006.
32. Infoagro.com El cultivo de los limones. <http://www.infoagro.com/citricos/limon.htm>, consultado el 29 de abril de 2006.
33. Infoagro.com El cultivo de mango. http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/mango.htm, consultado el 1 de mayo de 2006.
34. Infoagro.com El cultivo de las naranjas <http://www.infoagro.com/citricos/naranjas.htm>, consultado el 1 de mayo de 2006.
35. Infoagro.com El cultivo de la papaya. http://www.infoagro.com/frutas_tropicales/papaya.htm, consultado el 2 de mayo de 2006.
36. Infoagro.com El cultivo de la piña. http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/pina.htm, consultado el 2 de mayo de 2006.
37. Infoagro.com El cultivo del plátano
http://www.infoagro.com/frutas_tropicales/platano.htm, consultado el 29 de abril de 2006.
38. Infoagro.com El cultivo del Chirimoyo. http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/chirimoyo.htm, consultado el 2 de mayo de 2006.
39. Lira Saade R. Chayote (*Sechium edule*) En Agricultura de Mesoamérica FAO. http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap2_4.htm, consultado el 2 de junio de 2006.
40. Miranda, F. 1975. La vegetación de Chiapas. Parte I. Gobierno del Estado. 265 pp.
41. Miranda, F. 1976. La vegetación de Chiapas. Parte II. Ed. Gobierno del Estado. 324 pp.

42. Montes Hernández S., J.R. Aguirre Rivero. Tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) en la Agricultura en Mesoamérica. FAO. http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap2_9.htm, consultado el 12 de junio de 2006.
43. Morton, J.1987. Ambarella (*Spondias dulcis* Forst). http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/ambarella_ars.html, consultado el 1 de mayo de 2005.
44. Ochse, J.J. 1980. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Editorial Limusa México, D.F. pp. 435-806.
45. Potter, N.N. 1973. La ciencia de los alimentos. Primera edición. Edutex, S.A. México, D.F. pp. 538-540.
46. PROCYMAF. Especies de usos no maderables en bosques de encino, pino y pino- encino *Physalis philadelphic*. <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/Physalisphiladelphica.html>, consultado el 12 de junio de 2006.
47. Ramos Novelo, J.A. FIRA. Perspectivas de la red limón mexicano para el 2003. <http://www.fira.gob.mx/Publicaciones/perspectivas%20red%20limon%20mexicano%202003.pdf>, consultado el 30 de abril de 2006.
48. Ravel, G. 1976. Nuevo tratado de horticultura. Ed. Blume. 535 pp.
49. Semillas del Caribe, Especialistas en semillas de papaya. Condiciones óptimas para el cultivo. <http://www.semillasdelcaribe.com.mx/paginas/tecno.htm>, consultado el 2 de mayo de 2006.
50. Schery, R. W. 1972. Plants for man. Second edition. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
51. Sheets, M.D., M.L. Du Bois, J.G. Williamson. La Granada. University of Florida IFAS EXTENSION. <http://miami.dade.ifas.ufl.edu/Programs/tropicalfruit/Publications/La%20Granada.pdf>, consultada en mayo 29 de 2006.
52. Shoemaker, J.S. 1956. General horticulture. Lippincott Co. 464 pp.
53. SIAP-SAGARPA. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. 2004/ Resumen Nacional /Ciclicos y Perennes/ Riego + Temporal. http://w3.siap.sagarpa.gob.mx8080/siap_apb/, consultado mayo 2006.
54. Tiscornia, J. R. 1977. Cultivo de plantas frutales. Editorial Albatros. pp. 7-13.

55. Van Damme P. X. Scheldeman. El fomento del cultivo de la Chirimoya en América Latina. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=docrep/x2450s09.htm, consultado el 2 de mayo de 2006.
56. Villarreal Q. José A. 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
57. Wilson Bob. Chicory production in Nebraska. http://www.panhandle.unl.edu/Research_Crops/chicory.htm, consultado el 13 de junio de 2006.

CAPÍTULO 3

PLANTAS ÚTILES SIN FINES ALIMENTARIOS



*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 3 ↑

PLANTAS ÚTILES SIN FINES ALIMENTARIOS

A. PLANTAS UTILIZADAS COMO ESPECIAS Y SUSTANCIAS AROMÁTICAS

En la antigüedad las especias fueron consideradas verdaderos tesoros, e incluso llegaron a utilizarse como moneda de cambio. Desde siempre las especias se han empleado para sazonar alimentos, bebidas, y principalmente como conservadores. Por sus cualidades aromáticas, eran usadas para mejorar el aliento y la higiene personal. Debido a sus numerosas propiedades terapéuticas, algunas atribuidas y otras reales, desde tiempos remotos las especias están estrechamente relacionadas con la medicina, lo mismo que con la perfumería como ingrediente esencial de los perfumes.

Los fenicios fueron los primeros en iniciar el comercio de las especias, monopolio que perdieron hacia el siglo IV a.C. a raíz de la conquista del imperio fenicio por Alejandro Magno; Roma continuó con este comercio hasta el 641, año en que pasó a mano de los árabes, quienes suspendieron el comercio de especias a Europa. El comercio con los árabes se reinició en 1096. En esta época las ciudades italianas de Génova y Venecia fueron los principales centros de comercio, particularmente Venecia, que por muchos años mantuvo el monopolio del comercio de las especias, de ahí los famosos viajes de Marco Polo. Posteriormente, en el siglo XVI el monopolio pasó a los portugueses durante 200 años, luego a los ingleses y holandeses. Las especias tuvieron tal importancia en las costumbres culinarias del Viejo Mundo, que propiciaron la búsqueda de países donde hubiera una amplia variedad, lo que propició eventos de gran impacto en la historia, como el propio descubrimiento de América.

En términos estrictos, una especia es la parte dura o endurecida de las plantas (raíces, semillas, cortezas) que suele emplearse para sazonar bebidas y alimentos, en tanto que una definición más amplia considera una especia como una sustancia aromática, de origen vegetal, que se utiliza para sazonar los alimentos, por lo que las hierbas aromáticas (laurel, albahaca, orégano, mejorana, etc.), tan usuales en la cocina aun cuando no son propiamente especias, entran dentro de esta categoría. Las esencias, por su parte, son extractos acuosos o alcohólicos de los aceites esenciales.

Por su acción, las especias se pueden clasificar en dos grupos: las que modifican el sabor y aspecto de la comida, y las que estimulan el apetito. La diversidad de especias y su uso solas o combinadas, hace que la cocina de cada país, e incluso de cada región dentro de un país, sea única. De acuerdo

a la parte vegetal que se utiliza, las especias se clasifican en: de raíces y tubérculos, de cortezas, de yemas y flores, de frutos, de semillas y de hojas.

1. Por sus raíces y tubérculos

a. Angélica (*Angelica archangelica* L., Apiaceae)

Es una hierba robusta, de hojas grandes pinnacompuestas, flores pequeñas, color blanco verdoso. Procede de Siria y actualmente se encuentra a poca altitud, en Asia occidental y Europa (se cultiva sólo en Alemania).

Todos los órganos de la planta son aromáticos. Las raíces y frutos desecados se usan para dar sabor a pasteles, dulces y bebidas. Los tallos tiernos y pecíolos se confitan, se maceran en jarabes, y se usan como aderezo y aromatizante en confitería y pastelería. El aceite destilado de los frutos se usa en medicina, perfumería y para aromatizar.

b. Galanga menor y mayor (*Alpinia officinarum* Hance y *Alpinia galanga* (L.) Sw.)

Existen dos tipos de galangas: la menor *Alpinia officinarum* Hance y la mayor *Alpinia galanga* (L.) Sw. (Zingiberaceae)

Hierba perenne de hasta 1.5 m de altura, de hojas color verde, grandes, lanceoladas y agrupadas en dos filas. Posee un racimo floral Terminal con flores de color blanco. La galanga menor es originaria del sur de China; la mayor de Java. Se distribuye en India, China, Java, Tailandia; en Europa se utiliza como especia desde hace varios siglos.

Los rizomas de color pardo rojizo poseen un olor agradable e intenso y un sabor picante; se utilizan en cocina, y para aromatizar licores y amargos (**bebida de sabor amargo que suele tomarse como aperitivo**). Se usan frescos, en polvo, en sopas y curries. La galanga menor es más aromática que la galanga mayor. Es una sustancia carminativa (previene y elimina la formación de gases intestinales) y auxiliar en dolores de estómago.

c. Jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe, Zingiberaceae)

El jengibre es una hierba perenne, erecta, de rizomas gruesos y escamosos que se ramifican en forma de dedos. El tallo mide aproximadamente 90 cm de altura; sus flores son amarillentas, con un reborde purpúreo. Requiere de un suelo fértil y húmedo, media sombra y un clima tropical. Se propaga por rizomas, que son de color amarillo pálido exteriormente, y amarillo verdoso por dentro. Contiene almidón, gomas y oleorresinas (zingibereno), así como un aceite esencial. Es originaria del sureste de Asia y se cultiva

principalmente en China, Japón, Sierra Leona, Australia, Indonesia y Jamaica, y en otras islas del Caribe. Estados Unidos es uno de los principales consumidores.

El jengibre se prepara de dos maneras: verde o en conserva. Los rizomas tiernos se desecan, limpian y hierven en agua, después se pelan, raspan y hierven varias veces en una solución azucarada y, finalmente, se envasan en almíbar. El jengibre seco o curado, se prepara limpiando los rizomas, que se pelan y ponen a secar al sol; en ocasiones se escaldan en agua o en jugo de lima.

El jengibre se usa como condimento en sopas, budines, adobo, pan de jengibre y pastas para té, y como ingrediente de salsas. La oleoresina se utiliza como aromatizante y en medicina. Posee propiedades carminativas, además de ser estimulante, digestivo y dilatador de los vasos sanguíneos cutáneos.

d. Rábano picante (*Armoracia rusticana* Gaertner, Meyer et Scherbius, Brassicaceae)

Es una planta alta y robusta, de hojas dentadas color verde lustroso y flores blancas; raíces grandes, carnosas, cilíndricas de color blanco. Es originaria del sureste de Europa. Se cultiva tanto en Europa Central y del Este, como en América.

La raíz, que es la parte comestible, se utiliza fresca o en salmuera. Las raíces frescas se raspan y se usan como condimento, a veces mezclado con aceite, mayonesa o vinagre. Tiene sabor picante debido al glucósido sinigrina. Sus hojas se utilizan en preparaciones farmacéuticas. Ayuda a la digestión y previene el escorbuto.

e. Zarparrilla (*Smilax* L., Smilacaceae)

Con el nombre de zarzaparrilla se conocen más de 200 especies del género *Smilax*, que se distribuyen en las regiones tropicales del mundo. La zarzaparrilla es una planta de hábito rastrero o trepador que puede alcanzar hasta 50 m de longitud; las hojas son verdes de forma triangular; los frutos son pequeños, esféricos y de color rojo. Posee un rizoma leñoso que presenta múltiples ramificaciones llenas de nudos, de las cuales surgen las raíces largas y finas. La planta se propaga por semilla, acodo, esqueje o brotes. En México se cultiva en Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz y Tabasco.

La parte útil es la raíz y el rizoma, que se pueden colectar todo el año. La zarzaparrilla se emplea como saborizante en las bebidas de cola. Actualmente se le conceden una serie de propiedades medicinales.

canela de Ceylán. Se cultiva en India meridional, en Birmania, en algunos lugares de Malaya, y en menor cantidad en las Antillas y Sudamérica.

La corteza es la parte útil de la planta, la cual se arranca; de ella se separan la parte externa e interna para formar tiras, que luego se ponen a secar para luego disponerlas en paquetes. Sirve para aromatizar y saborizar alimentos y bebidas; se usa en confitería, en gomas de mascar, incienso, dentríficos y perfumes. El aceite se usa en medicina como carminativo, antiséptico y astringente.

c. Sasafrás (*Sassafras albidum* (Nutt.) Nees, Lauraceae)

El sasafrás es un árbol de 18 a 30 m de altura, de hojas lobuladas y flores unisexuales de color amarillo verdoso; los frutos son drupas de color azul oscuro con pedúnculos encarnados. Es originario del oriente de Norteamérica.

Todos los órganos de la planta son aromáticos; la corteza de las raíces produce una sustancia aromática. El sasafrás se usa para aromatizar tabaco, cerveza de raíz y otras bebidas, jabones, perfumes, dentríficos y goma de mascar. En medicina se usan la corteza y la médula del árbol. El aceite se emplea como aromatizante en jabones y para abrillantar. La madera también tiene usos diversos.

3. Por sus flores o yemas florales

a. Alcaparras (*Capparis spinosa* L., Capparaceae)

Es un arbusto perenne de aproximadamente 1.5 m de hojas espinosas, flores blancas o rosadas. El alcaparro es oriundo de la región mediterránea y se cultiva en Europa Meridional y el sur de los Estados Unidos.

La yemas y los frutos son comestibles, con un sabor parecido a la mostaza y la pimienta negra. Los capullos, aun cerrados, se cortan y adoban con sal y vinagre. Tienen un sabor ácido y se usan como condimento para carnes, en salsas y adobos. La raíz, las yemas y los frutos se usan como antirreumático, estimulante hepático, diurético y vermífugo.

b. Clavo (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et L. M. Perry, Myrtaceae)

El clavo aromático es el capullo de un pequeño árbol siempre verde, con yemas florales rojizas o verdosas (tiernas) y pardas, quebradizas cuando están secas; las yemas se dejan secar al sol o en el horno. Los principales países productores de clavo son: Zanzíbar (90 % de la producción total), Indonesia, la Isla Mauricio y las Indias occidentales.

El clavo es aromático y de sabor delicado. Se utiliza como condimento en adobos y salsas; como aromatizante de ambiente. En medicina se usa por sus propiedades estimulantes, antisépticas y antiespasmódicas.

c. Azafrán (*Crocus sativus* L., Iridaceae)

Herbácea perenne con una altura promedio de 10 a 25 cm; posee un bulbo de color terroso, del que parecen nacer las hojas. Las flores (1 a 3 por tallo) son de color violáceo, cada una con tres estigmas de color amarillo, rojizo o anaranjado. El estigma seco posee un aroma y color característico, cuyo sabor lo hace la especia más cara del mundo. Los principales productores de Azafrán son: España, Irán, Grecia, Marruecos e India.

El azafrán se usa como especia para dar color y sabor a diversos platillos de carne, sopas, mariscos, paellas, etc.; también se usa como colorante de quesos y mantequillas. Dejó de usarse en la industria textil debido a que los sustitutos sintéticos son más económicos. En medicina homeopática se emplea como carminativo, sedante, auxiliar para tratar la tos y bronquitis, cólicos y en problemas ováricos, entre otras enfermedades.

En México se utilizan otras especies a las que se les llama azafrán: *Buddleia marrubifolia* Benth (Loganiaceae) se encuentra en forma silvestre; *Escobedia linearis* Schlecht (Scrophulariaceae) en Jalapa, Ver., *Escobedia scabrifolia* Ruíz et Pav (Scrophulariaceae), sur de la república y en Guanajuato, Veracruz y Aguascalientes; *Ditaxis heterantha* Zucc. (Euphorbiaceae) en Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí y sur del país.

4. Por sus frutos

a. Chile (*Capsicum* spp., Solanaceae)

El chile es el fruto de diversas plantas del género *Capsicum* de América tropical. Su cultivo, aunque generalmente reducido en superficie, se encuentra ampliamente extendido en todo el mundo, excepto en las zonas más frías. China, Estados Unidos y México son los principales productores a nivel mundial.

La planta es una hierba de hábito perenne en condiciones naturales, pero cultivada como anual en la mayoría de los casos; tiene tallo con ramificación dicotómica; las hojas son de tamaño medio, enteras, de forma oval-oblonga, glabras y de color verde intenso. Las flores se forman en las axilas de las ramificaciones, de tamaño pequeño (1 cm), con cáliz dentado, cinco pétalos de color blanco.

Los frutos se cosechan en distintos estados de madurez, dependiendo del cultivar y su uso, por lo que la composición puede ser muy variable, sobre todo la referente a su pungencia (calidad de picante), aspecto que los caracteriza. En la placenta y septos se encuentran unas glándulas o receptáculos ricos en alcaloides (capsacinoides), entre los que prevalece la capsicina y la dihidrocapsicina, los cuales que determinan el grado de pungencia del fruto. Esta picantez del fruto es variable, según el cultivar.

El método tradicional para estimar la pungencia se basa en pruebas por catadores entrenados que evalúan la pungencia mediante una mordida y la duración de la sensación de calor que produce; el resultado se expresa en unidades Scoville (uS), en honor del inventor del método. Algunos ejemplos de valores promedio que demuestran la gran variación en picantez entre cultivares (cv) son: pimientos de 0 (no detectable) a 100 uS, cv ortega 1,000 uS, cv jalapeño de 4,000 a 6,000 uS, cv cayena de 30.000 a 50,000 uS, cv habanero de 200,000 a 350,000 uS. Debido a que este método es bastante subjetivo, se está sustituyendo por espectrofotometría, cromatografía de gases y cromatografía líquida de alta resolución.

Después del descubrimiento de América, diversas especias, entre ellas el chile, fueron introducidas a España y de ahí a distintas regiones del mundo. La introducción del chile provocó una verdadera revolución culinaria en las cocinas mediterránea, China, India e Indonesia.

Existen, por lo menos, 47 especies de chile, de las que se derivan numerosas variedades que difieren entre sí en tamaño, forma, color y sabor más o menos picante; este es precisamente el éxito del chile, que existen variedades para todos los gustos y que puede consumirse en fresco, seco o en conserva. Estas características hicieron que el chile se convirtiera en un condimento esencial de las comidas típicas de muchos países, entre ellos México, Perú y Bolivia. Entre las diversas clases se encuentran los chilis, páprikas, pimientos, tabascos, entre otras. *Capsicum annuum* L. es el chile conocido como pimiento morrón.

b. Enebro (*Juniperus communis* L., Cupressaceae)

El enebro común es un árbol pequeño o arbusto perennifolio de hojas aciculares; los frutos son conos de forma redonda, de color purpúreo con un brillo verdoso. Es propio de regiones frías de Asia, Europa y América del norte.

Los conos son astringentes; secos se utilizan para sazonar diversos platillos y para aromatizar la ginebra.

c. Pimienta inglesa (*Pimenta dioica* (L.) Merr., Myrtaceae)

Es un árbol siempre verde, de 6 a 9 m de altura, con flores de color blanco y frutos purpúreos. El fruto es una pequeña baya negra, rugosa con dos pequeñas semillas. Las bayas verdes se cortan y se dejan secar durante varios días, para que adquieran un color pardo rojizo. Se obtienen de 35 a 45 kg por árbol. La pimienta es oriunda de las Antillas y de algunos lugares de Sudamérica y Centroamérica. Es abundante en Jamaica (exporta unas 2,300 ton anualmente); México y Guatemala producen una cantidad menor. En México se cultiva en los lugares cálido-húmedos de Veracruz, Tabasco y Oaxaca.

El fruto, la semilla y la hoja son aromáticos; el fruto se utiliza como especia en salsas, adobos, embutidos y sopas. El fruto y la semilla contienen un aceite esencial que se emplea como aromatizante en perfumería. Las hojas se usan para preparar té y la madera como leña.

d. Pimienta negra (*Piper nigrum* L., Piperaceae)

Es un arbusto rastrero o trepador, provisto de raíces adventicias; los frutos son drupas monospermas parecidas a bayas, de color verde cuando aún no maduran y rojas cuando maduran. Se propaga por semillas o por esquejes del ápice de la planta. Las espigas se secan al sol o se ahuman y los granos se separan por frotación. Es originaria de India y de la región Indo-Malaya. Se cultiva en los países tropicales de oriente, desde Africa hasta India, en Siam, Filipinas, las Indias Orientales y las Islas de los Mares del Sur. En México se cultiva en Veracruz, Tabasco y Oaxaca.

La pimienta blanca y la negra si bien son diferentes en apariencia, sabor y aroma; se obtienen de la misma planta, pero se cosechan en estados diferentes de maduración y se someten a procesos de producción distintos.

e. Pimienta larga (*Piper retrofractum* Vahl. y *Piper longum* L., Piperaceae)

La *Piper retrofractum* Vahl. es una planta leñosa y trepadora, originaria de Malaya, que se cultiva en Java, Bali e islas vecinas; la *Piper longum* L. es un arbusto que procede de India, Sri Lanka y Filipinas y se cultiva principalmente en Bengala. Los frutos son pequeños. Las espigas se recolectan inmaduras y se secan al sol o mediante hogueras. La semilla aromática, picante y algo dulce, se usa en adobos, conservas y salsas.

f. Anís estrellado (*Illicium verum* Hook. F., Illiciaceae)

Es un árbol perennifolio que llega a medir de 2 a 5 m, que despide una

intensa y aromática fragancia, con hojas de lanceoladas y frutos en forma de estrella de 8 a 12 puntas, de color pardo rojizo, con semillas duras y brillantes, muy aromáticas. Se propaga por semilla. El anís estrella probablemente es originario de China; crece en el sur de este país e Indochina.

Los frutos inmaduros se recolectan y se ponen a secar, o se destilan para obtener aceite; contienen una esencia llamada anetol que tiene propiedades eupépticas (facilitador de la digestión) y carminativas. Masticados se usan como suavizante respiratorio. El anís se utiliza como especia culinaria.

g. Vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks, Orchidaceae)

Es una planta trepadora provista de raíces adventicias, carnosas, hojas grandes y suculentas, flores amarillo-verdosas; frutos en forma de vaina, largos, delgados y amarillos. De los frutos desarrollados, pero no maduros, se obtiene material aromático. Se propaga por injerto.

Es una planta originaria de México, el único lugar del mundo donde se producía de manera comercial, hasta que se descubrió la manera de polinizarla manualmente. A la fecha se cultiva en regiones de climas calientes y húmedos, con temperatura media anual de 25°C y mínima de 12°C, con una precipitación pluvial de 1,000 mm, a una latitud Norte de 21°. Las principales zonas productoras son: México, Islas Seycheles, Madagascar, Islas Comoro, Reunión, Tahití, Dominica, Puerto Rico y Guadalupe. En México abunda en Papantla, su centro de origen, y Mizantla, Veracruz.

La vainilla, en sus diferentes presentaciones (vainas, extractos, polvo), es una esencia muy apreciada en las industrias de la panadería, confitería y bebidas por el suave y delicado aroma que le proporciona un aldehído aromático. Para que la vaina produzca la vainillina es necesario someterla a un proceso de curado que varía en cada región, lo que hace la diferencia en cuanto a calidad y aroma del producto final. El proceso en general consta de cuatro fases: marchitez, sudado, secado y acondicionamiento. La producción de vainilla es muy cara, por lo que su precio en el mercado es alto; se considera la segunda especia más cara, después del azafrán, lo que ha favorecido su sustitución por la etilvainillina, un aromatizante artificial.

5. Por su Semilla

a. Cardamomo (*Elettaria cardamomum* White et Mason, Zingiberaceae)

Es una hierba perenne de 1.80 a 3.60 m de altura, de hojas envainadoras, largas y lanceoladas; flores blancas con reborde azul y amarillo. El fruto es

una vaina en forma de cápsula triangular, algo coloreada y de olor delicado; las semillas son pequeñas; se les guarda dentro del fruto para que conserven su aroma. Es una planta originaria del sur de India y de Sri Lanka. El principal exportador mundial es Guatemala, donde se cultivo desde hace casi un siglo.

Se utiliza en salsas, pasteles, platillos de carnes, arroz y dulces, en la gastronomía de Sri Lanka, India e Irán. El 60 % de la producción mundial de cardamomo se exporta a los países árabes, donde se utiliza, en mayor medida, para añadirse al café.

b. Alholva (*Trigonella foenum-graecum* L., Fabaceae)

La alholva o fenogreco es una planta anual, de flores blancas, legumbres largas y finas terminadas en pico. Originaria de la Europa meridional y de Asia, se cultiva en diversas partes del mundo.

Las pequeñas semillas, que tienen un sabor amargo y aromático, se usan como aderezo de salsas y condimento de varios platillos en el oeste, centro y sur de Asia y en India. Se aprovecha también como remedio en diversas enfermedades, entre ellas diabetes y colesterol alto.

c. Granos del paraíso (*Aframomum melegueta* K. Schum., Zingiberaceae)

La planta posee rizomas grandes, tallo erecto que mide unos 2.50 m de altura; hojas grandes, fragantes; flores vistosas, de color amarillo; los frutos son cápsulas piriformes de color anaranjado, con semillas pardo doradas.

Por su sabor picante, se usa como sustituto de la pimienta, principalmente en la cocina del oeste de Africa, de donde es originaria; también se emplea para aromatizar bebidas y en medicina tradicional como estimulante, diurético y carminativo.

d. Mostaza

Se cultiva en la mayoría de las regiones templadas, principalmente en Norteamérica, Europa, China y Japón. Existen tres especies.

- Mostaza blanca *Sinapis alba* L. (Brassicaceae)

Hierba anual, ramosa, de 0.60 a 1.80 m de altura, de flores amarillas y hojas lobuladas vellosas; silicuas hirsutas, provistas de pico; semillas redondas, pequeñas, de color amarillo por fuera y blancas por dentro, que contienen mucílago, proteínas, un aceite fijo y un glucósido (sinalbina).

Su sabor suave y delicado la hace apta para combinar con otras hierbas aromáticas y especias. Las hojas se utilizan como verdura y las semillas se emplean en encurtidos y adobos. La mostaza que se usa como aderezo, se elabora mezclando las semillas de las diversas especies de mostaza con otras especias y vino o vinagre. La planta posee, además, propiedades medicinales.

- Mostaza negra (*Brassica nigra* (L.) WDJ Koch., Brassicaceae)

Brassica nigra crece en forma silvestre o cultivada, en diversas partes del mundo. Es más pequeña que la mostaza blanca. Las silicuas son lisas, con semillas pardo-oscuras, amarillas por dentro. Contiene el glucósido sinigrina, que produce por descomposición y un aceite volátil sulfurado de gusto picante y aromático.

Es un condimento de sabor muy intenso y picante por lo que ha sido desplazada por las otras especias. En medicina tradicional se usa para tratar dolores de cabeza provocados por gripe e hipertensión.

- Mostaza india (*Brassica juncea* (L.) Czern., Brassicaceae)

La mostaza india o parda se originó de la hibridación de *Brassica nigra* (L.) WDJ Koch y *Brassica campestris* L., lo que pudo haber ocurrido en el suroeste de Asia e India. Actualmente se cultiva en diversos países del mundo entre ellos Estados Unidos y Canadá. Desplazó a *Brassica nigra* como cultivo, porque permite se coseche en forma mecanizada.

Como vegetal se usa para la extracción de aceite y para la producción de la mostaza parda, que tiene un sabor picante. La mostaza tiene efecto estimulante en las glándulas salivales y aumenta los movimientos peristálticos del estómago.

e. Nuez moscada y macis (*Myristica fragrans* Houtt., Myristicaceae)

Arbol perennifolio de 10 a 18 m de altura, dioico; hojas verde oscuro y flores pequeñas, amarillo-pálidas. Frutos maduros amarillo-dorados; semilla parda, brillante, cubierta por un arilo desgarrado color rojo brillante. La almendra de la semilla es la nuez moscada y el arilo es la macis. Se propaga por semilla y luego se transplanta. Es nativo de Las Molucas o islas de las especias. Se cultiva en las regiones tropicales de ambos hemisferios, principalmente en las Indias Orientales. Entre los principales productores están: Indonesia, India, Malasia, Nueva Guinea, Sri Lanka y San Vicente.

El sabor de la nuez moscada es picante, aromático y dulce; el de la macis es más amargo. La nuez se emplea para sazonar tanto platillos dulces como

salados, pasteles y dulces. La macis, además de utilizarse como condimento, se usa para colorear los platillos debido al color naranja que proporciona.

De la nuez molida se obtiene un aceite esencial, que se usa en perfumería, farmacia e industria alimentaria como saborizante de alimentos y bebidas, entre ellas la Coca Cola. El aceite contiene myristicina, una sustancia que provoca alucinaciones. El consumo excesivo de nuez moscada provoca sensaciones parecidas a las de la marihuana, pero sus efectos secundarios son mucho peores. Más de 7.5 g en un sola toma provoca convulsiones y palpitaciones, e incluso puede ocasionar la muerte.

A partir de la nuez se elabora una mantequilla, que por su contenido de trimiristina (la cual puede convertirse en ácido mirístico), se usa como sustituto de la manteca de cacao; mezclado con otras grasas vegetales, se emplea como lubricante industrial.

f. Haba tonka (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. y *Taralea oppositifolia* Aubl, Fabaceae)

Arbol de hasta 33 m de altura, con frutos ovoides de corteza dura y carne pulposa, con una semilla que se pone a secar; los frutos parecidos a un frijol, tienen una superficie negra y rugosa, y contienen una sustancia llamada cumarina, la cual tiene propiedades medicas y aromatizantes. Se cultiva en regiones tropicales, especialmente en Sudamérica, Venezuela y Nigeria, que son los principales productores.

El haba tonka tiene un aroma dulce que se utiliza como sustituto de la vainilla y como aromatizante en tabaco, cosméticos, jabón, perfumes y licores. Algunas de sus propiedades medicinales son como anticoagulante y antiespasmódico. La madera se utiliza para construir barcos y pisos, además de tener otros usos pesados.

6. Por sus Hojas

a. Melisa (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae)

La melisa o toronjil es un arbusto perenne, pequeño y aromático de 60 a 90 cm; las hojas son de color verde, grandes, dentadas y rugosas; sus flores poco vistosas, de color blanco o rosado. Es nativa de la región mediterránea, sureste de Europa, Asia menor y Sudáfrica, aunque ya se introdujo a otros países de Europa, a América del norte y al Caribe.

La planta entera tiene un agradable olor a limón; las hojas frescas se usan para condimentar y aromatizar, platillos diversos, dulces, pasteles y bebidas.

La infusión de hojas frescas o secas de melisa tiene propiedades antiespasmódicas, sedantes, estimulantes y digestivas. Contiene un aceite esencial en el que su componente básico es el citral, citronelal, geraniol y linalol 1, 2, que se utiliza para elaborar bebidas y cosméticos.

b. Albahaca (*Ocimum basilicum* L., Lamiaceae)

Planta anual que llega a alcanzar hasta 1 m, de tallos herbáceos con hojas de color verde, de forma oval o lanceolada; flores en espiga de color blanco. Es originaria de India, y crece silvestre o cultivada en diversas regiones del mundo.

La albahaca es ingrediente primordial de la cocina italiana, aunque su uso como especia está ampliamente difundido. En México, además de usarse como especia, tiene usos rituales (para limpiezas y curas de susto) y numerosas aplicaciones en medicina tradicional. De la albahaca se obtiene un aceite esencial que contiene cineol, metilchavicol, linalol, estragol, eugenol y timol, de amplia aplicación en las industrias alimentaria, farmacéutica, cosmética y de perfumería.

c. Mejorana (*Origanum majorana* L., Lamiaceae)

Herbácea anual, bianual o perenne, que llega a medir hasta 60 cm. Hojas ovaladas, pubescentes de color verde o verde grisáceo; flores pequeñas que crecen en espigas, de color blanco, lilas o moradas. Se distribuye en el noreste de África, y de Arabia a India. En Europa y América crece únicamente cultivada.

El sabor de la mejorana es parecido al del orégano, aunque menos intenso. Las hojas secas o frescas, y las flores y los tallos tiernos se utilizan como especia en una variedad de platos y embutidos, particularmente en las cocinas griega e italiana. El aceite esencial de mejorana es rico en terpineol, timol, carvacrol, terpenos, ácidos fenólicos, caféico, clorogénicos, rosamarínico, flavonoides, además en derivados del apigenol, luteolol, kenferol, diosmetol e hidroquinona. El aceite esencial se usa para fabricar jabón y perfumes. Las propiedades medicinales que se atribuyen a la mejorana son: antiespasmódica, sedante, carminativa, hipotensora, digestiva, bactericida, diurética, antiséptica, cicatrizante y analgésica.

d. Menta o hierbabuena (*Mentha x piperita* L.). (Lamiaceae)

La menta es una planta perenne con tallo de color rojizo, hojas verdes, de forma lanceolada, dentadas y rugosas; despiden un intenso y agradable olor. Crece en estado silvestre, en regiones húmedas templadas de Europa, Asia y

América. Se cultiva en suelos cenagosos, no aprovechables para otros cultivos.

Sus hojas frescas o secas se usan como condimento, especialmente en platillos dulces y en la pastelería; es una hierba aromática muy apreciada en la cocina inglesa. Se utiliza también para preparar licores. El aceite esencial que se obtiene de esta planta contiene mentol y se usa en confitería, para saborizar una diversidad de dulces, chicles y chocolates; en artículos de higiene personal como dentríficos, lociones y cremas de afeitar. El mentol es un compuesto sumamente apreciado en las industrias farmacéutica, de alimentos, bebidas y perfumerías.

La *Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Colmes (menta japonesa) se cultiva en el Japón, Brasil y Estados Unidos y es una fuente de mentol. En México se utiliza la *Mentha x piperita* como condimento y como té; se cultiva en casi todo el país, en lugares húmedos de mediana fertilidad. La *Mentha viridis* L. se usa únicamente como condimento.

Algunos usos medicinales de la menta son: remedio para enfermedades de las vías respiratorias y mejorador de la digestión.

e. Menta verde (*Mentha spicata* L., Lamiaceae)

Es propia de regiones templadas de Europa y Asia. Se parece a la *Mentha piperita*. Sus hojas frescas o secas se usan para obtener la salsa y jalea de menta, para aromatizar sopas, estofados y bebidas, para fabricar goma de mascar, dentífricos, lo mismo que en medicina y confitería.

f. Salvia (*Salvia officinalis* L., Lamiaceae)

Arbusto perenne de 20 a 60 cm, tallos tomentosos; sus hojas vellosas, oblongas o lanceoladas, de color verde grisáceo, exhalan un olor intenso. Tiene flores de color violeta, azulado o rosa blanquecino que forman espigas. Crece espontáneamente en la región mediterránea y se le cultiva en los jardines de zonas templadas de todo el mundo.

Las hojas se usan para condimentar platos de carnes, pescados, vegetales, rellenos y salsas. Su aceite esencial se usa en perfumería. Además de aceite esencial, la planta contiene flavonoides, taninos y estrógenos. Se le atribuyen propiedades antiespasmódicas, carminativas, antisépticas; es inhibidora de la producción de sudor, saliva y secreción láctea y reductora del nivel de glucosa en sangre.

g. Ajedrea (*Satureja hortensis* L., Lamiaceae)

Herbácea anual que mide entre 20 y 40 cm de altura, de tallo recto

ramificado, hojas opuestas, lanceoladas, enteras, de color verde azulado; flores pequeñas de color blanco o rosado; fruto formado por cuatro aquenios de forma ovoide. Es originaria de los países mediterráneos, aunque en la actualidad se cultiva en todo el mundo.

Las hojas y tallos con flores frescas o secas son fuertemente olorosas, de gusto ardiente, amargo, ligeramente picante; se utilizan para aromatizar pasteles, caramelos, budines, salsas, caldos, además de aprovecharse como hortaliza. Contiene un aceite esencial que tiene como ingredientes activos carvacrol, cimeno, timol, fenoles, alcoholes, dipenteno y ésteres. Posee propiedades estimulantes, digestivas, antioxidantes, antivirales y antisépticas.

h. Tomillo (*Thymus vulgaris* L., Lamiaceae)

Arbusto perenne que mide entre 10 y 30 cm, de tallo leñoso, ramificado, tomentoso; hojas diminutas con el envés pubescente. Flores bilabiadas, llamativas, de color blanco o púrpura, que forman racimos. Originario de la región mediterránea, se distribuye desde el norte de Africa, hasta Asia menor y Europa meridional. Se cultiva en muchos países.

Las partes verdes se usan para condimentar quesos, sopas, salsas, adobos y caldos, aunque principalmente platos de carnes y pescados. En platillos grasos, facilita la digestión y mejora el sabor de platillos grasos. El principal ingrediente activo del aceite esencial es el timol, aunque contiene, además, flavonoides, saponinas y taninos. El aceite se utiliza en perfumería y como antiséptico en elixires, pastas dentífricas y fungicidas. En medicina tradicional se usa como remedio para la tos, mala digestión, inapetencia, diarreas leves y parásitos intestinales.

i. Laurel (*Laurus nobilis* L., Lauraceae)

Arbol perenne, de hasta 20 m de altura con hojas lisas, coriáceas de forma lanceolada y color verde. Flores pequeñas de color amarillo; fruto, una baya de color oscuro. Es una planta originaria del Asia menor. En México se cultiva en Nayarit y Zacatecas, principalmente. Se encuentra como planta de ornato en diversas regiones de la república mexicana.

Las hojas, que son muy amargas y aromáticas, sirven para aderezar salsas sopas, budines, y se usa con carnes rojas, aves y pescados. De los frutos y las hojas se obtiene un aceite esencial; algunos componentes del aceite son: cineol, eugenol, geraniol y linalol. El aceite se usa en perfumería y en medicina. El laurel es considerado digestivo, antiséptico, balsámico y carminativo.

j. Perejil (*Petroselinum crispum*, Mill.) Nyman ex A.W. Hill (Apiaceae)

Herbácea perenne, si es silvestre, y bianual cuando se cultiva, que se localiza en regiones húmedas y frescas de todo el mundo; mide aproximadamente 15 cm. Las hojas son de color verde, de forma lisa o rizada. Las flores son de color blanco verdoso y crecen en umbelas.

Las hojas se usan como condimento y para aderezar numerosos platillos y salsas. En medicina tradicional se usa como diurético, digestivo, antiespásmico, hipotensor y carminativo.

k. Cilantro (*Coriandrum sativum* L., Apiaceae)

El cilantro es una herbácea anual, tronco erecto, de entre 30 a 50 cm, muy ramificado en la parte superior. Las flores son de color blanco o rosado; el fruto es pequeño y redondo de color paja. Es originario del Mediterráneo y se cultiva en diversas partes del mundo. En China, India y Tailandia se siembra ampliamente.

Fue una de las primeras especias introducidas al continente americano y es, probablemente, la hierba aromática de mayor uso en el mundo. Es un condimento típico de la cocina mexicana, caribeña, italiana y oriental. Las partes útiles son la hoja y el fruto. La hoja fresca o seca se usa para sazonar y aderezar numerosos platillos de carnes, pescados, aves y salsas; el fruto o semilla seca se utiliza en confitería, licorería y como condimento de embutidos. Del fruto se extrae un aceite esencial llamado coriandrol; su principal componente es el linalol.

l. Orégano (*Lippia graveolens* HBK, Verbenaceae)

El orégano es un arbusto silvestre de altura variable 0.5 a 1.5 m. Tallos leñosos y muy ramificados; las hojas son ásperas, rugosas y de un color verde grisáceo, con bordes rizados y un olor característico. Es una especie de hoja caediza, de ciclo productivo corto, que activa su desarrollo después de las primeras lluvias, las que normalmente ocurren de junio a septiembre. Si no se presenta lluvia o si ésta no es suficiente, la planta presenta un desarrollo escaso e incluso puede no desarrollarse. Se reproduce por semilla, normalmente en el mes de octubre.

Las hojas secas del orégano son sumamente apreciadas como especia en las cocinas italiana y mexicana. Se utiliza como condimento en platillos y alimentos en conserva. Posee un aceite esencial que se utiliza en la industria de alimentos, perfumería, medicina y bebidas alcohólicas. Los principales componentes del aceite son: timol, carvacrol, m.cimeno e isocariofileno. En medicina tradicional se usa como expectorante, abortivo y antiespásmico.

Debido a que es una planta silvestre, propia de los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo, su aprovechamiento está regulado por las Normas Oficiales Mexicanas, 005-REC NAT-1997 y NOM-007- REC NAT-1997.

7. Importancia económica de las Especies

Las especias son un valioso producto en el contexto del comercio mundial. Se estima que en el 2003 se comercializaron 740,000 ton, con un valor de \$1,700 millones de dólares. El crecimiento medio mundial de este mercado fluctúa entre el 4 y el 6 % anual, lo que se atribuye, entre otros factores, a la tendencia de una vida más sana.

La pimienta es la especia de mayor consumo en el planeta; en menor escala le siguen el chile, la pimienta de cayena, la canela, el jengibre, la cúrcuma y la nuez moscada. Por lo que toca a hierbas aromáticas, la menta, el orégano, el perejil y el cilantro están entre las que más se aprovechan.

Diversos países, primordialmente asiáticos y africanos, entre los que se citan Madagascar, las Islas Comoras y la República Unida de Tanzania, obtienen gran parte de sus divisas de la exportación de especias; entre las que exportan en mayor cantidad están: vainilla, clavo de olor, pimientos, cardomomo, nuez moscada y macis, además de pimienta negra, paprika, cilantro, comino, canela, jengibre y cúrcuma (azafrán de India).

Los principales países exportadores son: India, Madagascar, China, Indonesia, Singapur, Turquía y Guatemala, mientras que los mayores importadores son Estados Unidos, Japón, Singapur, Francia, Arabia Saudita, Alemania y Países Bajos.

Los centros de comercio de especias más importantes del mundo se localizan en Singapur, Hong Kong y los Países Bajos. Parte de la producción mundial se canaliza al consumo doméstico, principalmente para uso culinario; otra parte se destina a la industria, de manera destacada a la alimenticia, y una cantidad importante se utiliza para la extracción de aceites esenciales y oleorresinas.

Estados Unidos es el mayor importador de especias del mundo, con el 20 % del volumen de las importaciones. Las especias preferidas por este mercado son: orégano, albahaca, azafrán, salvia, tomillo, eneldo, curry, mejorana, laurel, perejil, estragón, ajedrea y menta.

Las especias deshidratadas y procesadas, generalmente proceden de Turquía, Egipto, India, Israel, México, España y Marruecos. En su mayoría, el destino de estos productos es la industria procesadora y comercializadora.

Debido al indiscutible valor económico de las especias y hierbas aromáticas, no sólo como sazónadores alimenticios, sino por sus aplicaciones terapéuticas y su contenido de principios activos de gran valía en la industria, en diversos países donde se producen se desarrolla investigación relacionada con aspectos que van desde la mejora de tecnologías del cultivo, manejo poscosecha, embalaje y transporte, mejora genética, propiedades terapéuticas, nuevos métodos de extracción de aceites, hasta desarrollo de nuevos productos y mercados.

Indonesia es un país en el que se realiza investigación sobre especias; allí se encuentran 40 clases de cultivos productores de aceites esenciales, aunque sólo doce se conocen bien en el mercado mundial. La problemática que enfrenta Indonesia respecto a la producción de los aceites esenciales es la baja productividad en las cosechas, la calidad inestable y los precios bajos para algunos productos. El Instituto de Investigación sobre Especias y Plantas Medicinales de Indonesia surgió para fortalecer las debilidades que enfrenta este mercado. Las investigaciones manejan estudios para la mejora genética de variedades, tecnología de cultivo, control de plagas y enfermedades, tecnología de poscosecha, diversificación de cultivos, extracción de los aceites esenciales en pequeñas unidades industriales.

En India se creó el Instituto de Investigaciones de Especias (Indian Institute of Spices Research). Las líneas generales de investigación sobre las que trabaja el instituto son: colección, conservación, evaluación y catalogación del germoplasma; desarrollo de variedades de alta producción, calidad y resistencia a estrés biótico y abiótico mediante técnicas convencionales y de biotecnología; estandarización de métodos de propagación que aseguren la producción a gran escala y la distribución de genotipos altamente productivos. También investiga sobre desarrollo de agrotécnicas para incrementar la producción y productividad, manejo integrado de plagas y enfermedades, y aspectos socioeconómicos del cultivo, mercado y difusión de información sobre especias.

En América Latina y el Caribe, algunos de los países que desarrollan investigación son: Colombia, Argentina, México y Cuba.

Cuba, a través de la Estación Experimental de Plantas Medicinales y del Laboratorio de Medicina Herbaria, trabaja fundamentalmente en aspectos relacionados con las propiedades terapéuticas de diversas especias y el mejoramiento de técnicas de cultivo.

En Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria trabajan en investigación; este último

cuenta con un programa de actualización en investigación y extensión en plantas aromáticas y medicinales. En Argentina se trabaja fuertemente en la organización, el mejoramiento de la calidad y la producción de las plantas aromáticas, y el desarrollo de mercados internos y externos.

Colombia es un país que importa prácticamente el 100 % de los aceites esenciales que utiliza, por lo que labora en el desarrollo de técnicas de extracción que le permitan producirlos.

En México, la Universidad Autónoma de Chapingo tiene un programa de investigación en Olericultura. Su objetivo es desarrollar y difundir investigación básica y tecnológica en especies oléricas. Las líneas de investigación del programa son: genotecnia, mejoramiento genético, fisiotecnia, seminotecnia, horticultura protegida, plasticultura, nutrición y fertilidad, agricultura orgánica, germinados, administración y economía. Las universidades de Tlaxcala y Puebla también tienen programas de investigación de especias, aunque básicamente sobre el aspecto medicinal.

Es importante mencionar que existe un Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas que se publica en español, inglés, francés y portugués, y está disponible en Internet. Su principal objetivo es difundir la investigación que se realiza sobre este aspecto, en esta área geográfica.

B. Aceites Esenciales

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas. Existen más de 3,000 especies vegetales que producen aceites esenciales; sin embargo, sólo el 10 % son de importancia comercial.

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden tener la siguiente naturaleza química: compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos. En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable, como los componentes que forman parte de la fracción aromática del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados. Los aceites pueden estar asociados con otros productos naturales, como es el caso de las resinas y productos relacionados.

Los aceites esenciales se emplean en un sin número de industrias, entre las que destacan, la alimenticia en la cual se usan para conservar, saborizar, aromatizar dar color y textura a los alimentos. En la industria de la

perfumería, son ingrediente esencial de los perfumes; en la farmacéutica, son ingredientes activos de diversos medicamentos; en la de los agroquímicos, son útiles para la elaboración de insecticidas y repelentes biodegradables; en la vinatera, para aromatizar licores; en la cosmética, por sus propiedades cosméticas, aromatizantes y colorantes. Así mismo, se usan en las industrias petroquímica, minera, veterinaria, textil y tabacalera, además de ser ingredientes indispensables en la elaboración de numerosos artículos de higiene personal y doméstica.

Por sus múltiples aplicaciones el estudio de los aceites esenciales como materias primas básicas para la industria de fragancias y sabores, se ha transformado en una de las áreas de investigación y desarrollo más importantes para muchos países.

1. Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se clasifican de acuerdo a la consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

Según su consistencia, se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los bálsamos son de consistencia más espesa, poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización; algunos ejemplo son el bálsamo de copaiba, el de Perú, el benjuí, el de tolú y el estoraque. Las oleorresinas contienen los compuestos volátiles y no volátiles de las especies, conservan el aroma y el sabor en forma concentrada y son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas.

Por su origen, los aceites se clasifican en naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores. Debido a su bajo rendimiento (por cada 100 g de material vegetal, dependiendo de la especie, se obtiene un ml de aceite) son muy costosos.

Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la esencia con uno o varios de sus componentes; por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecidas con linalol, o la esencia de anís enriquecida con anetol.

Los aceites esenciales sintéticos, como su nombre lo indica, son los que se producen por la combinación de sus componentes, los cuales generalmente surgen de procesos de síntesis química. Estos son más económicos y, por lo tanto, se utilizan más como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, frutilla, etc.).

Desde el punto de vista químico, los aceites esenciales se clasifican de acuerdo a sus componentes mayoritarios, así, los aceites esenciales ricos en monoterpenos (hierbabuena, albahaca, salvia, etc.) se denominan aceites esenciales monoterpénicos; los ricos en sesquiterpenos, (copaiba, pino, junípero, etc.) sesquiterpénicos; los ricos en fenilpropanos, (clavo, canela, anís, etc.) fenilpropanoides. Aunque esta clasificación es muy general, (existen clasificaciones más complejas que tienen en cuenta otros aspectos químicos) resulta útil para estudiar algunos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos.

Los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos se encuentran en forma libre en los aceites esenciales. Recientemente se han investigado los que están ligados a los carbohidratos, ya que se considera que son los precursores inmediatos del aceite como tal.

2. Fuentes de aceites

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en plantas de las familias Asteraceae, Labiatae, Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Rosaceae, Rutaceae, Umbelliferae, etc. Los aceites se almacenan en diferentes partes de la planta: en las hojas (ajenjo, albahaca, eucalipto, hierbabuena, mejorana, menta, pachulí, romero, salvia, orégano, etc.); en las raíces (angélica, cúrcuma, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, vetiver, etc.); en el pericarpio del fruto (cítricos como limón, mandarina, naranja, etc.); en las semillas (anís, cardamomo, hinojo, comino, etc.); en el tallo (canela, etc.); en las flores (lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, rosa, etc.); en los frutos (nuez moscada, perejil, cilantro, pimienta, etc).

3. Extracción y aislamiento

Los aceites esenciales se extraen mediante diferentes métodos, tales como: expresión, destilación con agua, destilación con vapor y agua, destilación con vapor, extracción con solventes volátiles, extracción con fluidos supercríticos, entre otros.

En el método de expresión, el material vegetal se somete a presión para liberar el aceite, el cual se recolecta y filtra; fue un método muy usado antes de descubrir la destilación y actualmente se utiliza para extraer las esencias de cítricos.

En la destilación por arrastre con vapor de agua, la muestra vegetal, generalmente en fresco y cortada en trozos pequeños, se coloca en un recipiente cerrado y sometido a una corriente de vapor de agua

sobrecalentada; la esencia así arrastrada, se condensa, recolecta y separa de la fracción acuosa. Esta técnica se utiliza mucho para esencias fluidas, que se aprovechan principalmente en perfumería.

Debido a su alto rendimiento, a la pureza del aceite que se obtiene y a que no requiere tecnología sofisticada, el método de extracción con solventes volátiles es frecuente en la industria; con este procedimiento, la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol o cloroformo que solubilizan la esencia, además de extraer otras sustancias tales como grasas y ceras, con las que se obtiene una esencia impura.

Con el método de enflorado o *enfleurage*, el material vegetal (generalmente flores) se pone en contacto con una grasa. La esencia se solubiliza en la grasa que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla (concreto) de aceite esencial y grasa, la cual se separa posteriormente por medios físico-químicos. En general, a la mezcla se le agrega alcohol caliente y, posteriormente, se enfría para separar la grasa (insoluble) y el extracto aromático (absoluto). Este método se emplea para obtener esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor lo hacen costoso.

El método de extracción con fluidos supercríticos (EFS) es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se le hace circular un fluido en estado supercrítico (por ejemplo, CO₂); las esencias se solubilizan y arrastran, y el fluido supercrítico, que actúa como solvente extractor, se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente; finalmente se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción.

Aunque el método presenta varias ventajas: rendimiento alto, ambientalmente amigable (el solvente se elimina fácilmente e, inclusive, se puede reciclar), las bajas temperaturas que se utilizan para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, tiene la desventaja de que el equipo que se requiere es relativamente costoso, ya que son necesarias bombas de alta presión y sistemas de extracción, también resistentes a las altas presiones.

4. Calidad de los aceites

Para usarse en perfumería, los aceites esenciales requieren calidad aromática; calidad de consumo para utilizarse en productos alimenticios y de salud, y calidad para usos industriales. La industria farmacéutica, cosmética,

alimenticia, medicinal y la aromaterapia requieren aceites de muy alta calidad, libres de contaminantes para evitar efectos adversos en la salud. Los aceites para otros usos industriales requieren menos pureza y, por lo general, se usan mezclados con productos sintéticos.

5. Plantas Productoras de Aceites Esenciales usados en Perfumería

a. Rosa (*Rosa damascena* Mill., *Rosa alba* L., *Rosa centifolia* L., Rosaceae)

El aceite de rosa es de uso muy antiguo y continúa siendo uno de los más apreciados. Se obtiene principalmente de las flores de *Rosa damascena* Mill. y, en menor proporción, de *Rosa alba* L. y *Rosa centifolia* L. Se cultivan más de 4,850 ha en la vertiente sur de los Balcanes (Bulgaria en particular), y en menor extensión, al sur de Francia, Asia menor e India.

Los componentes principales del aceite de rosas son el citronerol, linalol y otros compuestos orgánicos que completan el peso. Al mercado llega poca esencia de rosa pura, pues frecuentemente se adultera con sustancias más baratas como rodinol, geraniol y citronelol, entre otras, que exhalan un olor parecido al de la rosa.

El tiempo de floración y, por lo tanto, de recolección y producción del aceite, se extiende de abril a julio. La extracción se hace principalmente por destilación. El agua de rosas, elaborada también en grandes cantidades, está compuesta, en su mayor parte, por el agua residual de la destilación que todavía contiene un poco de aceite esencial.

b. Geranio (*Pelargonium* spp., Geraniaceae)

El aceite de geranio se extrae de las hojas de varias especies de geranios cultivadas (*Pelargonium graveolens* L.Her., *Pelargonium roseum* Willd., *Pelargonium capitatum* (L) L'Herit.). Este aceite se usa mucho como adulterante del aceite de rosas, y en la fabricación de perfumes y jabón.

El cultivo del geranio se realiza principalmente en el norte de Africa y el sur de Europa. En los últimos años se siembra con bastante éxito en Estados Unidos. El cultivo se establece a través de la propagación de esquejes, que una vez que alcanzan su madurez, producen durante cinco o seis años. Las hojas recién cortadas se olean antes de ponerlas a destilar. Se calcula una producción aproximada de un gramo por kilogramo de hojas.

c. Acacia (*Acacia farnesiana* (L.) Willd., Fabaceae)

El aceite de acacia se extrae principalmente de la leguminosa tropical *Acacia farnesiana*, por maceración, con manteca de cacao o aceite de coco, aunque

puede realizarse por otros métodos.

d. Zacate Limón (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. y *Cymbopogon flexuosus* (Nees ex Steud.) Wats., Poaceae)

La esencia del zacate de limón se obtiene principalmente de *Cymbopogon citratus* y *Cymbopogon flexuosus*. Las plantas se reproducen por división de los rizomas, los cuales se siembran a mano. En Guatemala y Honduras la producción de este aceite puede llegar a unas 30 ton al año; sin embargo, la mayor producción se genera en las Indias Orientales e India.

La hierba recién cortada se somete a destilación, de la que se obtiene un aceite amarillo rojizo, de olor fuerte y sabor de limón. La esencia del zacate de limón contiene de un 70 a 80 % de citral, por lo que se usa en diversos sabores, perfumes, sales de baño, cosméticos, etc. Recientemente, la betayonona derivada del aceite de zacate limón es la fuente de la síntesis de la vitamina A comercial.

e. Clavel (*Dianthus caryophyllus* L., Caryophyllaceae)

De esta planta existen más de 2,000 variedades que se cultivan extensamente en Europa meridional, norte de Africa y Asia tropical. Por lo general, las variedades de flores más pequeñas son las que contienen la esencia más olorosa y se utilizan para perfumería. Su aceite se extrae por destilación y es muy valioso, por lo que se emplea sólo en los perfumes más caros.

f. Jazmín (*Jasminum officinale* L., Oleaceae)

El aceite de jazmín se extrae principalmente de la variedad *grandiflorum*. La planta es originaria del sur de Asia, pero se cultiva a gran escala en el sur de Francia y en otros países mediterráneos. Las flores se cortan tan pronto abren, para obtener el aceite por medio de disolventes o del enflorado; sin embargo, a base de acetato de bencilo se han sintetizado sustancias de fragancia muy similar al jazmín natural.

g. Lavanda (*Lavandula officinalis* Chaix, Lamiaceae)

El aceite de lavanda se extrae de la planta perenne *Lavandula officinalis* Chaix, la cual es propia de la Europa meridional, cuya producción puede alcanzar 4,000 ton en una temporada.

El aceite se extrae por destilación de las flores, el cual tiene un olor puro. Pocas veces se usa solo, ya que por lo regular se emplea en mezclas. La especie *Lavandula latifolia* Vill. Tiene un olor menos fino y proporciona un aceite de calidad inferior. Esta planta se cultiva en grandes cantidades en

Francia y España. También se usa en perfumería para elaborar cosméticos, y en la gastronomía para aromatizar la gelatina de carne. Las flores secas se usan en *sachets* (almohadilla o bolsita de olor), para perfumar armarios y cajones.

C. LITERATURA CITADA ↑

1. Agroalimentos Argentinos II Aromáticas. http://www.aacrea.org.ar/economia/articulos/pdf/acii/29_aromaticas.pdf, consultado el 22 de junio de 2006.
2. Alpizar Lara E., A.J. Trujillo., F.J. Herrera Rodríguez. Determinación de capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jaq), colectados en Yucatán. http://www.world.pepper.org/ipc2002/proceedings/determinacion_de_capsaicinoides.pdf, consultado el 16 de junio de 2006
3. ___ Anís estrellado (*Illicium verum*) . <http://www.hipernatural.com.es/pltanis-estrellado.htm>, consultado el 16 de junio de 2006.
4. ___ *Brassica nigra*- Wikipedia, la enciclopedia libre. http://es.wikipedia.org/wiki/Brassica_nigra, consultado el 16 de junio de 2006.
5. ___ *Capsicum*. Wikipedia, la enciclopedia libre. <http://es.wikipedia.org/wiki/aj%c3%AD>, consultado el 16 de junio de 2006.
6. ___ Cilantro, 2003. Guía de horticultura de Iowa State University. El huerto doméstico. <http://www.extensión.iastate.edu/Publications/PM1893S.pdf>, consultado el 21 de junio de 2006.
7. ___ *Dipteryx odorata*- Tonka bean <http://www.tropilab.com/dipterodo.html>, consultado el 19 de junio de 2006.
8. ___ Extractos de pimienta blanca y negra. http://www.kalsec.com/es/products/bandwpepper_over.cfm, consultado el 15 de junio de 2006.
9. ___ Fenugreek (*trigonella foenum-grecum* L). <http://www.uni-graz.at/katzer/eng/trig-foe.html>, consultado el 16 de junio de 2006.
10. ___ Forum de Comercio Internacional. 2001. Especies y hierbas culinarias. http://www.forumdecomercio.org./news/printpage.php/270/Especies_y_hierbas_culinarias.html, consultado el 22 de junio de 2006

11. ____ Guía del Cilantro http://www.portalbioceanico.com/nuevasactividades_cilantro.htm, consultado el 21 de junio de 2006.
12. ____ Juniperus communis-Wikipedia, la enciclopedia libre. http://es.wikipedia.org/wiki/Juniperus_communis, consultado el 15 de junio de 2006.
13. ____ Long Pepper (*Piper longum* L. and *Piper retrofractum*). http://www.uni-graz.at/katzer/eng/pipe_lon.htm, consultado el 16 de junio de 2006.
14. ____ Salvia (*Salvia officinalis*) <http://www.zonaverde.net/salviaofficinalis.htm>, consultado el 20 de junio de 2006.
15. ____ Tomillo(*Thymus vulgaris*) <http://www.zonaverde.net/thymusvulgaris.htm>, consultado el 20 de junio de 2006.
16. ____ Perejil(*Petroselinumsativum*). <http://www.cookaround.com/cocina/erbe/erba-c/.php3>, consultado el 20 de junio de 2006.
17. ____ Pimienta (*Piper nigrum*). <http://www.cookaround.com/cocina/erbe/erba-3.php>, consultado el 15 de junio de 2006.
18. ____ Laurus nobilis <http://waste.ideal.es/laurel.htm>, consultado el 20 de junio de 2006.
19. ____ Mejorana o Mayorana (*Origanum majorana*). http://www.podernatural.com/Plantas_20%Medicinales/Plantas_M/P_mejorana.htm, consultado el 19 de junio de 2006.
20. ____ Nuez Moscada-Wikipedia la enciclopedia libre. http://es.wikipedia.org/wiki/Nuez_moscada, consultado el 19 de junio de 2006.
21. Blanco García y M.T. Orzaes Villanueva. 1999. Hierbas aromáticas y especias: Una mirada hacia el pasado. Alimentaría 301:31-37. Food-Info. Cardamomo (*Elettaria cardamomum*). <http://www.food-info.net/es/products/spices/cardamom.htm>, consultado el 16 de junio de 2006.
22. Corporación Colombia Internacional 2000. El Precio de las hierbas frescas en el mercado de Estados Unidos. Inteligencia de mercados. <http://www.cci.org.com/publicaciones/precios%20internacionales/Preci029.pdf>, consultado el 22 de junio de 2006.
23. Fundación para la Innovación Agraria. 2003. Calidad en la producción y elaboración de plantas medicinales (II). Boletín de Plantas Medicinales

- y Aromáticas, N° 8. <http://www.fia.gob.cl.difus/boletin/bmpjunio2003.pdf>, consultado el 23 de junio de 2006.
24. Germano, P.M.L. and M.I.S. Germano. 1998. Importance and risks of spices. *Higiene alimentaria* 12(5):23-31.
25. Govindarajan, V.S. 1985. Capsicum production, technology, chemistry, and quality. Part I: History, botany, cultivation, and primary processing: CRC critical reviews in food science and nutrition. 22(2):109-176.
26. Guía completa de alimentos. Más de 1,000 ingredientes exóticos y tradicionales. Ed. de Jaques Fortin. Alemania, Könnemann Verlagsgesellschaft, 1999.
27. Herbotecnia. Ajedrea annual (*Satureja hortensis* L). <http://www.herbotecnia.com.ar/exo.ajedrea-a.htm>, consultada el 20 de junio.
28. Hone, A. and M. Milchard. 1993. Ground and packaged spices: options and difficulties in processing at origin: [np], Chatham (UK), 34 p.
29. Infojardín. Laurel (*Laurus nobilis*). <http://www.infojardin.com/arbustos/Fichas/Laurel.htm>, consultado el 20 de junio de 2006.
30. Infojardín. Mejorana, Mejorama; Mayorana; Manjerona (*Origanum majorana* = *Majorana hortensis*). <http://www.infojardin.com/fichas/condimentos/origanum-majorana-majorana-hortensis-majorana.htm>, consultado el 19 de junio de 2006.
31. Infojardín. Melisa, Toronjil, Hierba de limón, citronela, Abejera, Apiastro, Bedaranji, Cedrón, Hierba luna, Cidronela, Citraria, Hoja de limón, Toronjil, Toronjina (*Melissa officinalis*). <http://www.infojardin.com/fichas/condimentos/melisa-officinalis-melisa-toronjil-hierba-limon-citronela.htm>, consultado el 19 de junio de 2006.
32. Infojardín. Menta (*Menta x piperita*) <http://www.infojardin.com/aromaticas/fichas/Menta.htm>, consultado el 19 de junio de 2006.
33. Infojardín. Mostaza blanca, Jenabe, Ajenabe (*Sinapis alba*). <http://fichas.infojardin.com/condimentos/sinapis-alba-mostaza-blanca-jenabe-ajenabe.htm>, consultado el 16 de junio de 2006.
34. Infojardín. Nuez moscada, moscadero (*Myristica fragrans*). <http://www.infojardin.com/fichas/condimentos/myristica-fragrans-nuez-moscada.htm>, consultado el 20 de junio de 2006.

35. Infojardín. Orégano (*Origanum vulgare*). <http://www.infojardin.com/fichas/condimentos/origanum-vulgare-oregano-mejorana-silvestre-orenga.htm>, consultado el 19 de junio de 2006.
36. IZIKO. *Brassica juncea* (Indian or Brown Mustard). http://www.museum.org.za/bio/plants/brassicaceae/brassica_juncea.htm, consultado el 17 de junio de 2006.
37. Murillo G. O.M. Ficha técnica de Industrialización de vainilla. Dirección de Mercadeo y Agroindustria, Area de desarrollo de producto. http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo_Agroid/documentos_pdf/Vainilla_ftp.pdf, consultado el 16 de junio de 2006.
38. PROCYMAF. *Ocimum basilicum* L. <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/OcimumBasilicum.html>, consultado el 19 de junio de 2006.
39. PROCYMAF. Aceites esenciales. <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/Aceitesesenciales.htm>, consultado el 23 de junio de 2006.
40. Purseglove, J. W.; Brown, E. G.; Green, C L.; Robbins, S. R. J. 1981 Spices. Longman. Tropical Agriculture Series. London.
41. Rodríguez, D. W. 1971. Ginger. A short economic history. Commodity Bulletin, Ministry of Agriculture and Fisheries. (No.4): 36pp.
42. Rusli, S.; Nurdjanah, N. 1990 , D. Research on essential oil crops at the research Institute for Spices and Medicinal Crops. Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Indonesia. v.1991. 92.
43. Schroder, R. 1991. Coffee, tea and cardamom. Tropical condiments and spices. History, distribution, cultivation, harvesting, processing: Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, Germany 255 pp.
44. Watanabe, Y. 1995. Culture of perfume in life (environmental perfume science, environmental resources). Shigen Tekunoroji (Resources & Technology), 46(256):12-14.

D. PLANTAS ESTIMULANTES ↑

1. Plantas usadas para elaborar bebidas

En la estrecha relación que el hombre ha establecido con las plantas, las ha utilizado como fuente de satisfactores de sus diferentes necesidades; además de alimentos, existe una gran cantidad de plantas que producen líquidos que sirven para calmar la sed, también las hay que producen bebidas estimulantes, o las que fermentadas producen bebidas alcohólicas.

a. Plantas de las que se obtienen bebidas no alcohólicas

Las plantas que se utilizan para elaborar bebidas prosperan en diferente región geográfica y pertenecen a grupos botánicos muy diversos; no obstante, tienen en común el poseer propiedades estimulantes debido a los alcaloides que contienen, por lo que su uso es muy popular. Entre estas bebidas se encuentran:

1). Café (*Coffea arabica* L.; *Coffea liberica* W. Bull ex Hiern; *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, Rubiaceae)

El cafeto es un arbusto perenne que en estado silvestre llega a medir hasta 6 m de altura. Las hojas son opuestas, de forma oval; las flores, de color blanco y muy aromáticas; el fruto, una baya de color rojo en estado de madurez, contiene dos semillas que son los granos de café.

Originaria de Abisinia (Asia Oriental), el café es una planta tropical que requiere un clima tórrido-húmedo. Crece a los 25° latitud Sur; requiere de aproximadamente 1,300 mm anuales de precipitación y de un suelo con gran cantidad de humus. Se siembra directo de la semillas. Los cafetales requieren de sombra y escardado continuo. Actualmente se cultiva en Kenya, Brasil, Colombia, Costa Rica y países tropicales de América. Brasil es el primer productor, pues aporta más del 50 % de la producción mundial; le siguen Colombia, Venezuela, Costa Rica, Guatemala, Salvador y Haití.

En México se cultiva en climas cálido-húmedos, en altitudes de 200 a 1,500 msnm. Los principales estados productores son: Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí y Puebla, pero también se cultiva en los estados de Hidalgo, Morelos, Michoacán y Chiapas. Los mejores granos se obtienen en Córdoba, Veracruz.

El género *Coffea* tiene 25 especies, de las cuales sólo tres son de importancia comercial: *Coffea arabica* L. o cafeto de Arabia, que es la de mejor calidad; aunque originario de Etiopía, se adapta a ambientes tropicales montañosos; tiene 15 variedades, de las cuales la Moka es la más apreciada. *Coffea canephora* Pierre ex Froehner o cafeto de Congo, es una planta de Indonesia y el Congo, de mayor rendimiento y más resistente que *Coffea arabica*. *Coffea liberica* W. Bull ex Hiern o cafeto de Liberia, es la planta de café más vigorosa y resistente a la sequía y a las plagas. Es de menor calidad y se emplea únicamente para hacer mezclas.

Existen dos métodos para obtener las semillas, que son la parte útil de la planta: el seco, en el que las bayas se colectan a mano y se exponen al sol, se revuelven constantemente hasta que la piel y la pulpa estén secas;

posteriormente se limpian con una máquina despulpadora, se pasan a tanques con agua corriente y se secan al sol o con calor artificial, hasta que el endocarpo se vuelve quebradizo y se rompe; finalmente, el grano se pule y empaqueta para su exportación. El método húmedo, en el que después de colectar el grano, se coloca en tanques con agua para que se fermente; el agua se agita para quitarle la pulpa al grano, para después se dejarlo secar al sol; el pergamino que cubre las dos semillas del fruto se quita por medio de abrasión; las semillas, que quedan separadas, se pulen y empaquetan.

2). Té (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* (J. W. Mast.) Kitam, *Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *sinensis* (C. B. Clarke) Ridley, Theaceae)

Arbol perenne que puede medir hasta 9 m, sin embargo, por razones prácticas, no se le permite crecer más de 2 m; las hojas son lanceoladas o elípticas, miden de 5 a 6 cm de largo por 2.5 de ancho; cuando tiernas son pubescentes y glabras en estado adulto. Flores solitarias, axilares de color blanco o crema. El fruto es una cápsula que contiene una sola semilla. Originario de Assam (India) y de China, se cultiva en regiones tropicales y templado-cálidas, desde 0 a 1500 msnm y se siembra por semilla o por estaca. Existen 1000 variedades de té; su producción es de 224 a 1120 kg/ha y China es el mayor productor de té, con el 48 % de la producción mundial; le siguen India, Ceilán, Indonesia, Japón y Formosa; se cultiva también en Rusia, África, Guatemala y Brasil.

Las hojas son la parte que se emplea para preparar el té, cuya calidad depende de la edad de las hojas. Por ejemplo: los *tips* se preparan de brotes tiernos, el *orange pekoe* de hojas más pequeñas, el *pekoe* de las segundas hojas, el *pekoe suchong* de las terceras, el *suchong* de las cuartas y el *congou* de las quintas y mayores. El aroma varía según el tipo de suelo, clima, época de recolección y método de preparación.

Existen dos famosos tipos de té: el té verde y el negro. El proceso del té comienza con la recolección de las hojas, las cuales se exponen al sol y se enrollan a mano o máquina, para darles flexibilidad y blandura, y para eliminar parte de la savia. El té negro se somete a fermentación de las hojas, las cuales posteriormente se dejan secar. Para obtener el té verde se detiene el proceso de fermentación mediante calor, para así destruir la enzima que causa la oxidación. Las hojas se secan al sol, con fuego o con aire caliente, y se empaquetan. El contenido de las hojas es de 25 % de teína, aceite volátil y tanino (13 a 18 %).

China produce tanto té verde como negro; en Japón té verde; en India y Sri Lanka, té negro; Formosa produce el *olong*, que está parcialmente fermentado y se ubica entre verde y negro. Los distintos tipos de *pekoes*, *suchong* y *congus* son té negros; los *gunpowder* y *hyson* son verdes.

3). Cacao (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae)

El cacao es un árbol perenne que, bajo cultivo, alcanza de 4 a 7 m de altura; en estado silvestre puede alcanzar hasta 20 m o más. El tronco presenta hábitos de crecimiento dimórfico. Las flores se presentan en racimos y son pequeñas con forma de estrella, de color rosa, púrpura y blanca; el cacao es una especie cauliflora, es decir, que las flores crecen sobre el tronco o las ramificaciones viejas. El fruto es una baya carnosa de color amarillo o púrpura que mide de 15 a 30 cm de largo, por 7 a 10 cm de grueso. Contiene de 30 a 40 semillas color café oscuro o purpúreo que miden de 2 a 3 cm; reciben el nombre de habas o granos de cacao.

Es una planta probablemente originaria de la cuenca alta del Río Amazonas y es posible que haya sido domesticada en México. Actualmente se cultiva en las regiones cálidas y húmedas de ambos hemisferios. Africa aporta el 60 % de la producción mundial; Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Países Bajos, son los principales exportadores de cacao en grano. En México se cultiva en los estados de Colima, Chiapas, Michoacán, Tabasco y Veracruz.

Se han desarrollado tres cultivares de cacao: el criollo, originario de Centroamérica y el norte de América del sur; el forastero, proveniente de la Cuenca Amazónica; el Trinitario, que se localiza en Trinidad. El criollo tiene el fruto blando y la piel delgada; proporciona el chocolate de más alta calidad. El forastero es más resistente, con cápsulas recias, de corteza gruesa; es el más productivo y el que domina la producción mundial. El Trinitario es un híbrido probablemente del Forastero y el Criollo; comercialmente se le conoce como cacao fino.

El proceso del cacao inicia con la recolección de las cápsulas maduras, las cuales se parten para separar la pulpa y semillas de la cáscara; las semillas se curan (se dejan fermentar) posteriormente se lavan y dejan secar para luego pulirlas con una máquina. Los granos se limpian, clasifican y se tuestan en calderas metálicas, a temperaturas de 125 a 140°C; luego se pasan por un rodillo para romper y triturar la cáscara. Los fragmentos de la cáscara se eliminan por medios mecánicos y, posteriormente, los granos se muelen hasta formar una pasta aceitosa, la cual se enfría. A esta pasta se le conoce como chocolate amargo. Para preparar chocolate dulce es

necesario añadir azúcar y especias aromáticas.

4). Mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil., Aquifoliaceae)

Es un árbol dioico que en estado silvestre alcanza hasta 20 m de altura, mientras que en cultivo mide de 3 a 6 m. Posee hojas grandes, simples, alternas, coriáceas de color verde oscuro. Las flores se forman en racimos, en la axila de las hojas terminales; el fruto es una drupa pequeña de color rojo violáceo o negro. Es una planta del sur del Brasil, Paraguay y Argentina, que produce desde el primer año. Se propaga por semilla. Sus hojas contienen 0.5 % de teína, 2.5 % de cafeína, un aceite volátil y taninos.

Para preparar el mate, se ponen a tostar las ramas con todo y hojas, que se golpean para que caigan las hojas, que luego se secan en hornos y se trituran, para posteriormente preparar infusiones o té.

5). Guaraná (*Paullinia cupana* Kunth ex H.B.K., Sapindaceae)

Planta leñosa, trepadora, con hojas alternas. Las inflorescencias en racimos axilares, flores masculinas y femeninas. El fruto es una cápsula septada de color rojo naranja que se abre parcialmente cuando madura. *Paullinia cupana* var. *cupana* no posee zarcillos, que sí están presentes en *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. La variedad *cupana* se distribuye entre las fronteras de Brasil, Colombia y Venezuela; la *sorbilis* o guaraná verdadera, aparentemente se domesticó en la región meridional del Río Amazonas.

La forma de consumo más usual de la guaraná es en una bebida que se prepara con las semillas tostadas y sin tegumento, aunque también se encuentra en otras presentaciones como chocolates, chicles, dulces, cápsulas y jarabes que se comercializan principalmente en Brasil, donde el guaraná es la bebida nacional. Las refresqueras Coca Cola Company y PepsiCo, Inc obtuvieron una bebida con este ingrediente, por lo que han tratado de promover su consumo en otros países.

Debido a su alto contenido de cafeína (no menos del 3 %) teobromina y teofilina, el guaraná es un estimulante del sistema nervioso central, aumenta la capacidad de realizar esfuerzo físico, produce estimulación cardíaca; se recomienda para aliviar la migraña, para reducir peso y se le atribuyen propiedades afrodisíacas y curativas.

El método tradicional de aprovechamiento de la guaraná consiste en recolectar los frutos, separar las semillas y almacenarlas para que se fermente el arilo, el cual, una vez fermentado, se remueve. Las semillas se tuestan y se les quita el tegumento, mismo que se comercializa como guaraná en

rama. Las semillas se meten en agua hasta formar una pasta, con la que se elaboran unos bastones que se secan a fuego lento y luego se ahuman durante un mes. Para preparar la bebida tradicional, se ralla parte del bastón en agua hirviendo para obtener una infusión. En 1981 se desarrolló el guaraná soluble, que actualmente se comercializa en bastones y en polvo soluble e insoluble, para abastecer la industria refresquera, de jarabes y de medicina naturista. Brasil prohíbe la exportación de semillas y material vegetativo de esta planta.

6). Cola (*Cola nitida* (Vent.) Schott et Endl., Sterculiaceae)

El árbol de cola, colatier o colatero, es una planta de 15 a 20 m de altura. El fruto contiene de 4 a 8 semillas formadas por 2 a 4 granos carnosos, que son las llamadas nueces de cola. Es originario de Africa Tropical.

Las nueces de cola contienen cafeína, teobromina, taninos, proteínas y sales minerales. Es un estimulante del sistema nervioso central, antidepresivo, aumenta la tensión arterial, disminuye el cansancio físico e intelectual. Se usa en la industria farmacéutica y en la refresquera.

7). Té de carolina o casina (*Ilex vomitoria* Sol. ex Aiton, Aquifoliaceae)

Pequeño árbol perenne de hasta 7 m de altura, que produce múltiples tallos y adquiere forma arbustiva. Las hojas son de forma oval, simples, alternadas, de color verde oscuro. Es una planta dioica, con hojas diminutas de color blanco, que nacen en las axilas de las hojas. El fruto es una pequeña baya roja. Es una planta originaria de Norteamérica que se distribuye en el sureste de Estados Unidos.

Las hojas contienen cafeína, taninos y aceites esenciales; con las hojas y brotes secados al sol o tostados al horno y molidos, se prepara una bebida llamada yaupon o bebida negra. El *Ilex vomitoria* posee propiedades eméticas (provoca vomito y es purgante). Por su belleza se utiliza como planta ornamental e incluso para elaborar bonsais.

8). Yoco (*Paullinia yoco* R. E. Schult. et Killip, Sapindaceae)

Planta de tallos laticíferos, hojas grandes de hasta 35 cm, pentalobuladas. Las flores de color blanco amarillento forman racimos axilares. El fruto es una cápsula con tres valvas y las semillas son globosas. Se encuentra en estado silvestre, a lo largo del Río Putumayo, en la frontera entre Colombia y Perú.

Con la corteza de *Paullinia yoco* se prepara una infusión en agua fría, la cual contiene hasta 12 % de cafeína, minerales y diversos alcaloides; se usa

como estimulante, mitiga el hambre y la fatiga. En medicina tradicional se utiliza para combatir la malaria y diversas fiebres; en ayunas tiene efecto purgante.

9). **Salvia o chia** (*Salvia hispanica* L., **Lamiaceae**)

La chía es una herbácea anual que llega a medir hasta 1 m de altura, con hojas opuestas. Las flores son hermafroditas de color púrpura a blanco. El fruto es un aquenio indehisciente. Las semillas son ovaladas, brillosas de color pardo grisáceo a rojizo, presentan un alto contenido de mucílago, fécula y aceite. Es propia de climas templados y cálidos de México; se cultiva extensamente en Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Jalisco, San Luis Potosí y Chiapas. También se cultiva en Guatemala y en el noreste de Argentina, donde se introdujo como cultivo alternativo.

Las semillas tienen diversos usos, el más antiguo y popular es para preparar una bebida refrescante llamada agua de chía; para elaborarla se ponen a remojar las semillas en agua con el fin de que liberen el mucílago; a esta agua se le agrega azúcar y limón, jugos vegetales o esencias. Con las semillas molidas se elabora un pinole que sirve como base para tortillas, o panecillos. La semilla tiene un 34 % de aceite, del cual un 64 % es omega 3. La chía se considera la principal fuente de este aceite, además de ser una excelente fuente de fibra.

10). **Jamaica** (*Hibiscus sabdariffa* L., **Malvaceae**)

Es una herbácea que mide entre 3 a 5 m, con hojas tri o pentalobuladas, y flores de 8 a 10 cm de diámetro, de color rojo oscuro intenso. Originaria de Africa, se introdujo a México en la época de la Colonia; se cultiva en Guerrero, Oaxaca, Colima, Campeche, Veracruz, San Luis Potosí y Jalisco.

Con las flores se prepara una bebida refrescante muy popular en México, aunque también se usa como té. Además de su uso doméstico, se emplea en la industria refresquera. La Jamaica posee propiedades antiparasitarias, diuréticas, laxantes (leve) y ayuda a reducir los niveles de colesterol.

b. Plantas de las que se obtienen Bebidas Alcohólicas

Son aquellas de las que se obtienen bebidas alcohólicas, es decir, que contienen etanol. Dependiendo del proceso que se utilice para preparar las bebidas, las plantas se clasifican en dos grupos: las que producen bebidas fermentadas, las cuales se obtienen mediante el reposo de frutas y vegetales con gran contenido de glucosa; el alcohol se genera por la fermentación del azúcar. Bebidas destiladas: éstas se producen al hervir una bebida

fermentada con el fin de elevar el grado de alcohol.

Las plantas que se utilizan para elaborar este tipo de bebidas son muy diversas (Cuadro 1); algunas se cultivan en regiones amplias del planeta y las bebidas derivadas de ellas se consumen, a gran escala, en prácticamente todo el mundo, mientras que otras se siembran a nivel regional e incluso local, por lo que las bebidas que se producen a partir de ellas son poco conocidas fuera de sus regiones de origen. Probablemente las plantas más conocidas que se usan en la elaboración de bebidas alcohólicas son: la uva, la cebada y la manzana.

Cuadro 1. Plantas usadas para preparar bebidas fermentadas

Planta*	Bebida
Uva	Vino, vino tinto, vino blanco, vino rosado, claretos
Cebada	Cerveza
Arroz	Sake japonés, suk coreano, samshu chino, cerveza,
Maíz	Chicha (Perú y Bolivia) cerveza, tesguino, pozol
Centeno	Vodka , cerveza,
Mijo	Cerveza
Manzana	Sidra fuerte, sidra achampañada
Pera	Perry
Zarzaparrilla	Cerveza de raíz
Jengibre	Cerveza de raíz

* Ver más información acerca de la planta en el capítulo correspondiente.

1). Plantas de las que se obtienen bebidas fermentadas

a). Lúpulo (*Humulus lupulus* L., Cannabinaceae)

Es una planta dioica, perenne de hábito trepador que llega a alcanzar hasta 8m de longitud. Las hojas son de color verde oscuro con 3 a 5 lóbulos dentados. Las flores masculinas son de color amarillo verdoso y forman panículas. Las femeninas son de color verde claro y se forman en amentos. Los frutos son aquenios. Es nativa de las zonas frías de Europa, fuera de este continente, se cultiva en otras partes del mundo entre ellas Estados Unidos, China, Canadá y SudAfrica.

La flor femenina del lúpulo se usaba para dar el sabor amargo y aroma característico de la cerveza. Actualmente lo que se utiliza para este fin es

un extracto extraído de las flores. El lúpulo contiene un aceite esencial rico en eugenol y otros compuestos, diversos ácidos entre los que destaca el ascórbico; aminoácidos, minerales, vitaminas, taninos, pectinas y principios amargos como lupulina, humulona, hupulona y hupuliretina.

b). Palma nigeriana (*Raphia vinifera* P.Beauv., *Arecaceae*)

Palma originaria de Africa occidental se distribuye en países como Camerún, Gabón, Zaire y Nigeria. De esta especie se extrae una bebida llamada vino de palma, el cual se obtiene por fermentación de la savia rica en azúcares, especialmente sacarosa, que se produce al herir la palma. Otras especies utilizadas para preparar vino palma son: *Elaeis guineensis* Jacq., *Borassus aethiopicum* Mart., *Raphia laurentii* De Wild., *Arenga pinnata* (Wurmb) Merrill, *Phoenix dactylifera* L. y *Cocos nucifera* L.

c). Maguey (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck, *Agavaceae*).

Planta acaule, hojas grandes (2 a 2.5 m de largo por 30 a 40 cm de ancho), suculentas de forma lanceolada, de color verde oscuro terminadas en espina. Florece una sola vez durante su ciclo. Las flores se desarrollan en inflorescencia tipo panícula que sobresale de la planta 8 a 12 m. de altura, esta estructura se denomina escapo floral y cuenta con 18 a 30 ramas laterales

El Maguey es originario de México, se cultiva en terrenos pobres y poco húmedos (2,200 a 2,400 msnm) principalmente en los estados de Jalisco, Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala.

Desde tiempos precolombinos del maguey se obtienen productos tales como el aguamiel y el pulque que fue considerado como una bebida ritual. Para producirlo se hace un hueco en la base de la planta, con el propósito de eliminar el quiote o tallo floral, y recoger la savia (aguamiel) de la que se pueden producir hasta 6 litros diarios durante tres meses. El aguamiel se deja fermentar en un recipiente de cuero para obtener el pulque, una bebida de color blanco, viscosa, dulzona, espumosa, con 4 a 5% de contenido alcohólico.

La planta de maguey tuvo gran importancia para los indígenas mexicanos ya que además de las bebidas mencionadas, obtenían diversos satisfactores de uso cotidiano: alimento, cociendo las pencas, el quiote se consumía como golosina. Fibras para la elaboración de mantas, ayates, capas, huaraches, papel e hilo. Material para construcción (los quiotes secos), incluso las espinas servían como agujas y clavos.

d). Nopal cardón (*Opuntia streptacantha* Lem., Cactaceae)

El nopal cardón es una planta de hasta 5 m de altura, flores de color amarillo o anaranjado, fruto globoso de color rojo oscuro o amarillento. De la tuna se prepara una bebida de color rojo y sabor dulce llamada colonche que se produce en los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas. Para preparar la bebida se pelan las tunas, se exprimen y cuelan usando un cedazo de ixtle o paja, el jugo se pone a hervir y se deja reposar para que fermente, la fermentación es ocasionada por diversos microorganismos entre ellos la levadura *Torulopsis taboadae* Ulloa et T. Herrera, aislada precisamente del colonche.

2). Plantas empleadas en bebidas destiladas

De la malta de cebada se prepara el whiskey escocés, el whisky irlandés se obtiene de malta o de una mezcla malta de cebada, maíz y avena, sin maltar. De una mezcla de maíz-malta-centeno, o de la destilación de una masa fermentada de malta se obtiene la ginebra, bebida propia de Holanda. El vodka es el whiskey ruso y se prepara de una masa de trigo fermentado, que no se deja envejecer.

De la destilación del vino o del zumo fermentado de varias frutas (albaricoque, melocotón, cereza, ciruela y moras) se obtiene el aguardiente al que después de varias destilaciones se le conoce como brandy. La caña de azúcar es la materia prima para la elaboración de bebidas como el ron o la charanda de Michoacán.

a). Agave azul (*Agave tequilana* Weber var *azul*, Agavaceae)

Se diferencia de otros magueyes por el color azul o verde grisáceo de sus hojas, posee espinas laterales y apicales, almacena inulina en el tallo y produce fructuosa. El agave azul se desarrolla mejor en altitudes de 1500 msnm, prefiere suelos volcánicos, arcillosos ricos en fierro y con elementos basálticos, requiere de una pluviosidad anual de 1m, clima semiseco. La reproducción comercial se realiza por hijuelos, la planta tarda de 8 a 10 años en obtener la madurez. La parte que se utiliza para la elaboración de tequila es la piña, también llamada corazón o cabeza, que es donde se concentra la mayor cantidad de azúcares.

Son diversas las especies de agave de las que puede obtenerse bebidas alcohólicas, sin embargo, sólo del *Agave tequilana* Weber var *azul*, cultivado y destilado en los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Nayarit y Tamaulipas puede producirse el tequila por ser una bebida que cuenta con denominación de origen. El tequila se elabora en forma industrial, debe

contener el 51 % de mosto de agave azul y el resto puede ser mezcla de otros carbohidratos y químicos.

b). Agave espadín (*Agave angustifolia* Haw.)

Agave angustifolia Haw. (Agavaceae), *Agave scabra* Salm-Dyck ssp. *scabra*, *Agave weberi* F. Cels ex J. Poisson, *Agave potatorum* Zucc *Agave salmiana* Otto ex Salm ssp. *crassipina* (Trel) Gentry, (Agavaceae)

Plantas rosetofilas, acaules, con hojas múltiples, parecidas a una espada, el tamaño de la planta y de las hojas del agave pueden variar en diámetro, grosor y longitud. Las hojas son lineales, rígidas, ascendentes, de color verde o verde glauco, hasta un verde amarillento, espinas apicales y márgenes dentados.

La bebida alcoholica que se extrae de otras especies de agave se denomina mezcal, a diferencia del tequila, el mezcal se produce de manera artesanal, no lleva químicos, tiene un sabor fuerte y aromático. En algunas presentaciones de mezcal envasado o presentación artesanal del Estado de Oaxaca, la botella puede llevar un gusano que es la larva de un lepidóptero llamado *Acentrocne hesperiaris* Walk. El mezcal también cuenta con denominación de origen.

En el estado de Sonora se produce el Bacanora, bebida alcoholica que se obtiene del *Agave angustifolia* Haw., bebida protegida por denominación de origen, que comprende 35 municipios de Sonora.

c). Sotol, Sereque, Soto (*Dasyilirion* spp, Nolinaceae)

Planta acaule y rosetofila de hasta 1.5 m de altura, hojas largas de aproximadamente 1m de largo y 20 mm de ancho, con espinas laterales. Inflorescencia de 5 m de alto. Es una planta típica del matorral desértico rosetofilo, su área de distribución corresponde al Desierto Chihuahuense, que incluye parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí.

La piña o cabeza del sotol se somete a un proceso de destilación para producir una bebida llamada sotol, la que se produce en los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango cuenta con denominación de origen.

3). Plantas Empleadas en licores y aperitivos

Los licores se derivan de una mezcla de azúcar y alcohol, aromatizada con aceites esenciales de plantas, como el ajeno (que es tóxico), el benedictine, el chartreuse, el maraschino (de cerezas de marasca prensadas), el curaço

(de corteza seca de naranjas amargas maceradas en alcohol y agua, más azúcar y ron), el *kirschwasser* (de cerezas, alcohol y azúcar). Los aceites esenciales que se emplean en la elaboración de licores provienen de plantas como el anís y el cilantro (*anissette*), la alcaravea (*kumel*), la menta (*crème de menthe*), las almendras amargas (cremé de noyau) y el clavo.

Los aperitivos se utilizan como tónicos y para estimular el apetito; el más conocido es el vermut, que es un vino claro, endulzado y aromatizado, con una infusión de varias hierbas aromáticas y amargas.

2. Plantas Psicoactivas

Es probable que en la búsqueda de plantas alimenticias, el hombre haya descubierto que algunas le producían efectos extraños, como alucinaciones y modificaciones en la percepción sensorial. Esta experiencia generó un conocimiento que persiste hasta nuestros días. El hombre aprendió que si bien este tipo de plantas no eran comestibles, le podrían ser útiles como medicamentos, venenos, o en sus ceremonias rituales, pues el estado alterado de conciencia que inducen lo conectaba con sus divinidades. La razón por la que algunas plantas provocan estos efectos, se debe a que contienen diferentes sustancias tóxicas entre las que destacan los alcaloides.

Los alcaloides son compuestos nitrogenados de gusto amargo que se encuentran en plantas y animales, pero predominan en las plantas, pues al menos el 10 % de las plantas conocidas contiene algún tipo de alcaloide. Por lo regular, estos compuestos se almacenan en las hojas, las semillas, las raíces o los frutos.

Los alcaloides tienen propiedades fisiológicas y toxicológicas que actúan principalmente sobre el sistema nervioso central, aunque pueden actuar sobre otros sistemas o aparatos, razón por la que se usan como fármacos; su consumo prolongado causa dependencia física y psicológica.

Los alcaloides que actúan sobre el sistema nervioso central, alteran temporalmente el estado de conciencia y modifican el estado de ánimo, reciben el nombre de psicotrópicos. Por su efecto, los psicotrópicos se clasifican en: alucinógenos, narcóticos y estimulantes.

Los alucinógenos son sustancias que producen alucinaciones o percepciones distorsionadas de la realidad como la mezcalina del peyote *Lophophora williamsii* (Lem. ex Salm-Dyck) J. M. Coult., la cannabina de la marihuana *Cannabis sativa* L. y la muscarina del hongo *Amanita muscaria* (L.) Lam.

Los narcóticos son sustancias que producen sueño o estupor, por lo regular inhiben la transmisión de señales nerviosas asociadas al dolor. Se usan como medicamentos y para inducir sensaciones de euforia. En este grupo son notables desde tiempos remotos los opiáceos, en particular el opio que se extrae del látex de la amapola *Papaver somniferum* L.

Los estimulantes son sustancias que producen un estado de euforia y bienestar; una de la más conocidos es la cocaína, que se extrae de las hojas de la coca *Erythroxylon coca* Lamarck); otros ejemplos son la nicotina del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y la cafeína del café (*Coffea arabica* L.).

a. Plantas alucinógenas

1. Peyote (*Lophophora williamsii* (Lem. ex Salm-Dyck) J. M. Coult, Cactaceae)

El peyote es una planta carnosa, sin espinas, redondeada y de color verde grisáceo; sólo la corona (parte superior de la planta) sobresale del suelo; posee un sistema radicular bastante profundo. Es una planta de crecimiento muy lento que se reproduce por semilla y por esquejes. Se localiza en áreas pedregosas, generalmente oculta debajo de un arbusto de gobernadora o de un mezquite. Se distribuye en el suroeste de Estados Unidos y el norte de México; en el país se localiza en Baja California, Coahuila, San Luis Potosí, Nayarit, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas. Esta especie está contemplada en la Norma mexicana NOM 059-SEMARNAT-2001, de las especies amenazadas y en peligro de extinción. El peyote contiene mezcalina, una sustancia químicamente similar a los neurotransmisores catecolamina, dopamina y noradrenalina; como efecto de su ingestión, la piel se ruboriza, se produce excitación, el ritmo cardíaco; ocurren alucinaciones auditivas y visuales, distorsión de las coordenadas espacio temporales y alteraciones del esquema temporal. El peyote se utiliza desde hace muchos años, por diversos pueblos americanos en ceremonias o rituales, en los cuales la planta ocupa un lugar muy importante. Actualmente lo usan más de 50 etnias indígenas, entre ellas la de los huicholes, que lo utilizan como medicina y en sus ritos ceremoniales. Otras fuentes de mezcalina son el cacto de San Pedro *Echinopsis pachanoi* (Britton et Rose) H. Friedrich et G.D. Rowley y *Trichocereus peruvianus* Britton et Rose

2. Marihuana (*Cannabis sativa* var. *indica* L., Cannabaceae)

El cáñamo es una planta anual, erecta, que alcanza una altura de 1.5 a

4.5 m. El tallo es erecto y hueco, y llega a producir pocas ramas en la parte apical de la planta; hojas palmadas, compuestas, de bordes dentados; flores dioicas, aunque algunas veces se comportan de forma monoica; la posición de las flores estaminadas de la planta es en racimo, mientras que las flores pistiladas se ubican en forma de espiga, en las axilas de las hojas. El fruto es un aquenio y tiene una semilla. En México el cultivo de esta planta es ilegal, sin embargo, se cultiva clandestinamente en diversos estados.

La marihuana se consume generalmente seca, en forma de cigarrillo; tiene un olor picante característico. El compuesto que genera los efectos psicotrópicos es la cannabina, 9-Tetra-hidrocannabinol (THC); sus efectos ocasionan pérdida de la concepción del tiempo y espacio, la visión de imágenes rápidamente cambiantes, un incremento en el ritmo cardíaco, exaltación, alucinación y depresión. De la marihuana se obtiene también el hachís y el aceite de hachís, una resina que se extrae de las hojas y que concentra en mayor cantidad los ingredientes activos de la marihuana; el abuso en el consumo de esta planta causa adicción, percepción distorsionada y conducta antisocial.

La marihuana tiene también propiedades terapéuticas; se utiliza en el tratamiento del SIDA, glaucoma, anorexia, artritis, migraña, etc. En el estado de California (EUA) existe la proposición número 215, que sugiere legalizar la marihuana para usos medicinales.

b. Hongos psicoactivos

Es importante señalar que aunque no son plantas, la información que corresponde a los hongos psicoactivos (reino fungi) se incluye en este capítulo, por estar presentes en México. *Psilocybe mexicana*, *Psilocybe caerulescens* Murrill. y *Psilocybe cubensis* (Earle) Singer, son un grupo de hongos que destacan por contener alcaloides que actúan sobre el sistema nervioso central; también se incluye *Amanita muscaria* (L.) Lam., propio de Europa y Asia, el cual tiene como principio activo el ácido iboténico y la muscarina.

Existen más de 80 variedades en el mundo de hongos *Psilocybe*, entre los que el principio activo es la psilocibina, y en menor cantidad la psilocina, ambas sustancias producen intensas alucinaciones visuales. A este grupo pertenecen, aproximadamente, 15 especies mexicanas que se encuentran en las selvas tropicales y montañas subtropicales de Oaxaca, Puebla y Veracruz, y en las montañas del Popocatepetl y el Nevado de Toluca. Especies de este grupo se distribuyen en Sudamérica, Estados Unidos,

Europa, Africa, Japón y Australia.

1. Pajarito (*Psilocybe mexicana* R. Heim)

Contiene psilocibina y psilocina; crece en el centro y sur de México; mide de 2.5 a 10 cm de longitud. El sombrero es de forma acampanada, color paja y de 1 a 3 cm de diámetro. Presenta una protuberancia clara en la punta.

2. Derrumbe (*Psilocybe caerulescens* Murrill)

Contiene psilocibina y psilocina; se encuentran principalmente en Oaxaca y el Valle de México y mide de 8 a 12 cm El sombrero tiene forma acampanada al inicio y posteriormente convexo o plano, es de color verde olivo con tintes cafés y más claro en las orillas; mide entre 2 y 4 cm de diámetro.

3. San Isidro (*Psilocybe cubensis* (Earle) Singer)

Contiene psilocibina; es de distribución cosmopolita; mide de 8 a 15 cm. El sombrero tiene forma acampanada, al principio, y posteriormente convexo o plano, cuyo color varía de blanco, con una mancha dorada en el centro, a café claro, con la mancha en el centro de color naranja.

4. Matamoscas (*Amanita muscaria* (L.) Lam.)

Su principio activo es la muscarina, propio de Siberia y el noreste de Asia . Posee un bello sombrero de color rojo con protuberancias blancas. Pertenece al género *Amanita* en el que se encuentran varias especies venenosas.

c. Plantas narcóticas

Amapola (*Papaver somniferum* L., Papaveraceae)

Herbácea anual que llega a medir hasta 1.5 m de altura; las hojas son oblongas, carnosas, dentadas; las hojas y el tallo son glaucas. Flores solitarias, terminales, de 5 a 10 cm de diámetro, de color violáceo, blancas, rojas o rosadas. El fruto es una cápsula de 1 a 7 cm, de forma casi esférica. Nativa del sureste de Europa y oeste de Asia, *Papaver somniferum* L. var. *album* D.C. es la productora de opio. Los únicos países en que esta permitido su cultivo con fines médicos y científicos son: Australia, Francia, Turquía, España e India. En cualquier otro país, incluido México su cultivo es ilegal.

Por la belleza de sus flores, es considerada una planta ornamental; sus semillas se usan en repostería y para producir un aceite comestible. La planta completa produce látex, aunque la mayor cantidad se extrae de la cápsula cuando aún esta verde; al látex seco se le conoce como opio, sustancia que desde hace siglos se ha utilizado como medicamento y droga. El opio contiene diversos alcaloides de gran importancia farmacéutica: morfina, codeína, noscapina y tebaína, sustancias que se usan como narcóticos, analgésicos de gran potencia, hipnóticos, sedativos, antidiarreicos, antiespasmódicos y antitusivos.

Los efectos psicoactivos del opio ocasionan una sensación de euforia y exaltación de la imaginación. Las secuelas que provoca en el consumidor, a corto plazo, son: vértigos, náuseas, dolores de cabeza y depresión de los centros respiratorios. A largo plazo, se manifiesta constipación, pérdida de peso y apetito, disfunción sexual, cambios de humor, pérdida de interés, pérdida de masa corporal y debilidad general del organismo.

La morfina es la materia prima para producir heroína, una droga tan adictiva como el opio, pues una sobredosis puede causar la muerte. Esta sustancia fue aislada por la compañía Bayer en 1898; no se consideró adictiva hasta 1992, año en que se clasificó como narcótico.

c. Plantas estimulantes

1. Coca (*Erythroxylon coca* Lamarck, Eritroxilaceae), *Erythroxylum novogranatense* (Morris) Hieron (Eritroxilaceae)

La coca pertenece a un género que cuenta con alrededor de 200 especies tropicales y subtropicales, de las cuales 180 son originarias del neotrópico, de México a Uruguay. El resto se distribuyen en Asia, Africa y Australia. Las plantas de este género son arbustos o árboles pequeños perennifolios. *Erythroxylon coca* Lamarck puede alcanzar hasta 4 m de altura, aunque por lo regular no se permite que llegue a más de tres. Las hojas son de forma ovalada, lisas, de entre 3 y 6 cm, según la variedad. Las flores son muy atractivas, de color amarillo crema; los frutos son de color rojo intenso.

Erythroxylon coca es la variedad boliviana y *Erythroxylum novogranatense* es la colombiana; las hojas de ambas contienen diversos alcaloides de los cuales, el más importante es la cocaína, droga altamente adictiva que crea dependencia física, psicológica y tolerancia. Además de cocaína, la hoja contiene proteínas, carbohidratos y vitaminas; 100g de hojas aportan 305 calorías y los requerimientos diarios recomendados por la Organización Mundial de la Salud de las vitaminas y minerales. Desde hace varios siglos,

las hojas las consumen varias tribus indígenas sudamericanas con fines rituales, medicinales, y para combatir el hambre y la fatiga física.

2. Té árabe (Khat) (*Catha edulis* (Vahl) Forssk. ex Endl., Celastraceae)

Es un arbusto grande o árbol pequeño que llega a alcanzar hasta 10 m. El tallo, por lo regular, es recto y delgado; las hojas son opuestas, coriáceas de un color pardo rojizo y los bordes serrados; las flores, de color blanco crema o verdosas, nacen en grupos en las axilas de las hojas. El fruto es una cápsula trilobulada de 10 mm; las semillas son pequeñas y aladas. Es una planta originaria de Africa y la Península Arábiga.

La parte útil son las hojas, que se utilizan para preparar una bebida; hervidas, se añaden a los alimentos o bien se mastican como tabaco. Después de ingerir la cata, las personas experimentan un aumento de la presión arterial, del ritmo cardíaco, y una serie de efectos estimulantes parecidos, aunque menos intensos a los que produce la cocaína o las metanfetaminas; el efecto disminuye entre los 90 minutos y las tres horas de la ingesta, aunque en ocasiones puede durar hasta 24 horas. La cata es la planta con las propiedades psicoestimulantes más potentes que se conoce; las hojas frescas contienen un alcaloide llamado catinona, que es la base para obtener la metacatinona. Después de 48 horas de cortadas, el principio activo de la hojas es la catina, menos fuerte que la catinona pero igualmente adictiva. Ambas sustancias derivan de la fenetilamina y están relacionadas con las anfetaminas.

E. LITERATURA CITADA ↑

1. ____Alcaloides. http://www.biol.unlp.edu.ar/toxicología/seminarios/parte_2/alcaloides.html.
2. ____ Bebidas tradicionales de México. <http://www.clubplaneta.com.mx/bar16030000.htm>, consultado el 29 de junio de 2006.
3. ____*Camellia sinensis* (L.) Kuntze Té. http://www.botanical_online.com/medicinalsteverde.htm, consultado el 24 de junio de 2006.
4. ____*Catha edulis*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Qu/> , consultado el 26 de junio de 2006.
5. ____*Catha edulis* (Vahl.) Endl. <http://www.plantsafrica.com/planted/cathedulis.htm>, consultado el 27 de junio de 2006.

6. ____ Cerveza. <http://es.wikipedia.org/wiki/Cerveza#historia>, consultado el 29 de junio de 2006.
7. ____ Cola. <http://www.hipernatural.com.es/pltcola.html>, consultado el 27 de junio de 2006.
8. ____ Cola. <http://www.naturemedic.com/cola.html>, consultado el 27 de junio de 2006.
9. ____ El Opio <http://www.secffaa.milido/drogas/opio.htm>, consultado el 1 de julio de
10. 2006.
11. ____ Family Papaveraceae, *Papaver somniferum* L. <http://opioids.com/poppy.html>, consultado el 1 de julio de 2006.
12. ____ Fermentaciones, pulque, colonche, tesgüino, pozol, modificaciones químicas. http://omega.ilce.edu.mx.3000/sites/ciencias/volumen1/ciencia2/51/htm/sec_9.html, consultado el 29 de julio de 2006.
13. ____ Guaraná *Paullinia cupana* H.B.K. <http://www.salud.bioetica.org/guarana.htm>, consultado el 27 de junio de 2006.
14. ____ *Hibiscus sabdariffa*. http://es.wikipedia.org/wiki/Hibiscus_sabdariffa, consultado el 28 de junio de 2006.
15. ____ *Humulus lupulus* Lúpulo. http://www.botanical_online.com/medicinals/lupulo.htm, consultado el 29 de junio de 2006.
16. ____ Las drogas tal cual. El brío de la coca. <http://www.mind-surf.net/drogas/coca.htm>, consultado el 2 de julio de 2006
17. ____ Las drogas tal cual. Hongos psicoativos. <http://www.mind-surf.net/drogas/hongos.htm>, consultado el 2 de julio de 2006.
18. ____ Narcótico. <http://es.wikipedia.org/wiki/narc%c3%b3ico>, consultado el 30 de junio de 2006.
19. ____ *Papaver somniferum* L. <http://www.rc.ehu.es/plfarm/14.paso.htm>, consultado el 30 de junio de 2006
20. ____ Peyote (*Lophophora williamsii*) <http://www-mescalina.com/peyote.html>, consultado el 30 de junio de 2006.
21. ____ Plantas medicinales de Brasil <http://www.ecoaldea.com/plmd/brasil.htm>, consultado el 28 de junio de 2006.
22. ____ Plantas venenosas. <http://www.botanical-online.com/>

- [plantasvenenosas.htm](#), consultado el 2 de julio de 2006
23. ____ Psicoactivo <http://es.wikipedia.org/wiki/Psicoactivo>, consultado el 30 de junio de 2006.
24. ____ Salvia hispanica. http://es.wikipedia.org/wiki/Salvia_hispanica, consultado el 28 de junio de 2006.
25. ____ Theobroma cacao. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/into_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf, consultado el 26 de junio de 2006.
26. ____ Yerba mate Ilex paraguensis. http://platencyclo.free.fr/sp/nmauric_ilex_paraguariensis_gg.html, consultado el 26 de junio de 2006.
27. ____ Yoco. <http://hipernatural.com/es/pltyoco.htm>, consultado el 28 de junio de 2006
28. Academia Mexicana del Tequila, A.C. Agave. <http://www.acamextequila.com.mx/noflash/elagave.html>, consultado el 29 de junio de 2006.
29. Arce G.L., J.Valdés Reyna, A. Valdés Oyervides, A. Gallegos del Tejo, G. Padilla Villa. Pruebas de sotol (*Dasylyrion cedrosanum* Trel) utilizando extractos secos de lechuguilla(*Agave lechuguilla* Torr) bajo condiciones de laboratorio. http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos_2003/Zaridas/sotol01.pdf, consultado el 29 de junio de 2006.
30. Baker, H.G. 1968. Las plantas y la civilización. 1a. edición. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.) México.
31. Floridata *Ilex vomitoria*. http://www.floridata.com/ref/1/ilx_vom.cfm, consultado el 27 de junio de 2006.
32. Frazer, J.G. 1944. La Rama dorada. Magia y religión. Fondo de Cultura Económica. México. 860 p.
33. Fitzpatrick, F.L. 1964. Our plant resources. Plants and their economic importance. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York, E.U.A.: 28-1.
34. Gilman F. Edward & Dennis G. Watson. *Ilex vomitoria* Yaupon Holly. <http://hot.ufl.edu/trees/ILEVOMA.pdf>, consultado el 28 de junio de 2006.
35. GER.1991. Bebida. <http://www.canalsocial.net/GER.asp?id=4008&cat=biología>, consultado el 29 de junio de 2006.

36. Guzmán Gastón. Un gran desconocido el hongo. México desconocido N° 48, noviembre de 1980.
37. Heim Roger. Historia del descubrimiento de los hongos alucinógenos de México. <http://www.telepolis.com/cgi-bin/web/DISTRITODOCVIEW?url=/1416/doc/Articulos/hongosalucinogenos.htm>, consultado el 2 de julio de 2006
38. Hill, A.F. 1965. Botánica Económica. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 480-554 pp.
39. Infoagro.com Cultivo del café. <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/café.asp>, consultado el 24 de junio de 2006.
40. Infoagro.com El vino. <http://www.infoagro.com/viticultura/vino/vino.asp>, consultado el 28 de junio de 2006.
41. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2004. Aptitud ecológica para el cultivo de coca (*Erythroxylum sp.*) en el NOA. Boletín Desideratum, jueves 1 de julio -AñoII- N° 19. http://www.inta.gov.ar/salta/info/boletines/desideratum/boletin_desideratum19.htm, consultado el 2 de julio de 2006.
42. Lleras E. La agricultura amazónica y caribeña. Especies de *Paullinia* con potencial económico. http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/cap4_4.htm, consultado el 27 de junio de 2006.
43. Martínez, Maximino. Plantas útiles de la flora mexicana. 1959. 1a. edición. Ediciones Botas. 621 pp.
44. National Drug Intelligence Center, Cata. Datos rápidos, preguntas y respuestas. http://www.usdoj.gov/ndic/pulos5/5116/5116p_spanish.pdf, consultado el 27 de junio de 2006.
45. PROCYMAF. *Salvia hispanica* L. <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/SalviaHispanica.html>, consultado el 28 de junio de 2006.
46. Rose, J.N. Notes on useful plants of México. 221- 223-227 pp.
47. Salgado-Cruz M.P., D. Cedillo López, M.C. Beltrán Orozco. Estudio de las propiedades funcionales de la semilla de chía, (*Salvia hispánica*) y de la fibra dietaria obtenida de la misma. VII Congreso Nacional de Ciencias de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de los alimentos. Guanajuato, Gto. <http://www.respin.uanl.mx/especial/2005/ee-13-2005/documentos/CNA53.pdf>, consultado el 28 de junio de 2006.

48. Schery, R.W. 1956. Plantas útiles al hombre (Botánica económica). 1a. edición. Salvat Editores, S.A. Barcelona, España. 673-707 pp.
49. Stanford, E.E. 1934. Plants economic. 1a. edición. Inc. New York. 469-530 pp.

CAPÍTULO 4

LAS PLANTAS COMO FUENTE DE MATERIA PRIMA



*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 4 ↑

LAS PLANTAS COMO FUENTE DE MATERIA PRIMA

PLANTAS PRODUCTORAS DE COLORANTES

Un colorante es una sustancia (pigmento) de origen natural o artificial que se usa para dar o aumentar el color de alimentos, medicamentos, bebidas, cosméticos, tejidos orgánicos, textiles, etc. Los pigmentos naturales son de origen animal, vegetal o mineral.

En este capítulo se abordarán exclusivamente los colorantes de origen vegetal. La mayoría de las familias vegetales tienen especies que producen pigmentos, los cuales pueden extraerse de diversas partes de la planta, tales como hojas, fruto, raíz, semilla, tallo, etc.

Debido a su naturaleza diversa es difícil formar grupos de colorantes, pero por lo regular se reconocen dos: pigmentos con N y pigmentos sin N. Dentro de los primeros se encuentran la clorofila y los pigmentos indigoides; dentro de los segundos están los carotenoides, flavonoides y quinonas.

Pigmentos nitrogenados

- La clorofila es un pigmento fotosintético, es decir que tiene la capacidad de absorber la luz solar y hacerla disponible para el proceso de fotosíntesis. En las plantas superiores se encuentran dos tipos de clorofila a y b. Estos pigmentos se almacenan en las hojas en estructuras llamadas cloroplastos. Las clorofilas son insolubles en agua y solubles en alcohol, las clorofilinas son derivados de las clorofilas, son colorantes poco usados en los alimentos, ocasionalmente se utilizan en chicles, aceites, helados, bebidas, sopas y productos lácteos. El interés en el estudio de las clorofilas esta en evitar su degradación para evitar que los alimentos procesados pierdan su atractivo.

Pigmentos no nitrogenados

- Los carotenoides, que son pigmentos fotosintéticos, liposolubles de colores rojo, anaranjado o amarillo, se caracterizan por poseer en su estructura 40 átomos de C. Los carotenoides se encuentran tanto en vegetales como en animales; estos últimos los adquieren en la dieta, ya que no tienen la capacidad de sintetizarlos. Se conocen cerca de 400 compuestos de este grupo. Los carotenoides, en general, poseen un efecto antioxidante en el organismo y un efecto protector frente a ciertos tipos de cáncer; algunos son precursores de la vitamina A. El carotenoide más conocido es el betacaroteno, se encuentra en las hortalizas y frutas anaranjadas. Se utiliza

para colorear diversos alimentos y bebidas, sobre todo las de sabor naranja.

Debido a la demanda de productos sanos, los carotenoides se usan cada vez más en la industria alimentaria, aunque la mayoría de los colorantes naturales han sido desplazados por los colorantes artificiales.

- Las xantófilas son compuestos oxigenados de los carotenoides que poseen un característico color amarillo parduzco; tienen menor actividad como precursores de la vitamina A. se encuentran en las hortalizas amarillas.
- Los carotenoides se usan principalmente como colorante de alimentos y bebidas. Entre los colorantes importantes de este grupo están: la bixina y la norbixina, que se obtienen del achiote (*Bixa orellana* L.); la capsantina, de algunas especies de pimientos (*Capsicum* spp); el licopeno, que es el pigmento rojo del tomate; la cantaxantina, que se suministra a las truchas y salmones criados en granjas así como a las gallinas, con el objeto de que tanto la carne de los peces como la yema de los huevos tenga un color más atractivo.
- Los flavonoides son compuestos fenólicos, hidrosolubles, que proporcionan los colores otoñales a las plantas y producen amplias gamas de los colores rojo, amarillo y naranja en las flores. Se encuentran presentes en numerosas plantas y bebidas (café, té verde y negro, cerveza y vino). Tienen propiedades antioxidantes (en dosis altas pueden ocasionar el efecto contrario) antivirales, antialérgicas, antiinflamatorias, y efectos protectores contra enfermedades vasculares y cáncer. Se clasifican en diversos grupos, aunque no existe un consenso respecto a cómo clasificarlos. La importancia comercial de estos pigmentos, más que como colorantes, está en sus propiedades terapéuticas, por lo que se usan ampliamente en la industria farmacéutica para elaborar medicamentos. Las antocianinas tienen un papel fundamental en la conservación de la vista, ya que ayudan a proteger los capilares de la retina.

Un grupo interesante de flavonoides desde el punto de vista de los colorantes alimenticios son las antocianinas, pigmentos que se encuentran en las flores y los frutos y que proporcionan colores rojos, azulados o violetas. Son sólidos cristalizables, solubles en agua y alcohol. El color cambia de acuerdo al pH: rojo en medio ácido, azul en medio básico. Son muy susceptibles al calor, la luz, los sulfitos y al ácido ascórbico.

- Las antocianinas, cuando se usan como colorantes alimenticios, deben extraerse únicamente de plantas comestibles. Las principales fuentes son los hollejos de las uvas y otros subproductos del vino. Se utilizan para

colorear lácteos, helados, caramelos, pasteles, conservas vegetales, productos cárnicos, licores, sopas y bebidas refrescantes.

- Las quinonas son un grupo de pigmentos derivados de la oxidación de fenoles que se encuentran en plantas superiores, líquenes, hongos, algunos insectos tintóreos y animales marinos. La característica de los pigmentos quinónicos es su color, que va del amarillo, pasando por el anaranjado y el rojo, hasta llegar al negro. Las metil, dialquil y metoxi-benzoquinonas las producen los artrópodos; la espinulosina, fumigatina, terfenilquinonas, etc., las generan hongos; las dalbergionas, perezonas, etc., se encuentran en un reducido grupo de plantas superiores.
- Las naftoquinonas como la plumbagina, la juglona, las lapachonas, etc., se localizan en las plantas superiores. Los equinocromos se hallan en los erizos y estrellas de mar.
- Las antraquinonas constituyen el grupo más numeroso de los pigmentos quinónicos, que se encuentran en diversos géneros y especies de las familias Rubiaceae, Polygonaceae, Fabaceae, Liliaceae, etc., y en los *Coccidos*, insectos tintóreos como la cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa), del cual se obtiene el ácido carmínico que se utiliza para dar color a los alimentos, fármacos, cosméticos y como un recurso para el teñido de la lana mordentada.

1. Palo de Campeche (*Haematoxylum campechianum* L., Fabaceae)

Es un árbol espinoso que llega a medir hasta 15 m; produce varios troncos gruesos con hojas pequeñas y modestas flores amarillas. Crece silvestre en México, América Central y la zona del Caribe; era conocido por los mayas como el árbol Ek, que significa madera oscura. Ahora se le conoce como palo de Campeche por su lugar de origen, pero también como palo de tinte, palo de sangre, palo azul o *logwood*. El árbol puede propagarse por medio de semilla; hoy en día se cultiva en cantidades considerables.

El colorante que se extrae del palo de Campeche es uno de los más antiguos e importantes. La madera de corazón rojo, después de quitada la corteza y la albura, produce el colorante llamado hematoxilina, el cual tiene aplicación en histología. La extracción del colorante se puede hacer cerca del lugar donde se corta, por medio de vapor a presión, hirviéndola o simplemente en difusión en agua. Antiguamente se obtenía hirviendo los trozos del árbol. Se recogía un sedimento que se secaba, para formar con él valiosas marquetas.

Las flores amarillas tienen una pulpa de color rosado que produce un jugo que, al fermentarse, origina el tinte. La hematina es el color principal del

palo de Campeche; según de la aplicación que se desee practicar, es el grado de oxidación que se le da. La producción de materia prima para la extracción del colorante, alcanza las 40,000 ton anuales.

2. Fustete (*Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud., Moraceae)

Arbol tropical caducifolio que llega a medir hasta 20 m de altura y 45 cm de diámetro. Hojas alternas simples de forma oblonga a lanceolada, a veces con los bordes aserrados. Es una especie dioica con flores masculinas pequeñas que se forman en amentos axilares, y con flores femeninas que integran cabezuelas axilares. Se distribuye en las selvas tropicales y subtropicales de las Antillas, México, Centro y Sudamérica. En México se encuentra desde el sur de San Luis Potosí y Tamaulipas, hasta la Península de Yucatán, y desde el sur de Sinaloa hasta Chiapas.

El fustete produce un colorante amarillento, castaño y aceitunado, llamado maclurina, que se usa para teñir textiles, el cual se extrae del duramen del fustete. Generalmente se conocen dos tipos de tinte: el viejo y el joven, este último es un sustituto que se obtiene de las ramitas de *Cotinus coggryria*, de las anaracardiáceas.

3. Indigo (*Indigofera tinctoria* L. e *Indigofera suffruticosa* Mill., Fabaceae)

Ambas especies son plantas anuales de tallos rígidos, hojas estrechas y pinadas, con flores pequeñas. *Indigofera tinctoria* mide entre 1 y 2 m se cultiva en diversos países tropicales; puede ser anual, bianual o perenne, según el clima en que se cultive.

El índigo o añil, es un colorante azul oscuro que se extrae de las hojas de varias especies de *Indigofera*, y de plantas de los géneros *Isatis tinctoria* L., *Baphicacanthus cusia* (Ness) Bremek y *Polygonum tinctorium* Lour. (Polygonaceae). El colorante posee gran fijeza natural, que adquiere su color característico hasta que experimenta una fermentación aerobia u oxidación, lo cual requiere que las plantas frescas, recogidas en la época de floración, se corten y pongan en maceración, en agua, durante 12 ó más horas. Sus principios activos son la indigotina y la indirubina.

El índigo se utiliza como tinte desde hace más de 4,000 años; actualmente se emplea para teñir los pantalones de mezclilla; sin embargo, este colorante como el resto de los colorantes naturales, enfrenta la fuerte competencia de los colorantes artificiales, que son más económicos.

4. Glasto (*Isatis tinctoria* L., Brassicaceae)

Planta bianual que mide de 50 a 120 cm; presenta tallos delgados, ramificados en la parte superior, con hojas alternas y flores amarillas. La especie parece ser nativa de Rusia, pero ya se cultivaba en Europa desde tiempos muy remotos. Se reproduce por semilla.

El glasto es otra fuente de índigo, tinte utilizado por los primitivos bretones para pintarse el cuerpo. En la Edad Media, el glasto fue un artículo básico del comercio, particularmente en Europa Central. Los pintores más famosos del mundo usaban glasto para sus pinturas; los pueblos antiguos lo usaron como medicamento para las úlceras y otras dolencias, tanto internas como externas.

5. Rubia (*Rubia tinctorum* L., Rubiaceae)

La rubia o granza es una planta herbácea, con tallos angulares espinosos, hojas enteras opuestas, flores amarillas y frutos negruscos en baya.

El colorante se encuentra principalmente en la corteza de las largas y delgadas raíces, en forma de glucósidos, los cuales se descomponen fácilmente para producir alizarina y purpurina.

Con una infusión hecha con raíces de tres o cuatro años de edad, se produce un color escarlata brillante conocido como carmesí. Además, dependiendo del mordente (sustancia que se utiliza para fijar el tinte) que se escoja, la rubia puede dar rojo, rosa, naranja, lila y negro, o matices pardos resistentes al agua y a la luz.

En los tiempos modernos, la rubia se utiliza poco, ya que se prefiere la alizarina sintética, más eficaz y más barata; sin embargo, aún existen pintores que desean pigmentos naturales y médicos que todavía atribuyen a la rubia propiedades terapéuticas.

6. Cúrcuma (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae)

De los rizomas de la cúrcuma se produce la curcumina, un tinte de color amarillo intenso que se usa para colorear el curry, al que da su color característico, mostazas, preparados para sopas, caldos, productos cárnicos y lácteos. Igualmente se utiliza la oleorresina, que además de dar color, aromatiza los alimentos. El colorante sirve como indicador químico, ya que su color varía según la alcalinidad o acidez del medio.

7. Azafrán (*Crocus sativus* L., Iridaceae)

El azafrán produce un tinte amarillo, uno de los colorantes antiguos más

importantes. Este colorante se disuelve fácilmente en agua y por ello no se usa para teñir tejidos; sin embargo, se emplea mucho para colorear medicamentos y sustancias alimenticias a los que proporciona un aroma característico.

8. Bija o achiote (*Bixa orellana* L., Bixaceae)

El árbol es pequeño, (de 2 a 5 m, con un máximo de 10 m) y muy ornamental; tiene hojas acorazonadas, grandes panículas terminales de flores rosáceas, como malvas y cápsulas globosas armadas de espinas. Nativo de Brasil, se encuentra ampliamente distribuido en casi todas las zonas tropicales, incluyendo el sureste de México. Los principales productores son Jamaica, Ecuador y Brasil.

Las semillas de achiote proporcionan un tinte de color amarillo brillante adecuado para dar color a la mantequilla, la margarina, el queso y otros alimentos.

De la porción carnosa (arilo rojo-naranja) que envuelve a la semilla, se extrae un colorante poco estable a la luz, apreciado industrialmente para dar color a productos alimenticios, aceites, ceras, barnices, pinturas, cosméticos y fibras textiles (de seda y algodón). Para obtener el colorante se ponen las semillas en agua caliente, se dejan en reposo unos días y luego se cuele el líquido para obtener el colorante. Otra forma de extraerlo es prolongar la ebullición hasta que se produzca una pasta. El aceite extraído de las semillas es la principal fuente de los pigmentos bixina y norbixina; la bixina es insoluble en agua y soluble en grasas; la norbixina es soluble en agua e insoluble en grasas.

9. Alazor o cártamo (*Carthamus tinctorius* L., Asteraceae)

El cártamo es una oleaginosa de la misma familia que el girasol (Asteraceae). Originalmente, el cártamo se cultivaba por sus flores, las cuales se utilizaban para hacer pigmentos rojos y amarillos, con los que se teñían prendas de vestir y alimentos.

10. Remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L., Chenopodiaceae)

De la raíz de la remolacha se extrae un colorante llamado rojo de remolacha, betanina o betalaína; es una sustancia compleja de la que aún no se conocen todos sus componentes. Se usa para colorear bebidas, conservas vegetales, mermeladas, conservas de pescado, repostería, helados y productos lácteos infantiles.

11. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., Solanaceae)

Del tomate y de la sandía se obtiene un pigmento rojo, soluble en grasas llamado licopeno; la importancia de este pigmento no es como colorante, sino su función en el cuerpo humano. Se sabe que disminuye la incidencia de enfermedades cardiovasculares, de cáncer de próstata, pulmón y tracto digestivo, además de ser antioxidante.

12. Cempasúchil (*Tagetes erecta* L., Asteraceae)

Herbácea anual, de entre 50 y 100 cm. La inflorescencia es de un intenso color amarillo y forma de pompón de casi 7 cm de diámetro. Es nativa de México y se distribuye hasta Centroamérica. En forma silvestre, se encuentra en los bosques espinosos, bosques de niebla y bosques de pino-encino en los estados de Sinaloa, San Luis Potosí, México, Tlaxcala, Puebla, Veracruz y Chiapas.

Además de su innegable valor cultural en nuestro país (es indispensable en los altares de muerto), el cempasúchil es de gran importancia comercial ya que, a partir de su introducción a Europa en el siglo XVI, se han desarrollado más de 100 variedades con fines ornamentales. Por otro lado, de sus pétalos se extrae un pigmento carotenóide, de color amarillo, que antiguamente se utilizaba para teñir textiles; ahora se mezcla en el alimento de las gallinas ponedoras y pollos de engorda, con el fin de intensificar el color de la yema de huevo y la piel de los pollos. México es el principal productor mundial de este pigmento.

La luteína, un pigmento liposoluble de importancia médica por sus propiedades antioxidantes y su efecto protector de la retina (se encuentra de manera natural en la mácula), también se extrae de esta planta. Así mismo, desde épocas prehispánicas, el cempasúchil (náhuatl: cempoalxóchitl tiene numerosos usos en medicina tradicional.

13. Gualda (*Reseda luteola* L., Resedaceae)

Planta ruderal, herbácea, anual, menor de 150 cm, de tallos ramosos y hojas alternas, enteras, lineares, angostas y elípticas. La flor es zigomorfa de color amarillo verdoso, y se presenta agrupada en largos racimos.

Es una planta de origen europeo que se introdujo a México durante la Colonia. De la flor y las hojas se extrae un colorante amarillo, muy apreciado en la industria textil. La semilla produce un aceite que se uso en el alumbrado público.

B. PLANTAS PRODUCTORAS DE TANINOS ↑

Los taninos son sustancias vegetales, inodoras, amargas y astringentes; constituyen un grupo heterogéneo de compuestos poliméricos polifenólicos, solubles en agua, alcohol y acetona, de peso molecular relativamente alto. Reaccionan con el cloruro férrico y otras sales y se oxidan al contacto con el aire.

Los taninos se producen en la corteza, frutos, hojas, raíces y semillas de una gran variedad de vegetales; se originan como resultado de las funciones fisiológicas de las plantas y como respuesta al ataque de insectos. Ayudan a la cicatrización de heridas en la corteza, evitan la descomposición de la planta e intervienen en la formación de ciertos pigmentos; aparentemente tienen una función de defensa en las plantas para evitar ser consumidas.

De acuerdo a su origen químico, los taninos se subdividen en: condensables o no hidralizables e hidrolizables. Los primeros se consideran polímeros de flavanoles, cuyas moléculas son muy resistentes a la ruptura y su estructura está relacionada con los flavonoides; los segundos están constituidos por monosacáridos (especialmente glucosa), esterificados en una o varias posiciones, con ácido gálico o ácidos parecidos como el m-didálico y el elágico. Los taninos hidrolizables se sintetizan principalmente en los cloroplastos, paredes celulares y espacios intercelulares.

Los taninos son de interés económico debido a su astringencia, es decir, su capacidad de unirse mediante enlaces de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas a las proteínas, como por ejemplo, a la gelatina de la piel de los animales, que produce una sustancia insoluble, fuerte, flexible y resistente, llamada cuero.

Los taninos se usan en la curtiduría de pieles, el uso más antiguo que se conoce de ellos (1,000 años a.n.e.) en la fabricación de tintes; al mezclarse con sales de Fe producen un colorante que se utiliza como base para tintes. Se emplean, también, en farmacéutica, en la preparación de alimentos, en la maduración de frutos, clarificación de vinos, en la industria química, en la elaboración de pinturas y adhesivos para madera. No obstante sus múltiples usos, el mercado de los taninos naturales es reducido, ya que los han sustituido sustancias sintéticas; sin embargo, la tendencia de consumir alimentos más sanos y de utilizar sustancias menos contaminantes, constituyen una excelente oportunidad para estos productos. Se comercializan en tres presentaciones: líquida, que contiene del 25 al 45 % de taninos; sólida, con un contenido de 45 a 65 % de taninos; en polvo de 55 al 70 %.

El castaño en Estados Unidos, el quebracho en Argentina y Paraguay, son las fuentes de taninos más notables, aunque existen al menos 500 especies identificadas como productoras de estas sustancias. Fabaceae, Fagaceae, Rosaceae, Polygonaceae, Myrtaceae, Rhizophoraceae, Pinaceae son familias de gran importancia en la producción de taninos.

1. Cortezas Productoras de Tanino

a. Pinabete (*Tsuga canadensis* (L.) Carrière, Pinaceae)

El pinabete oriental o abeto del Canadá fue la fuente de tanino más importante de los Estados Unidos, hasta que se pusieron en práctica los procedimientos de extracción de la madera del castaño. Los centros de distribución estaban en Pennsylvania y Wisconsin. Para la extracción se empleaban métodos rudimentarios; a menudo se descortezaban los árboles y se les dejaba pudrir. La corteza contiene del 8 al 14 % de tanino, que se extrae fácilmente después de hacer astillas la corteza. El tanino se utiliza solo o mezclado, principalmente para cueros pesados. Actualmente pueden adquirirse extractos con un contenido tánico de hasta 30 %. En años recientes se ha prestado atención al pinabete del oeste (*Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg.), que promete ser una de las principales reservas del futuro.

b. Encino (*Quercus* spp., Fagaceae)

La corteza de diversas especies de encino o roble se ha utilizado mucho como fuente de tanino. Las tenerías de la época colonial utilizaban la corteza del roble para curtir las pieles; las pieles se colocaban en agujeros hechos en el suelo, se cubrían con la corteza de roble y se les dejaba ahí por espacio de seis meses o más. Entre las especies más empleadas están *Quercus montana* Willd., que es el encino americano más importante; abunda en la región de Los Apalaches, donde se han establecido muchas tenerías. Su extracto contiene del 26 al 30 % de tanino, que se usa para tratar cueros duros. El roble de California (*Lithocarpus densiflorus* (Hook. & Arn.) Rehder) se utiliza en las tenerías desde 1950, debido a que tiene un 29 % de contenido tánico.

c. Mangle rojo (*Rhizophora mangle* L., Rhizophoraceae)

Todos los mangles contienen taninos, sin embargo, el mangle rojo es la fuente principal. Este árbol abunda en las marismas tropicales de ambos hemisferios, en las zonas de grandes mareas. La corteza del mangle, que es muy dura y pesada, contiene de 22 a 23 % de tanino. Las hojas también contienen algo de tanino. El extracto de esta corteza es el material curtiente más barato, aunque raras veces se usa solo, porque da un color poco atractivo

a la piel. Para extraerlo, se transporta la corteza a unos depósitos centrales y se deja secar al aire por varias semanas; luego se pulveriza y envía directamente a las tenerías, pero con más frecuencia se transporta a fábricas locales de extracción, donde se hierve en extractores de cobre. El líquido resultante se evapora hasta formar un sólido rojo oscuro, que contiene del 55 al 58 % del tanino. El extracto se exporta principalmente a Estados Unidos, el mayor consumidor mundial de taninos. La producción más alta se genera en las Indias Orientales, Africa Oriental y Centroamérica.

d. Acacia (*Acacia* spp., Fabaceae)

La corteza de la acacia se utiliza principalmente en Inglaterra y Estados Unidos. Se obtiene de varias especies, sobre todo de *Acacia decurrens* Wild. y *Acacia pycnantha* Benth. La corteza se arranca manualmente, cuando el árbol tiene de 5 a 15 años. Esta corteza contiene 50 % de tanino, y puede usarse directamente en forma de polvo seco o como extracto, suele emplearse para curtir los cueros blandos. La corteza tiene un gran porvenir en las zonas tropicales, como una fuente cultivada. Los huizaches, muy comunes en los lugares secos de México, son una fuente potencial de tanino.

2. Maderas Productoras de Tanino

a. Castaño (*Castanea dentata* (Marshall) Borkh., Fagaceae)

El castaño es la especie nativa que más aprovecha en los Estados Unidos, para producción de tanino. El tanino se extrae a altas temperaturas a partir de astillas de madera; la solución resultante se purifica, filtra y evapora, el producto final contiene un 30 a 40 % de tanino. El castaño se usa para curtir los cueros duros y representa la mitad de este material que se produce en los Estados Unidos. En Europa se utiliza la madera de *Castanea sativa* Mill.

b. Quebracho (*Schinopsis quebracho-colorado* (Schltdl.) F.A.Barkley et T. Mey., Anacardiaceae)

El quebracho es el duramen de dos grandes árboles sudamericanos: *Schinopsis quebracho-colorado* y *Schinopsis balansae* Engl. La palabra quebracho significa que rompe hachas, ya que es una de las maderas más duras que se conoce. El quebracho procede de las selvas abiertas de los ríos de Paraguay, Panamá y del norte de Argentina. Es la fuente de tanino más importante del mundo. Se utiliza en el comercio desde hace 50 años. Constituye más del 65 % de las materias curtientes que importan los Estados

Unidos.

Para extraer los taninos se astilla la madera y luego se cuece al vapor, en extractores de cobre, hasta que la solución alcanza un contenido tánico del 40 al 60 %. Es uno de los curtientes de acción más rápida; se usa solo o combinado con otras materias, para toda clase de cueros, especialmente para los de suela, a los que proporciona extraordinaria duración.

3. Hojas productoras de taninos

a. Zumaque siciliano (*Rhus coriaria* L., Anacardiaceae)

El zumaque es un arbusto caducifolio que se emplea tanto en los Estados Unidos como en Europa. Las hojas contienen de 25 a 35 % de tanino, lo que proporciona a la piel tratada un color pálido y una textura suave. En su mayor parte, se produce industrialmente en Sicilia y el sur de Italia.

b. Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb., Rubiaceae)

El gambir o catecú blanco es un extracto resinoso de las hojas del gambir, una enredadera propia de la zona Malaya y de las Indias Orientales. Los arbustos se cortan o se podan varias veces al año; sus resinas contienen de un 35 a un 40 % de tanino, que se extrae al hervir las hojas en agua. Se usa para materias colorantes, gomas de masticar y medicina, así como agentes de curtir para toda clase de cueros. Las importaciones a los Estados Unidos suman varios miles de toneladas al año.

La especie de gambir que crece en el Ecuador y otras partes de Sudamérica, proporciona un tanino de mejor calidad que el de India; el color y la textura que proporciona al cuero también es superior; llegó a ser el curtiente más exportado a Europa, antes del aprovechamiento del quebracho y del advenimiento del curtido al cromo.

4. Frutos Productores de Taninos

a. Mirobálano índico (*Terminalia chebula* Retz.) y *Terminalia bellirica* (Gaertn. Roxb., Combretaceae)

Las nueces de mirobálano son los frutos inmaduros de dos especies arbóreas de India. Las nueces de estas especies tienen un contenido tánico de 30 a 40 %. Si el extracto se utiliza solo, proporciona un cuero esponjoso de color amarillento, pero da mejores resultados combinado con otros materiales. Se utilizan en el curtido de pieles de becerro, cabra, cordero y para cuero de suela.

b. Divi-divi (*Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd., Fabaceae)

Es un árbol pequeño de América tropical, de cuyo fruto se extrae el tanino divi-divi. Las vainas, que contienen el 50 % de tanino, se recogen de los árboles silvestres para someterlas a extracción con agua caliente. Este tanino le da al cuero un color amarillento. La mayor parte de la producción se exporta a Europa, y sólo algunas toneladas se envían a los Estados Unidos.

c. Tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz, Fabaceae)

Es un árbol de la América tropical que se aprovecha en el Perú; sus vainas tienen un alto contenido de tanino (53 % galatanino, 9.5 % ácido gálico, 6.9 % elagitanino). El tanino de tara contiene escasa sustancia colorante por lo que da al cuero un color muy claro, gran resistencia a la luz, y textura firme y flexible. Mezclado, se utiliza en pieles de camello, cabra y reptiles. Perú exporta alrededor de 5,000 ton anuales de tanino.

Cuadro 1. Otras especies productoras de taninos no descritas en este trabajo

Nombre	Especie	Origen morfológico	Lugar de producción	Tipo de cuero y color
Frutos				
Algarrobilla	<i>Balsamorhiza hirsuta</i> D.Clos	Alto contenido tánico	Chile	Mezclado con otras menos concentradas
Bálano	<i>Quercus macrolepis</i> Kotschy	45 % tanino	Asia menor y Archipiélago griego	Mezclado con otras menos concentradas
Raíces				
Caña agria	<i>Rumex hymenosepalus</i> Torr.	30 % tanino	Sur de E.U.y México	Cuero recio y color anaranjado brillante
Palmito	<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult	10 % tanino		

C. USO DE LOS TANINOS EN MEDICINA ↑

En medicina, los taninos se prescriben como astringentes. Su propiedad para coagular la albúmina de las mucosas y de los tejidos, crea una capa aislante y protectora que reduce la irritación y el dolor. Externamente, los preparados a base de drogas ricas en taninos, como las decocciones, se

emplean para detener pequeñas hemorragias locales; en inflamaciones de la cavidad bucal, catarros, bronquitis, quemaduras, hemorroides, varices, etc. Ingeridos, son útiles contra la diarrea, enfriamiento intestinal, afecciones vesiculares, y como contraveneno en caso de intoxicación por alcaloides vegetales. También son útiles como tratamiento para la dermatosis, y como contraveneno para metales pesados y alcaloides.

Se ha encontrado que los taninos muestran toxicidad diferencial hacia las larvas acuáticas de dípteros, lo cual puede convertirlos en agentes para apoyar el manejo integral de plagas como los mosquitos.

En los últimos años, los taninos han recibido mucha atención por su habilidad antioxidante, lo cual los convierte en potenciales agentes antiinflamatorios y anticáncer. Entre los compuestos reportados con esta habilidad se encuentran la punicalina y punicalina de *Terminalia catappa* L. (Lin *et al.*, 2001), las eucarpaninas y elaeagnatinas de especies de la familia Myrtaceae y Elaeagnaceae, las cuales inducen la eliminación diferencial de células tumorales, así como las leucoantocianinas, OPC y picnogenoles de *Vitis vinifera* L.

D. USO DE LOS TANINOS EN ALIMENTACIÓN ↑

Los taninos propician el característico sabor astringente a los vinos tintos (de cuyo bouquet son, en parte, responsables), al té, al café o al cacao. Las propiedades de precipitación de los taninos se utilizan para limpiar o clarear vinos y cerveza.

En exceso (más de 100 mg diarios) los taninos ocasionan perjuicios al organismo humano y animal, dado que inhiben el proceso de degradación de proteínas y los glúcidos en aminoácidos y glucosa, por lo que hacen la absorción de nutrientes muy deficiente.

E. APROVECHAMIENTO DE LOS TANINOS EN MÉXICO ↑

Debido a que los taninos son un producto forestal no maderable no existen suficientes estadísticas, ni información bastante sobre su aprovechamiento, el cual está regulado por la NOM 005- SEMARNAT-1997. De acuerdo a SEMARNAT, este es un aprovechamiento extensivo que se realiza principalmente por intermediarios, quienes compran la corteza por volúmenes y la trasladan a centros de acopio para su procesamiento. Según la misma fuente, una hectárea de encino proporciona 2,400 ton/año de tanino puro. En relación a las técnicas que se utilizan para la extracción, existe una muy rudimentaria que se realiza a nivel rural, y otras que se

efectúan a nivel industrial. Todos los procedimientos constan de cinco etapas: molienda, extracción, filtrado, decoloración y evaporación.

Algunas especies con uso actual o potencial para la extracción de taninos, que se desarrollan en bosques de pino, encino y pino-encino de acuerdo a la SEMARNAT, son:

Familia	Especie
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. et Cham.) Benth. <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. <i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze. <i>Lysiloma acapulcensis</i> Benth.
Fagaceae	<i>Quercus conspersa</i> Benth <i>Quercus obtusata</i> H. et B <i>Quercus sororia</i> Liebm.
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> sbsp. <i>arguta</i> (Schlecht) Furlow HBK. <i>Alnus jorullensis</i> Kunth. Ericaceae <i>Arbutus xalapensis</i> HBK. Rosaceae <i>Potentilla candicans</i> Humb et Bonpl.

A las anteriores, se pueden agregar las siguientes especies de las zonas áridas, como posibles fuentes productoras de taninos:

Familia	Especie
Fabaceae	<i>Acacia coulteri</i> A.Gray <i>Acacia rigidula</i> Benth. <i>Acacia wrightii</i> Benth. <i>Acacia constricta</i> Benth. <i>Acacia farnesiana</i> (L.) <i>Acacia berlandieri</i> Benth. <i>Acacia roemeriana</i> Scheele <i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M. C. Johnst. <i>Prosopis juliflora</i> Sw (DC) <i>Prosopis glandulosa</i> Torr.

LITERATURA CITADA ↑

1. ____Tipos de taninos y efectos biológicos. <http://www.botanical->

- online.com/col/manapuya12.htm, consultado el 28 de julio de 2006.
2. Appel, H.M. 1993. Phenolics in ecological interactions: the importance of oxidation. *Journal of Chemical Ecology* 19(7):1521-1552.
 3. Aschfalk A, Steingass H, Muller W, Drochner W. 2000. Acceptance and digestibility of some selected browse feeds with varying tannin content as supplements in sheep nutrition in west Africa. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.* 47:513-24.
 4. Ayres, M.P., T.P. Clausen, S.F. MacLean Jr., A.M. Redman, P.B. Reichardt. 1997. Diversity of structure and antiherbivore activity in condensed tannins: *Ecology* 78(6):1696-1712.
 5. Bombardelli, E. and P. Morazzoni. 1995. *Vitis vinifera* L. *Fitoterapia* 66(4):291-317.
 6. Fuller, H. J., Z. B. Carothers, W. W. Payne. 1974. *Botánica*. Quinta Edición. Editorial Interamericana
 7. Grundhofer, P. and G.G. Gross. 2001. Immunocytochemical studies on the origin and deposition sites of hydrolyzable tannins. *Plant Sci.* 160(5):987-995.
 8. Hill A. F. *Botánica Económica*. 1965. Segunda Edición, Ediciones Omega Scheay. *Botánica Económica*.
 9. King D, Fian MZ, Ejeta G, Asem EK, Adeola O. 2000. The effects of tannins on nutrient utilisation in the White Pekin duck. *Br. Poult. Sci.* 41(5):630-639.
 10. Lin, C.C., Y.F. Hsu, and T.C. Lin. 2001. Antioxidant and free radical scavenging effects of the tannins of *Terminalia catappa* L. *Anticancer Res.* 21(1A):237-243.
 11. Martinez, B., F. Rincón, M.V. Ibáñez. 2000. Optimization of tannin extraction from infant foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(6):2097-2100.
 12. Pautou MP, Rey D, David JP, Meyran JC. 2000. Toxicity of vegetable tannins on crustacea associated with alpine mosquito breeding sites. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 47(3):323-32.
 13. PROCYMAF Colorantes y Taninos. <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/taninos.html>, consultado el 28 de julio de 2006.
 14. Tara (*Caesalpinia spinosa*). <http://taninos.tripod.com>, consultado el 28

de julio de 2006

15. Venugopal KJ, Janarthanan S, Ignacimuthu S. 2000. Resistance of legume seeds to the bruchid, *Callosobruchus maculatus*: metabolites relationship. *Indian J. Experimental Biology* 38(5): 471-476.
16. Yoshida T, Hatano T, Ito H. 2000. Chemistry and function of vegetable polyphenols with high molecular weights. *Biofactors* 13(1-4):121-1

G. PLANTAS PRODUCTORAS DE EXUDADOS VEGETALES ↑

Como resultado de su metabolismo, casi todas las células vegetales producen sustancias que cumplen diversas funciones en las plantas. Estas sustancias reciben el nombre de secreciones o exudados; algunas de ellas son de gran interés económico por sus usos como materia prima para la fabricación de diversos productos o como ingredientes en la industria farmacéutica, química, de alimentos, cosmetológica, etc. Las secreciones se obtienen por exudación a través de aberturas naturales o por incisiones en la corteza.

La naturaleza química de estas sustancias es muy diversa y compleja lo que les confiere propiedades específicas, de acuerdo a su naturaleza. Los grupos de exudados vegetales de mayor importancia económica son: látex, gomas, resinas, gomorresinas, oleorresinas y ceras

El látex es una emulsión de aspecto lechoso que coagula en contacto con el aire. Contiene proteínas, alcaloides, almidones, azúcares, aceites, taninos, resinas y gomas. Por lo regular es de color blanco, pero en algunas plantas puede ser de color amarillo, naranja o escarlata.

En ciertas familias botánicas como la *Papaveraceae*, el látex se forma en el meristemo de tallos y raíces; las paredes de estas células se disuelven y forman unos tubos continuos llamados vasos laticíferos. En otras, el proceso es totalmente distinto: durante el desarrollo de la plántula, las células productoras de látex se diferencian, y conforme la planta crece, el sistema laticífero se ramifica y extiende a toda la planta. Su utilidad es incierta, pero es posible que ayude en la cicatrización de las heridas y constituya un almacén de materias nutritivas. El látex se encuentra principalmente en familias como *Euphorbiaceae*, *Moraceae*, *Apocynaceae*, *Sapotaceae*, *Asteraceae* y *Asclepiadaceae*. Entre los principales productos del látex están: el caucho, el chicle y el opio.

Las gomas son inodoras, insípidas y algunas pueden ser solubles en agua, con la que forman una materia mucilaginosa, y otras semisolubles. Arden sin fundirse y sin producir olor.

Las resinas son secreciones endurecidas que se extraen de la savia, o son de origen fósil, como el ámbar. Son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos y tienen olor fuerte; son malas conductoras de calor y electricidad, pues se electrizan negativamente. Se reblandecen con el calor e, incluso, pueden fundirse; al arder producen una llama fuliginosa (de color oscuro o negra). Algunas resinas son transparentes, otras de color amarillo o rojo pardo. Las principales fuentes de resinas comerciales son plantas de las familias Pinaceae, Fabaceae y Dipterocarpaceae.

Las gomorresinas están constituidas por una mezcla en proporciones variables de goma y resina, y son parcialmente solubles en agua. Por lo regular tienen olor y sabor fuerte y penetrante, muy característico.

Las oleorresinas están compuestas por aceites esenciales y resinas; tienden a cristalizar cuando se almacenan por largos períodos o son afectadas por cambios de temperatura. Recuperan su estado natural sometiéndolas a baño maría. El aceite de las oleorresinas es un líquido incoloro, aceitoso, de olor fuerte y sabor picante y desagradable, que mezclado con ácido sulfúrico y destilado, produce terebento.

Los bálsamos son un tipo de oleorresinas con un alto contenido de compuestos benzoicos o cinámicos.

Las ceras son compuestos sólidos que pueden ser de origen animal o vegetal; son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, muy sensibles a los cambios de temperatura.

Se describen las plantas de mayor importancia comercial en la producción de exudados y los productos que de ellas se obtienen.

1. Plantas Productoras de Látex

a. Arbol del caucho o caucho del para (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg., Euphorbiaceae)

Es un árbol monoico, de tronco recto, regularmente de 15 a 18 m de altura, pero logra alcanzar hasta 25 m. Las hojas son de color verde oscuro brillante, compuestas, palmadas, con pecíolo largo y tres hojuelas elípticas. Las flores son de color verde claro; el fruto, una cápsula dura del tamaño de un huevo, que contiene tres semillas parduscas de más de 2 cm; cuando la cápsula madura, se abre y expulsa la semilla hasta 30 m de distancia; el látex es de color blanco o amarillo.

Propio de Sudamérica, crece en estado silvestre y es adaptable a cultivo. Se

encuentra en Bolivia, Perú, Colombia, las Guayanas y en los estados brasileños de Matto Grosso y Maranhao. Donde mejor se desarrollan los árboles de caucho es en la zona comprendida entre los 10 grados de latitud Norte y Sur. Esta zona presenta clima cálido, lluvias copiosas y un mantillo vegetal rico y profundo.

El árbol del caucho produce una sustancia sólida, elástica, pegajosa, repelente al agua y de gran resistencia eléctrica. El caucho se obtiene haciendo una incisión diagonal, en ángulo, en el tronco del árbol; el corte se hace en la tercera parte o la mitad del diámetro; cada día se realiza un nuevo corte; cuando el último llega a la base del árbol, se deja que la corteza se renueve. Un mismo árbol puede aprovecharse durante diez o doce años. La cosecha varía de 450 kg/ha a poco más de 2 ton/ha, en plantaciones de alto rendimiento.

El caucho silvestre se reproduce por sí mismo, pero hay productores que plantan los árboles con éxito. En algunas plantaciones se hacen cruces con el fin de obtener árboles más productivos y caucho de mejor calidad. Actualmente se utilizan cepas de plantas que se injertan en troncos de clones de linajes seleccionados por su producción elevada.

Debido a sus propiedades de elasticidad, resistencia al agua y aislante eléctrico, el caucho tiene un sin fin de usos, como la fabricación de mangueras, llantas, rodillos para una diversidad de usos, amortiguadores, globos, colchones, ropa impermeable, materiales aislantes, etc. No obstante, se ha sustituido, en gran medida, por el hule sintético. Los principales países productores de caucho natural son: Malasia, Tailandia, China e India.

b. Arbol del Hule o Caucho Panamá (*Castilla elastica* Sessé, Moraceae)

Arbol caducifolio o perennifolio; tronco recto de 20 a 50 m de alto y 60 cm de diámetro; corteza lisa o ligeramente fisurada, con abundantes lenticelas. La corteza interna es de color crema o amarillento fibrosa con exudado blanco o cremoso muy abundante; copa abierta y piramidal; ramas horizontales, gruesas y vellosas; hojas alternas simples, de 20 a 45 cm, de color verde, pelos gruesos en el haz y sedosos en el envés, oblongas, con margen ondulado. Es una planta monoica, con las flores masculinas generalmente en racimos de cuatro, en los receptáculos axilares de las hojas; las flores femeninas en racimos solitarios, en un receptáculo sésil. El fruto es una drupa de forma cónica de color bermellón jugoso y sabor ligeramente agrio con una a dos semillas.

Se distribuye de México a Ecuador, Bolivia y Brasil; tiende a desarrollarse en ambientes más secos que la *Hevea*. En México crece en los estados de Campeche, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Yucatán.

El árbol del hule fue la principal fuente de hule en México y Centroamérica; actualmente su uso se ha reducido debido al reemplazo de caucho sintético y a la explotación de la *Hevea* brasileña. El hule de esta planta se emplea para fabricar pelotas, baquetas para marimba, guantes, impermeables, adhesivo, pinturas e impermeabilizantes. El látex se extrae mediante incisiones en la corteza. Un árbol de tamaño mediano produce casi dos litros de látex por picada, la cual debe efectuarse cada año.

c. Guayule (*Parthenium argentatum* Gray., Asteraceae)

Planta perenne, de 60 a 100 cm, de crecimiento lento; tiene hojas de color gris y flores en pequeños capítulos; es una apomíctica facultativa (produce semillas formadas sexual y asexualmente en la misma planta), nativa del Desierto Chihuahuense; se distribuye en el norte de México y el sur de Estados Unidos.

El látex se produce en las células de todos los tejidos, especialmente en los radios del xilema y floema del tallo y la raíz. Para extraer el látex, se corta toda la planta de 2 a 3 años de desarrollo, se muele y se mezcla con solventes orgánicos. Otra técnica consiste en macerar y triturar la planta, que se pone a remojar en agua; el caucho que flota en el agua se separa y prensa, para luego enviarlo a refinerías donde se purifica. Puesto que el caucho de guayule crudo es susceptible de oxidación, en mayor grado que el caucho bruto de *Hevea*, se le añade un antixiodante. El 4,4'-diaminofenilmetano es un antioxidante eficaz.

El porcentaje de caucho que se obtiene varía del 4 hasta el 12 % del peso seco de la planta. La producción está influida por la temperatura y la precipitación, al parecer la producción es mayor en la época fría y seca del año. El caucho de guayule es químicamente idéntico al del *Hevea*, como polímero cis del isopreno, pero su peso molecular es algo menor y el porcentaje de impurezas es mayor. A diferencia del látex de *Hevea* que provoca reacciones alérgicas en algunas personas, el látex de guayule es hipoalergénico. Además de caucho, el guayule contiene una serie de resinas con potencial industrial que podrían ser utilizadas como conservadores de

maderas, pesticidas y plastificantes. El aprovechamiento de esta planta está regulado por la Norma Oficial Mexicana 009-SEMARNAT-1996.

d. Hule (*Ficus elastica* Roxb. ex Hornem, Moraceae)

Es un árbol perennifolio de tamaño grande; hojas grandes de color verde oscuro brillante, simples, alternas y envueltas en estipulas cuando nacen. Nativo de la península de Malaca y el Archipiélago Malayo, fue muy usado en la extracción de látex para producir caucho, antes de la explotación de *Hevea brasiliensis*. Hoy es una planta ornamental tanto de interiores como de exteriores si el clima lo permite.

e. Manicoba, caucho de Ceará (*Manihot glaziovii* M. Arg., *Manihot heptaphylla* Ule., *Manihot piauhyensis* Ule, Euphorbiaceae)

Arbol de mediana altura, de hojas alternas, lobadas, palmadas, flores insignificantes monoicas y cápsulas fructíferas parecidas a las de *Hevea*. Originario de Brasil, de donde se difundió a Sri Lanka, Madagascar, Java, Zanzíbar, Jamaica y otros lugares donde otras especies productoras de caucho no son aptas. Su rendimiento es menor que el de *Castilla* o *Hevea*, crecen en zonas más secas que la *Hevea*. El látex de esta planta es viscoso y fluye lentamente, se encuentra en la corteza interior. Al árbol se le practica sangrado en V, un método llamado espina de arenque, o se le hace un agujero en la raíz, para que el látex caiga en polvo.

f. Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez, Apocynaceae)

Es un árbol pequeño, 5 a 6 m rara vez llega a los 15 m de altura, crecimiento lento, tronco nudoso y retorcido, a veces ligeramente recto, corteza suberosa y arrugada. Ramas colgantes, bien conformadas. Copa amplia, hojas opuestas simples, enteras y de corteza blanda, las flores son atractivas blancas y fragantes. El fruto es una baya elipsoidal o redondeada de 2.5 a 6 cm de color amarillo con manchas o estrías rojas. La pulpa es suave y acidulada. Contiene de dos a 15 semillas. Nativa del Brasil, se distribuye hasta Paraguay.

Toda la planta contiene látex con una densidad de 0.908, útil para fabricación de caucho. Durante la segunda guerra mundial la mangabeira fue una importante fuente de caucho para sustituir al de *Hevea* que se escaseo.

La planta puede producir un litro o más de látex en dos horas de sangría (360 litros/mes) y puede sangrarse dos o tres veces al año, aunque el caucho es de menor calidad que el de la *Hevea*. Para el sangrado se hacen raspaduras en forma de V inclinadas, o en espiga. El látex se coagula por medio de cocción

por combinación de sal y alumbre, o bien por medio de fermentación. Se recomienda que el coágulo se preme para quitar el exceso de agua. Actualmente el uso principal de esta planta es el fruto que se consume fresco o en helados, jugos, dulces, mermeladas, vino y vinagre.

g. Landolphia o caucho de Madagascar (*Landolphia heudelotii* A.DC., Apocynaceae)

Son lianas leñosas o arbustos de forma irregular, las flores son blancas y perfumadas, el fruto es una baya. Es una planta nativa de África ecuatorial, se le encuentra en Gabón, Guinea, Gambia y Madagascar.

Todas las plantas del género *Landolphia* contienen látex que exudan cuando la corteza joven o el fruto inmaduro se hieren. Para extraerlo se cortan las plantas a nivel del suelo o se arrancan y se trozan para luego recoger el látex exudado. El látex se coagula en calor, por fermentación o utilizando ácidos.

h. Caucho palay (*Cryptostegia grandiflora* (Roxb. ex R.Br.) R.Br. y *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Dcne., Asclepiadaceae)

Son enredaderas de crecimiento rápido, con flores grandes y vistosas de color blanco a lila.

Es una planta originaria de Madagascar y ampliamente cultivada en los trópicos como ornamental. *Cryptostegia grandiflora* se introdujo a Baja California mostrando un comportamiento agresivo desplazando flora nativa y consumiendo una gran cantidad de agua. Produce un látex de mala calidad, para recolectarlo se cortan los ápices de los tallos en crecimiento.

i. Arbol del chicle, chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen, Sapotaceae)

Es un árbol perennifolio, de crecimiento lento, de hasta 45 m con un diámetro de hasta 1.25 m tronco liso, propio de la selva lluviosa. Tronco recto, la corteza externa muy fisurada, suberosa; la interna es de color crema rosado, fibrosa y con un abundante exudado lechoso blanco y pegajoso. La copa es amplia y densa. Las hojas son elípticas a oblongas, simples alternas, glabras. Es una planta hermafrodita, las flores son solitarias axilares, actinomorfas perfumadas. El fruto es una baya de 5 a 10 cm, de color oscuro, la pulpa es suave, carnosa dulce y jugosa. Cuando inmaduro, contiene algo de látex. Originario de Mesoamérica, se distribuye desde el sur de México hasta Venezuela.

El látex se obtiene al hacer incisiones en forma de zigzag en el tronco del árbol. Durante la cosecha, el chiclero asciende por el tronco

aproximadamente 8 m y de allí comienza a hacer las incisiones; el látex que escurre, se colecta en un recipiente. El árbol sangrado, se debe de dejar descansar de 2 a 7 años antes de una nueva sangría. Del sangrado se pueden obtener de 2 a 10 kg de látex, aunque existen árboles que producen más; la mayor cantidad de secreción se obtiene por la mañana; la mayor producción, durante la época de lluvia.

Este látex contiene de 20 a 40 % de una goma suave, que se usa en la fabricación de adhesivos y como materia prima para elaborar goma de mascar. Para procesarlo, el látex se cuece en calderos y no se deja de mover; luego se moldea a mano, en maquetas de 10 kg. Se coloca en recipientes con agua y jabón, donde se seca, para luego mandarlo a las fábricas de chicle. Este proceso de cocción es delicado, ya que es necesario retirar el chicle cuando contiene un 33 % de humedad. Un árbol produce, aproximadamente, 3 kg de chicle crudo. Cada 7 kg de chicle procesado produce unas 5,000 piezas de goma de mascar.

Al chicle se le atribuyen efectos benéficos para la salud, además de que estimula la secreción de saliva y atenúa la tensión nerviosa. Actualmente, su explotación ha disminuido debido a que el producto natural se ha sustituido por un plástico neutro: el acetato de polivinilo. A pesar de este hecho, las gomas de mayor calidad siguen usando chicle natural, con lo que persiste una demanda suficiente de este producto, de manera que una porción de los bosques tropicales de México (la Península de Yucatán), Guatemala y Belice aún se aprovecha para obtener este producto.

Otras fuentes de goma de chicle, además de *Manilkara zapota* son *Couma rigida* Müll. Arg. (15 % hule), *Macoubea guianensis* Aublet (5 % de hule), *Lacmellea panamensis* (Woodson) Markgraf (7 % de hule), *Lacmellea lactescens* (Kuhlmann) Monachino (hule que huele a vainilla) y *Brosimum gaudichaudii* Trec. (goma de mascar natural). Además de ser productoras de goma de mascar, estas especies tienen otros usos; algunas son apreciadas por la calidad de sus maderas. En el caso del árbol del chicle, otro producto es su fruto, que se consume fresco y se emplea en la elaboración de jarabes y mermeladas. El látex también se usa en la fabricación de adhesivos.

2. Plantas Productoras de gomas

a. Gutapercha (*Palaquium gutta* (Hook.) Baill., Sapotaceae)

Arbol malayo de hasta 25 m de alto que ahora se encuentra diseminado por todo el oriente, es la principal fuente de gutapercha, una goma translúcida, flexible e insoluble en agua, se utiliza como impermeabilizante,

aislante de conductores de cables eléctricos, en la fabricación de equipo clínico, y en odontología para obturar conductos radiculares de los dientes. A principios del siglo pasado, el aprovechamiento de gutapercha constituía uno de los principales productos forestales de Malasia, hoy su explotación es insignificante. Para obtener el látex, se tira el árbol y se le hacen incisiones; el látex se coagula y se pone a reposar para luego lavarlo y purificarlo. Caliente, se puede producir en hilos finos. Se usa mucho para recubrir cables submarinos.

b. Kullu, goma karaya (*Sterculia urens* Roxb., Sterculiaceae)

Es un exudado de *Sterculia urens*, árbol nativo de India Central; debido a la destrucción de este árbol, su explotación estuvo prohibida hasta 1995. Un árbol produce de 5 a 25 kg de una goma de excelente calidad; la extracción se realiza durante el verano. Químicamente, la goma es un polímero de L-ramosa, D-galactosa y D-galacurónico, de las menos solubles en agua que, por el contrario, la absorbe en grandes cantidades. Se usa en tratamientos de obesidad, ya que en el intestino produce un bolo que provoca sensación de saciedad, lo mismo que como laxante mecánico. En la industria se utiliza en la producción de helados (previene la formación de grandes cristales), de salsa para ensaladas, para estabilizar refrescos, como base para goma de mascar y como adhesivos en alimentos. También se emplea en la industria farmacéutica, de cosméticos, de papel, textil.

c. Hashab, goma arábica (*Acacia senegal* (L.) Willd., Fabaceae)

Es un árbol o arbusto de 2 a 15 m de altura, corteza del tronco de color amarillento a gris, textura áspera o lisa, muy delgada, exfoliante, hojas en pares. Flores en espigas de color blanquecino o blanco amarillento, ligeramente perfumadas. Se distribuye desde Sudáfrica hasta Sudán, Pakistán, India y Arabia.

La goma, de color ámbar, brota de manera natural sobre las grietas de la corteza de los árboles, aunque para incrementar su producción se hacen cortes en el tronco. El exudado producido se colecta entre 3 y 6 semanas después. La producción de goma por árbol fluctúa de 1 a 5 kg, de junio a octubre (la estación seca). La goma obtenida se clasifica por su color y pureza; la de mayor calidad es la de colores claros.

La goma arábica es una mezcla compleja de polisacáridos y proteínas que contiene D-galactosa, L-arabinosa, L-ramnosa y algunos ácidos como el D glucorónico. Es muy soluble en agua. Se utiliza desde hace 4,500 años. Entre otros usos se emplea como emulsificante, estabilizante de suspensiones,

particularmente de bebidas refrescantes, para fijar aromas, estabilizar espumas, clarificar vinos. Sudán abastece, aproximadamente, el 60 % del mercado. Es un producto de precio sumamente variable, debido a que su producción es muy inestable por la sequía y las condiciones políticas de la región donde se produce.

d. Goma brea (*Cercidium praecox* (Ruíz López et Pavón) Harms, Fabaceae)

Las Goma brea son plantas espinosas, de porte arbustivo o arbóreo que miden entre 3 y 8 m; el tronco es de corteza lisa, color verde, con un diámetro de 10 a 30 cm; florecen antes de producir hojas. *Cercidium praecox* se distribuye en el noreste de Argentina y se encuentra también en México.

Cuando se hiere la corteza de estos árboles, exudan una sustancia gomosa que posee cualidades semejantes a las de la goma arábiga. La goma se obtiene mediante cortes que se hacen en la corteza. La goma es de color amarillo rojizo, muy soluble en agua, insoluble en solventes orgánicos; está constituida por un polisacárido ácido formado por arabinosa, xilosa y ácido glucurónico. Como sustituto de la goma arábiga podría utilizarse en la industria alimentaria, de adhesivos y farmacéutica. Un uso potencial es su empleo en el proceso de microencapsulación para obtener micropartículas.

e. Goma de mezquite (*Prosopis* spp., Fabaceae)

El mezquite es una planta de porte arbustivo o arbóreo, de 2 a 12 m, aunque llega a medir hasta 15 m, con un diámetro a la altura del pecho, de 40 cm; el tronco corto y torcido, monopódico o ramificado desde la base. Copa amplia, follaje ralo. Hojas alternas, compuestas, bipinnadas, flores aromáticas de color amarillo, en forma de espigas; los frutos son vainas indehiscentes y las semillas son planas, rodeadas de una pulpa dulce. Sistema radicular muy desarrollado y profundo en zonas áridas. Existen 44 especies de *Prosopis* que se distribuyen en todo el continente americano, Asia y Africa. Argentina es el país con mayor número de especies (27); en México se encuentran por lo menos 10, que se distribuyen en todo el país, principalmente en lugares áridos.

El tronco exuda una resina translúcida de color ambarino, de consistencia gomosa que contiene ácido metoxiglucurónico, galactosa, arabinosa, 0.5 a 2 % de taninos y una fracción proteica. La resina tiene propiedades emulsificantes y estabilizantes. Su estructura primaria y sus propiedades emulsificantes son parecidas a la goma arábiga, por lo que podría ser un buen sustituto de ésta. Su contenido de taninos puede ser una limitante

para aplicarse en la industria alimenticia; sin embargo, existen dos circunstancias favorables para contrarrestar esta limitante: que esta goma cuenta, desde 1996, con la autorización de la Secretaría de Salud para su uso en alimentos después de pruebas toxicológicas y mutagénicas; que existe un método que disminuye la cantidad de taninos presentes en la goma.

Entre 2000 y 2004 se importaron casi 20,000 ton de goma arábica, con un valor de 17,823 dólares, por lo que la goma de mezquite tiene un buen nicho en el mercado nacional; sin embargo, antes de pensar en una producción a escala comercial (actualmente la producción es de aproximadamente 2 ton/año), es necesario resolver varias situaciones:

1. Obtener el reconocimiento de sustancia generalmente segura (GRAS) de la administración de alimentos y drogas de los Estados Unidos, para que se use alimentos, lo que le permitirá competir a nivel internacional con la goma arábica, única goma que cuenta con este reconocimiento.
2. Determinar la capacidad real de producción
3. Diseñar un sistema de clasificación y control de calidad
4. Establecer un sistema de precios.

Además del uso de la resina, el mezquite es un árbol multiusos: la madera se sirve para la elaboración de carbón y como leña; el fruto es comestible y de su fermentación se produce una bebida parecida a la cerveza; también se usa como forraje, es una planta melífera y de su corteza se extraen taninos.

f. Goma tragacanto (*Astragalus gummifer* Labillardiere, Fabaceae)

Arbusto caducifolio, cubierto de un fino vello de entre 0.5 a 2 mm, hojas paripinnadas, flores papilionáceas. Se distribuye desde Irán hasta Kurdistán y Armenia; desde Siria e Irak hasta Khorasán y Afganistán.

La goma de tragacanto se produce como respuesta a heridas de la planta, aunque a veces se obtiene incluso sin heridas. Para recolectar la goma de manera comercial, durante el verano se hacen incisiones a la corteza de tronco y ramas; la goma se cosecha 3 ó 4 días después en forma de copos o láminas. Otra forma de obtenerla es haciendo agujeros en el tronco, para que la goma salga en filamentos de grosor regular. El color de la goma varía de blanco a dorado; molida produce un polvo de color amarillo a blanco. La goma tragacanto es una mezcla de dos polisacáridos tragacantina (30 a 40 %) y basorina (60 a 70 %); cuanto menor sea el contenido de tragacantina, mayor es la calidad de la goma. Contiene además alrededor del 3 % de almidón, y del 3 al 4 % de sales minerales. Tiene propiedades

emulsificantes, aglutinantes y laxantes. Su uso se remonta a por lo menos 2,000 años. En la industria alimentaria se utiliza como espesante; en la industria farmacéutica, como estabilizante auxiliar; en la textil, en el estampado de tejidos, en la cosmética, en cremas y lociones. Irán es el principal productor de goma tragacanto.

3. Plantas Productoras de resinas

a. Copal (*Bursera* spp., Burseraceae)

Las plantas del género *Bursera* se encuentran tanto en zonas de climas áridos y semiáridos, como en zonas calientes y húmeda; en el país se distribuyen en los estados de Baja California, Michoacán, Guerrero, Colima, Oaxaca, Morelos y Puebla.

La corteza de *Bursera* exuda una resina conocida como copal de piedra o de goma, que en la época prehispánica se le llamaba sucio. El copal blanco o santo se obtiene por drenado del tronco, al que se le hacen cortes diagonales, para luego recolectar la resina en una penca de maguey. El copal lo usaron los aztecas para diversos fines: el humo lo empleaban para aliviar dolores de cabeza, enfermedades ocasionadas por el frío y la humedad, pequeños tumores y otras enfermedades; también lo aprovecharon como base de pegamento y para elaborar diversos objetos; sin embargo, su uso más común fue en ritos, en los cuales la resina se quemaba en braseros o sahumadores. A través del aromático humo blanco que desprende, los aztecas entablaban comunicación con sus dioses. El uso actual del copal sigue siendo ritual, especialmente en la Iglesia Católica.

b. Cuapinol, copal de América del sur (*Hymenaea courbaril* L., Fabaceae)

Arbol grande, muy atractivo, subcaducifolio, de 10 a 25 m de altura, a veces hasta de 40 m, tronco recto, ramas gruesas. La corteza externa es ligeramente escamosa a lisa, de color pardo grisáceo; la interna es de color rosado, fibrosa y de sabor astringente. La copa es redondeada y muy densa. Las hojas son alternas, compuestas por un par de foliolos. Es una planta hermafrodita, las flores se presentan en cimas densas, son de color blanco verdoso, perfumadas, de 3.5 cm de diámetro. El fruto es una vaina indehiscente, de pulpa comestible. La planta, que es nativa de México y Las Antillas, se distribuye desde el centro de México a Perú, Bolivia, Brasil, la Guyana Francesa; desde Cuba a Trinidad y Tobago. También se introdujo a Malasia y Java.

La base del tronco en ocasiones presenta una secreción de consistencia gomosa y color ambarino; esta resina, que también se produce en las ramas,

es blanquecina, transparente, brillante, de sabor parecido a la trementina y olor agradable al quemarse. Se utiliza como incienso y recibe diversos nombres: incienso de tierra, incienso de petapa, resina de cuapinole, goma animé de México, copal de Brasil o copal del Para, succino o ámbar del país. La resina que se obtiene de la corteza, pero particularmente la de las raíces, se emplea en la fabricación de barnices, tintas y linóleos; también se usa en el acabado de muebles. Todo el árbol es aprovechable: la madera en ebanistería, artesanía y en la fabricación de instrumentos musicales; el fruto se consume fresco, en bebidas, atoles o como dulce, y tiene algunas propiedades medicinales.

c. Copal de Manila. Copal de la India Oriental (*Agathis dammara* (Lamb.) Rich. et A. Rich., Araucariaceae)

Arbol de hasta 30 m de altura, corteza gruesa, escamosa de color grisáceo. Copa piramidal, ramas ligeramente colgantes. Hojas coriáceas, opuestas de forma oblonga y color verde oscuro. Planta monoica con flores masculinas en inflorescencias axilares y femeninas en conos; semillas pequeñas, aladas. Se encuentra en el este de Malasia. La resina de esta planta se puede obtener de la corteza, que es muy resinosa, o recolectarla en el suelo, en estado semifósil. La resina se emplea en la elaboración de barnices.

d. Copal del Congo (*Guibourtia demeusei* (Harms) J. Leonard, Fabaceae)

Esta leguminosa africana produce unas 20,000 ton anuales de resina que se recogen al herir el árbol. La madera del árbol, llamada bubinga, es sumamente apreciada para ebanistería e interiores. El copal del Congo se presenta en varios colores, formas y durezas; la variedad marfil blanco, del Congo es muy apreciada como material de arte.

e. Copal de Africa Oriental o copal de Zanzíbar (*Hymenaea verrucosa* Gaertn., Fabaceae)

Leguminosa que se desarrolla en Kenia y Tanzania; tiene una vaina pequeña y verrugosa que contiene 20 % de resina.

f. Resina kauri (*Agathis australis* Salisb., Araucariaceae)

El kauri es un árbol que llega alcanzar hasta 50 m de altura y un diámetro enorme, y puede vivir hasta 4,000 años; es de los árboles más altos y antiguos del planeta. El tronco es recto de corteza suave; cuando joven el árbol tiene forma cónica, con las ramas a lo largo de todo el tronco. Conforme incrementan altura y edad, las ramas inferiores van cayendo y el tronco da

la impresión de una enorme columna. La planta produce unos conos (estróbilos) parecidos a los de *Abies*, en ellos están guardadas las semillas aladas. El kauri es una planta endémica de Nueva Zelanda; llegó a estar al borde de la extinción, debido a su explotación excesiva para la producción de madera.

Produce una resina semifosilizada. Al paso del tiempo, la resina forma estalactitas y estalagmitas en las ramas y en el suelo, que al recolectarse se emplea para fabricar barnices, pintura y elaborar joyas; fue la primera resina que se utilizó para hacer linóleo.

g. Sangre de drago de India (*Daemonorops draco* (Willd.) Blume, Arecaceae)

Palmera pequeña de hojas pinnadas, con numerosas espinas de color oscuro, foliolos simples y alternos, y flores hermafroditas; el fruto es una pequeña baya escamosa, cubierta por una sustancia resinosa.

Esta planta produce una resina de color rojo que se obtiene también de plantas de otras familias botánicas. La resina pulverizada se obtiene del fruto maduro de diversas palmeras. La resina contiene draconina, dracoresinotaliol, dracorseno, dracoalbano, diversos ácidos y pigmentos antocianidínicos. Se emplea como colorante de lacas y barnices; tiene aplicaciones en fotograbado. Se le atribuyen propiedades astringentes y cicatrizantes.

4. Plantas Productoras de de Oleorresinas

a. Trementina

Pino (*Pinus* spp., Pinaceae)

Los pinos se encuentran entre las plantas forestales de mayor importancia comercial debido a que producen maderas prácticamente para cualquier uso por lo que su comercio es de gran magnitud, además de madera los pinos proporcionan productos no maderables entre ellos resinas y oleorresinas, que son producidas en mayor o menor cantidad por todas las especies de pinos, y que también tienen un gran valor comercial. Entre las especies que destacan en la producción de trementina una cotizada oleorresina están: *Pinus larix* (DC), *Pinus silvestris* L., *Pistacia terebinthus* L. (Anacardiaceae, Europa), *Pinus pinaster* Aiton, *Pinus palustris* Mill (Estados Unidos), *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl., *Pinus caribaea* Morelet (Honduras). En México las principales especies son: *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl., *Pinus leiophylla* Schltdl. et Cham., *Pinus lawsoni* Roezl, *Pinus teocote* Schltdl.

et Cham., *Pinus herrerae* Martínez, *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus montezumae* Lamb., *Pinus ponderosa* (Dougl.) Laws y *Pinus pringlei* Shaw. Los estados de Michoacán, Jalisco, México y Oaxaca concentran la actividad resinera del país, siendo Michoacán con poco más del 90 % el principal productor. Su aprovechamiento está regido por la Norma Oficial Mexicana 002-SEMARNAT-1996. En el entorno mundial China, Indonesia y Brasil dominan el mercado.

La trementina se encuentra principalmente en los canales de resina de la corteza interior y de la albura, es una sustancia incolora, de olor característico insoluble en agua, se oxida en presencia de luz, aire o calor. Contiene alfa y beta pineno, camfeno, terpenos monocíclicos, y alcoholes terpénicos. Se colecta durante todo el año, y se usan diversos métodos de resinación para obtenerla, los que por lo regular coinciden en herir el tronco para estimular la producción de resina, misma que se colecta en un recipiente. Actualmente también se obtiene de la destilación de madera de pino, particularmente de las astillas que se utilizan en la producción de celulosa. La trementina bruta se somete a un proceso de destilación para obtener aguarrás y brea, al residuo se le llama colofonia. La trementina tiene múltiples aplicaciones, especialmente en la industria de pinturas y barnices, adhesivos, ceras, jabones, y en la industria farmacéutica.

b. Resina damar

Resinas de dipterocarpáceas se usaron para antorchas, incienso y para calafatear barcos, son fácilmente solubles en trementina, aunque menos duras. Se utilizan para manufacturar barnices, empapelados, en materiales de arte, y como material de laboratorio para tinciones en neuroinvestigación. Se extraen de *Hopea*, *Shorea*, *Vateria* y otros géneros; se obtienen por sangrado. La resina de mejor calidad se produce en Indonesia.

5. Plantas Productoras de Bálsamos

a. Bálsamo del Perú (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms, Fabaceae)

Es un árbol perennifolio, que puede alcanzar hasta 40 m, el tronco es recto con ramas ascendentes, llega a alcanzar un diámetro de 1m, la corteza externa es lisa de color pardo grisáceo, con abundantes lenticelas suberificadas y protuberantes. La corteza interna es de color crema amarillento, granulosa y muy aromática. Copa redondeada; hojas compuestas de 5 a 10 folíolos alternos, producen un olor fragante. Planta hermafrodita, las flores blancas en racimos axilares. El fruto es una legumbre alada provista de una sola semilla. Originario de Centroamérica, se distribuye desde el sur desde

México hasta Brasil y Argentina. En México se encuentra en los estados de Campeche, Chiapas, Morelos, Nayarit, Jalisco, Oaxaca, Veracruz y Yucatán. Se introdujo a Cuba, Sri Lanka y el Congo.

El árbol produce una oleorresina aromática llamada bálsamo de Perú, para la extracción los recolectores cortan una sección de corteza de 10 cm de ancho en la parte baja del árbol, luego la corteza que queda por encima de esta área se golpea o se socarra (se quema ligeramente), tras lo cual el árbol exuda la resina como respuesta a la herida; se colocan unos trapos absorbentes para recogerla, los que luego se ponen a hervir en agua; la resina se vuelve fluida y una cantidad pequeña cae al fondo del caldero, de donde se recupera, se filtra y finalmente se pasa al mercado.

El bálsamo de Perú se usa en la elaboración de lociones, perfumes, cremas, cosméticos, jabones, detergentes, desodorantes, tónico para cabello, preparaciones anticapa, productos para la higiene femenina. Se le atribuyen un buen número de propiedades medicinales, entre ellas, antiséptico, antibacterial, antifúngico, antihistamínico, antitusivo, cicatrizante, expectorante, antidisentérico, antigonorreico y antisifilítico. La resina, el fruto y la corteza tienen aplicaciones en medicina tradicional. La resina tiene un olor parecido a la vainilla y se usa como saborizante de chicles, alimentos y bebidas.

b. Bálsamo copaiba (*Copaifera officinalis* L., Fabaceae)

La copaiba, nombre con el que se conoce a esta planta, es un árbol de hasta 30 m de altura; el tronco es recto, con la corteza rugosa de color gris verdoso con lenticelas pequeñas. La copa es redondeada; las hojas son paripinnadas, coriáceas, alternas compuestas, de 4 a 5 pares de folíolos. Las flores pequeñas, blancas y aromáticas, se presentan en inflorescencia terminal racimosa; el fruto es una legumbre dehiscente, semillas de una a cuatro. Es originaria de Sudamérica. Se distribuye en Brasil, Perú, Colombia, Guyana y las Antillas.

El bálsamo se obtiene de la resina de estas y otras especies de copaiba. La resina es aromática y de sabor amargo; de color amarillo pálido, fácilmente se vuelve viscosa y amarillenta; es insoluble en agua, pero soluble en alcohol deshidratado, bisulfuro de carbono, éter, cloroformo, etc. Se obtiene mediante sangrado, el cual se realiza haciendo varios agujeros o incisiones, en el tronco de los árboles; las heridas estimulan la acumulación de grandes cantidades de resina dentro y alrededor de las cavidades.

El bálsamo se utiliza en la industria cosmética como fijador de perfumes y en jabones, cremas, burbujas de baño y lociones. Tiene propiedades

antisépticas, expectorantes y antihistamínicas. Se le usa en medicina tradicional para curar enfermedades venéreas, enfermedades de la piel, cicatrizante de heridas y úlceras, enfermedades de la garganta, etc.

c. Bálsamo de Canadá (*Abies balsamea* (L.) Miller, Pinaceae)

Conífera de tamaño mediano, de entre 14 y 20 m; la copa tiene la forma típica de las coníferas. La corteza en los árboles jóvenes es lisa, de color gris, cubierta de numerosas vesículas llenas de resina. En los árboles viejos la corteza es rugosa y agrietada o escamosa. Los conos miden de 4 a 8 cm. Es un árbol abundante en Canadá y el norte de los Estados Unidos; muy apreciado como árbol de navidad; produce una oleorresina aromática que se extrae de la corteza de los abetos jóvenes.

El bálsamo de Canadá es un líquido adhesivo, transparente, de consistencia parecida a la miel. Se utiliza en la industria de barnices, para montar preparaciones microscópicas, en los trabajos de óptica y en materiales de arte. Se le atribuyen propiedades curativas.

d. Almáciga (*Pistacia lentiscus* L., Anacardiaceae)

El lantisco es un arbusto perennifolio, pequeño de hasta 2 m de altura, dioico de hojas compuestas con 3 a 6 pares de foliolos. El fruto es una drupa pequeña de color negro. Originario de la región mediterránea, se distribuye en el Archipiélago Griego, Africa e Indias Orientales.

Por sangrado produce una resina conocida como almaciga o mástique, soluble en solventes orgánicos. La resina se puede obtener de los tallos y hojas tiernas o por sangrado del tronco. El sangrado está restringido del 15 de julio al 15 de octubre. Antes de hacer la recolección, se limpia, nivela, cepilla y apisona la tierra alrededor del arbusto, y se le cubre con tierra blanca. Se le producen 12 heridas horizontales de unos 2 cm de longitud, dos veces por semana, durante cinco o seis semanas; para hacerlo, se usa una herramienta parecida a un punzón; la resina que mana de los cortes cae sobre la tierra preparada o gotea sobre la corteza.

Se emplea en barnices de alta calidad destinados a proteger pinturas, en perfumería, en fármacos, en la elaboración de goma de mascar, en materiales de arte y para elaborar cimientos dentarios. El mástique de mayor calidad proviene de la isla griega de Quío.

e. Elemi de Manila (*Canarium luzonicum* A. Gray, Burseraceae)

El elemi es un árbol filipino, de 13 a 15 m de altura. El elemi de Manila o goma de limón, es una oleorresina blanda, adhesiva, aromática de color

amarillo a blanco, muy apreciada por los indígenas, que se obtiene al hacer incisiones en el tronco del árbol. Se utiliza en antorchas y calafateo de barcos, en tintas de imprenta, para producir la fragilidad de barnices y en la industria del perfume.

f. Elemi de México (*Amyris elemifera* L., Rutaceae)

Es un arbusto sin espinas, de hojas opuestas con 1 a 5 foliolos, el fruto es una drupa. Se encuentra en el sur de México, produce una resina que puede sustituir al bálsamo de Canadá en los microscopios.

g. Estoraque (*Liquidambar styraciflua* L., Hamamelidaceae)

Arboles caducifolios de 15 a 30 m de altura, tronco recto, corteza agrietada, suberosa (algunas especies son más pequeñas y sin corteza suberosa). Hojas de 5 a 7 lóbulos. Las inflorescencias masculinas en racimos terminales; las femeninas largamente pedunculadas. Los frutos, cápsulas esféricas cubiertas de espinas, contienen numerosas semillas aladas.

El estoraque se extrae de varias especies de *Liquidambar* tanto en Asia como el continente americano, por lo cual se le denomina estoraque de Levante, de México, de Brasil, etc., según el país de origen. Para extraerlo, se hacen incisiones en la corteza o bien se cortan trozos de corteza que se someten a presión, primero en frío y después empapándola en agua caliente; a veces se hierva y se prensa nuevamente. El estoraque bruto es un líquido grisáceo, viscoso, de olor agradable y sabor amargo, soluble en alcohol, rico en ácido cinámico libre y combinado; una vez purificado, contiene de 30 a 47 % de ácidos balsámicos libres. El estoraque que se produce en el continente americano tiene una composición semejante al de levante, procedente de Turquía. Honduras es el principal productor en América.

Se utiliza en preparados farmacéuticos, ungüentos para la piel y mucosas, para incienso, en polvos de tocador y jabones, como fijador en perfumes cálidos y para aromatizar al tabaco

6. Productoras de gomorresinas

a. Incienso (*Boswellia* spp., Burseraceae)

Diversas especies de *Boswellia* se distribuyen en Africa, India y Medio Oriente. Esta gomorresina se usa con fines rituales desde tiempos antiquísimos. Los egipcios la utilizaron para fumar, embalsamar y como medicamento. Los sangradores hacen incisiones o rasan los tallos; durante la temporada seca, se recoge la exudación en forma de lágrimas.

Actualmente, el poco uso que se hace del incienso se limita casi exclusivamente a las ceremonias religiosas de las iglesias Católica y Ortodoxa; también se usa como ambientador.

b. Mirra (*Commiphora myrrha* (T. Nees) Engl, Burseraceae)

Es un arbusto o árbol espinoso, pequeño, hasta 3 m de altura, de tronco grueso muy ramificado y corteza lisa. Es una especie nativa de Arabia y Etiopía que produce una resina de color amarillo rojiza, la cual se obtiene al herir el árbol y dejarla secar, para luego colectarla en forma de lágrimas. La mirra se utiliza en inciensos, perfumes, cosméticos, medicinas, desinfectantes y mixturas para embalsamar. Es una resina que se usa desde tiempos inmemoriales. De acuerdo a la tradición católica, fue uno de los presentes que entregaron los Reyes Magos al Cristo recién nacido.

c. Laca exudada (*Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F. Barkley., Anacardiaceae)

Se obtiene del sangrado de la corteza de esta planta; se recoge una savia lechosa y una mezcla aguada de resina, goma y albuminoides. Esta resina se debe aplicar en una atmósfera húmeda, necesaria para su endurecimiento.

d. Goma laca

La goma laca no la produce una planta, sino que es producto del exudado del insecto *Laccifer lacca* Kerr. (Coccidae) de India y sureste de Asia. En 1290, Marco Polo la introdujo a Europa. El insecto parasita varias especies de corteza suave, como: *Butea monosperma* (Lam.) Taubert (Fabaceae), *Zizyphus jujuba* Miller (Rhamnaceae), *Zizyphus xylopyva* (Rhamnaceae), *Schleichera oleosa* (Lour.) Oken. (Sapindaceae). Durante la reproducción, la hembra recubre los huevecillos y a sí misma con una resina de color rojo, hasta formar una cubierta, la cual se rompe cuando eclosionan los huevos. El proceso de extracción consiste en recolectar las ramas con la resina, molerlas y macerarlas en agua con carbonato de sodio, para así obtener los grumos de goma laca, que es una resina compuesta por poliésteres de distintos alcoholes, ácidos hidroxicarbonados y aproximadamente con el 10 % de ceras; es soluble en alcohol y aislante eléctrico. El producto de su refinación se conoce como *shellac*. La goma laca se utiliza como ingrediente de pinturas, barnices, tintas de impresión, para fabricar artículos diversos como dentaduras, en farmacia como recubrimiento de comprimidos, en la industria alimenticia como recubrimiento de alimentos para mejorar su apariencia.

7. Plantas Productoras de ceras

a. Cera de candelilla (*Euphorbia antisiphylitica* Zucc., Euphorbiaceae)

Es una pequeña planta formada por numerosos tallos rectos, delgados, sin hojas y cubiertos por una película cerosa exudada por la planta con el fin de conservar la humedad, proteger la clorofila y protegerse del calor. La candelilla es una planta propia del desierto Chihuahuense, se distribuye en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas.

La cera se extrae colectando la planta incluida la raíz, lo que constituye un uso poco sustentable ya que no da oportunidad a la planta de recuperarse, y sometiéndola a un proceso de ebullición con agua y ácido sulfúrico como solvente, hasta obtener un producto llamado cerote que es la cera sin refinar. El proceso de beneficio se lleva a cabo en las comunidades rurales donde se aprovecha la candelilla, el cerote se vende a diversas industrias que lo refinan y producen la cera en diversas presentaciones, pastillas, trozos, hojuelas, polvo micronizado y polvo atomizado. La Norma Oficial Mexicana-018-SEMARNAT- 1999 regula el aprovechamiento de candelilla. La planta produce la mayor cantidad de cera de diciembre a abril debido a las condiciones de frío y sequía que se presentan durante estos meses.

La cera de candelilla contiene hidrocarburos, resinas, éteres, ácidos grasos y alcoholes libres, es insoluble en agua y soluble en solventes orgánicos. Es compatible con otras ceras de origen animal, vegetal y resinas naturales y sintéticas, su punto de fusión es de 69° a 73° C. Tiene el reconocimiento de sustancia generalmente segura de la FDA por lo que es usada en la industria alimenticia como recubrimiento de frutas, quesos, dulces y chocolates, se usa también en 19 industrias más entre ellas las de cosméticos, productos eléctricos y electrónicos. Algunos usos que se hacen de la cera de candelilla son en la fabricación de cosméticos, tintas, adhesivos, lubricantes, impermeabilizantes, recubrimientos, emulsiones, pulimentos, productos farmacéuticos etc.

El principal productor mundial de cera de candelilla es el estado de Coahuila. El 80 % de la producción nacional se exporta, el resto se comercializa en el país. Los principales compradores son Estados Unidos, Japón, Alemania e Inglaterra.

b. Cera de carnauba (*Copernicia cerifera* Miller, Arecaceae)

La carnauba o árbol de la vida es una palma de lento crecimiento, llega a alcanzar hasta 15 m de altura, el tronco es recto, la corteza es dura, gruesa

y en forma de escamas; posee una copa formada por hojas de forma parecida a la palma de abanico *Washingtonia filifera* (Linden) Wendland). La carnauba es endémica de Sudamérica, se distribuye en el nororiente de Brasil, norte de Paraguay y Argentina.

Durante la época seca (septiembre a febrero) las hojas exudan la cera como protección para conservar la humedad. 20 hojas producen aproximadamente un kilogramo de cera. Las hojas cortadas se ponen a secar y luego se golpean para obtener la cera. Dependiendo la edad de las hojas y de la parte de estas que se obtenga se producen cuatro calidades distintas de cera.

La cera de carnauba esta considerada como la de mayor dureza, brillo y más alto punto de fusión de 78° a 85° C. Es el principal competidor de la cera de candelilla.

H. LITERATURA CITADA ↑

1. Alvarez Cabrero, J.C. 1998. Importancia socioeconómica de la explotación resinera en áreas deprimidas. (Social and economic importance of resin exploitation in depressed areas). Conference Title: 1. Simposio de Aprovechamiento de Resinas Naturales, Segovia (España).
2. Anónimo.(2002) Procesos modernos de la fabricación del caucho natural . <http://members.tripod.com/fotografia/textos/produccion.htm>
3. Anónimo (2002). El caucho y demás polímeros naturales. <http://members.tripod.com/fotografia/textos/cauchonatural.htm>
4. Anónimo. Cera de carnaúba, el brillo de Brasil. <http://www.multiceras.com.mx/pro-caranuba.htm>, consultado el 6 de agosto de 2006
5. Anónimo Carnauba Wax. http://www.spwax.com/spanish/span_Spcarnau.htm, consultado el 6 de agosto de 2006
6. Anónimo. Candelilla Real: natural por excelencia. <http://www.multiceras.com.mx/pro-candelilla.htm>, consultado el 6 de agosto de 2006
7. Anónimo. Candelilla la pequeña vela del desierto, en México forestal, No.42, revista electrónica. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=21, consultado el 6 de agosto 2006
8. Anónimo. Cera de la Candelilla. <http://www.spwax.com/spanish/>

- [span Spcandel.htm](#), consultado el 6 de agosto de 2006.
9. Anónimo Sangre de Drago. <http://www.alimentación-sana.com.ar/informaciones/novedades/drago.htm>, consultado el 5 de agosto de 2006
 10. Anónimo Mirra. <http://www.liberaddictus.org/pdf/0367-30.pdf>, consultado el 4 de agosto de 2006-08-06
 11. Anónimo ARBOLES sabios. <http://www.ourplanet.com/tunza/issue0202sp/pages/wisw.html>, consultado el 2 de agosto de 2006
 12. Anónimo Lentisco (*Pistacia lentiscus* L). <http://www.botanical-online.com/ilentisclecastela.htm>, consultado el 3 de agosto de 2006
 13. Anónimo. Recurso Forestal, Copaiba. http://www.minag.gob.pe/mnn_copaiba.shtml, consultado el 3 de agosto de 2006
 14. Anónimo . Estudio de mercado sobre gomas o hidrocoloides. <http://taninos.tripod.com/goma2.htm>, consultado el 3 de Agosto de 2006
 15. Anónimo. Gelificantes y espesantes. <http://bioaplicaciones.galeon.com/Gelificantes1.html>, consultado el 1º de agosto de 2006
 16. Anónimo. TREMENTINA. <http://www2.udec.cl/sgrt/fich/TREMENT.htm>, consultado el 3 de agosto de 2006.
 17. Anónimo *Agathis dammara*. <http://www.arbolesornamentales.com/Agathisdammara.htm>, consultado el 2 de agosto de 2006.
 18. Anónimo. Ofrendas para los dioses : el copal en el Templo mayor. <http://www.concult.gob.mx/templomayor/dioses/index.html>, consultado el 2 de agosto de 2006.
 19. Anónimo Papelillo o copal blanco (*Bursera odorata* spp.). http://www.bonsaiglobal.com/fichas_especificas-109.php, consultado el 1 de Agosto de 2006.
 20. Anónimo. Diccionario on line de las plantas medicinales. Astrágalo-*Astragalus gummifer* labillardiere. <http://personales.ya.com/plantanet/a/astragalo/astragalo.htm>, consultado el 1 de agosto de 2006.
 21. Anónimo. Brea. <http://www.folkloredelnorte.com.ar/biologia/flora/brea.htm>
 22. Anónimo. *Castilla elastica* Sesse, <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/>

- [adc/downloads/capitulos/ especies y anexos/castilla elastica.pdf](#), consultado el 31 de julio de 2006.
23. Anónimo. Planta productora de goma, resinas y cera. http://www.agro.uba.ar/catedras/cul_indus/galeria/guayule.htm, consultado el 31 de julio de 2006.
24. Anónimo *Crypstotegia grandiflora*. <http://www.desert.tropicale.com/Plantas/species/.php?rl=Cryptostegiagrandiflora>, consultado el 31 de julio de 2006-08-06.
25. Anónimo. The mbungo fruit *Landolphia* species. <http://www.naturalhub.com/natural-food-guide-fruits-uncommon-Landolphia-spp.htm>, consultado el 31 de julio de 2006.
1. 26 Anónimo. Frutos y hortalizas Promisorios de la Amazonia, Secretaría Protempore-tratado de Cooperación Amazonica PER44. Mangaba *Hancornia speciosa* Gomes. <http://www.fortunecity.es/losqueamamos/gordo/64/TCA44.html>, consultado el 31 de julio de 2006.
26. Anónimo *Manihot glaziovii* Muell. <http://www.keblaa.org/blaavirtual/historia/pad/pad46.htm>, consultado el 31 de julio de 2006.
27. Alesso S.P, P. Araujo, R. Tapias. 2003. Aprovechamiento de la goma de brea (*Cercidium praecox*) en bosques secundarios del Parque Chaqueño Seco. Influencia del tamaño de las heridas sobre la producción. <http://fcf.unse.edu.ar/pdf/Quebracho/q10-07.alesso.pfd>, consultado el 2 de agosto de 2006.
28. Balick, M. J., and P. A. Cox. 1996. Plants, people, and culture: the science of ethnobotany. Scientific American Library, New York.
29. Barsa 1982 Enciclopedia Barsa. 16ava edición, Británica. México, tomo 1,2,5,7,10,13,12,14,15.
30. Calvo M. Bioquímica de los alimentos. Gomas de resinas. <http://milkscunizar.es/bioquimica/temas/azucares/arabiga.html>, consultado el 1 de agosto de 2006.
31. Castner, J. L., S. L. Timme, and J. A. Duke. 1998. A field guide to medicinal and useful plants of the upper Amazon. Feline Press, Gainesville, FL.
32. CONABIO *Prosopis juliflora*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/46-legum44m.pdf,

consultado el 6 de agosto 2006.

33. CONABIO *Myroxylon balsamum*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/30-legum34m.pdf, consultado el 2 de agosto de 2006
34. CONABIO *Hymenaea courbaril*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/20-legum21m.pdf, consultado el 2 de Agosto de 2006.
35. CONABIO. *Castilla elástica*. http://www.conabio.gob.mx/info_especies/arboles/doctos/48-morac2.m.pdf, consultado el 31 de julio de 2006
36. CONABIO *Manilkara zapota*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/64-sapot4m.pdf, consultado el 31 de julio de 2006.
37. Enciclopedia cultural 1963. Othea México. Tomo 7.
38. Enciclopedia temática 1973. Ed. Richards, México. 16ª edición. Tomo 2 y 7.
39. FAO. Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para Categorías de PFNM. <http://www.fao.org/docrep/T23545/t2354s0x.htm>, consultado el 3 de agosto de 2006.
40. FAO Manual sobre la taxonomía de algunas especies de acacia. *A. Senegal*. <http://www.fao.org/docrep/006/Q2934S/Q2934503.htm>, consultado el 1 de agosto de 2006.
41. FAO *Palaquium gutta* Hk.f Baillon. <http://www.fao.org/DOCCREP/006/R4968S/R4968S04.htm>, consultado el 31 de julio de 2006.
42. Herron, S. (2002). The economic botany of *Manilkara zapota* (L.) Van Royen. <http://www.siu.edu/~ebl/leaflets/zapota.htm>.
43. Hill, A.F. 1965. Botánica económica. Ediciones Omega,S.A., Barcelona, pp.206-243
44. Janzen, D. E., ed. 1983. Costa Rican natural history. The University of Chicago Press, Chicago.Potter N, Jobber P. 1973 La Ciencia de los alimentos. CECSA. Mexico p 47.
45. Jasso Cantú D., J.L. Angulo Sánchez, R. Rodríguez García. 2003. Guayule relación entre producción de biomasa, síntesis de hule y condiciones climáticas. <http://www.uaaan.mx/Dirinv/Rdos2003/>

- [oleaginosas/guayule.pdf](#), consultado el 31 de julio de 2006.
46. Jones, S. B., and A. E. Luchsinger. 1986. Plant systematics. McGraw-Hill Inc., New York.
 47. Koutsiriba, E. 1998. The importance of gum resin harvesting in Greece from the socio-economic and environmental point of view. Conference: 1st Symposium on Use of Natural Resins, Segovia (España) , 5-7 Feb.
 48. León, J. 1986. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de LA O.E.A. San José, Costa Rica. pp.346-347.
 49. Lona N.V. El copal en las ofrendas del templo Mayor. En Arqueología mexicana, No. 67. <http://www.arqueomex.com/S2N3nCopal67.html>, consultado el 1 de agosto de 2006
 50. López Franco Y., F.M.Goycoolea, M. A. Valdez, A.M. Calderón de la Barca. 2006. Goma de Mezquite una alternativa de uso industrial. Interciencia, Vol.31.Nº 3 Pag.183-189. http://www.interciencia.org/v31_03/183.pdf, consultado el 5 de agosto de 2006
 51. Mors, W. B., and C. T. Rizzini. 1966. Useful plants of Brazil. Holden-Day Inc, San Francisco.
 52. Minor Forest Produce FEDERATION Kullu Gum. <http://images.google.es/images?hl&q=20%sterculia%20urens>, consultado el 1 de agosto de 2006.
 53. Nájera L. 2004. La iluminación y la Pintura como técnica en el arte. Materiales para las técnicas. <http://www.staff.OAS.org/pinceladas/2004/mayo/todomayo.htm>, consultado el 2 de agosto de 2006.
 54. PROCYMAF Castilla elastica Cerv. http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/castilla_elastica.htm, consultado el 31 de julio de 2006.
 55. Schery, W.R. 1956. Plantas Útiles al hombre. Salvat Editores, S.A., Barcelona. pp. 329-368.
 56. Shiva, M.P. 1998. Inventory of forest resources for sustainable management and biodiversity conservation: with lists of multipurpose tree species yielding both timber & non-timber forest products (NTFPs) and shrub and herb species of NTFP importance. Indus Publishing Company. India. 704 pp.

57. Simpson, B. B., and M. C. Ogorzaly. 1995. Economic botany: Plants in our world. McGraw-Hill Inc., New York.
58. Tesoriero Defain, M.V. Murano, M. Hermida, L. 2005 Goma Brea: ¿Una Alternativa para la Goma Arábica? En Saber Como No. 24. <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc24/inti4.php>, consultado el 1 de agosto de 2006.
59. Wikipedia. Goma Arábica. http://es.wikipedia.org/wiki/Goma_ar%C3%A1biga, consultado el 1 de agosto de 2006.
60. Wikipedia Gutapercha. <http://es.wikipedia.org/wiki/gutapercha>, consultado el 31 de julio de 2006
61. Wikipedia Chicle. http://es.wikipedia.org/wiki/Goma_de_mascar, consultado el 31 de julio de 2006.
62. Word Reference.Com Diccionario de la lengua española. Gutapercha. <http://www.wordrefrence.comdefinicion/gutapercha>, consultado el 31 de julio de 2006
63. Wikipedia Látex. <http://www.wikipedia.org/wiki/latex>, consultado el 31 de julio de 2006
64. Anónimo Partida 1301 Goma laca; Gomas, resinas, Gomorresinas y Oleorresinas (Por ejemplo: Bálsamos), naturales . <http://www.scavage.com/tools?menu=N,ar&query=headin:130/etarget=inframe>, consultado el 29 de julio de 2006.
65. Anónimo. Materias primas para lacas y Barnices. http://www.kremer_pigmente.de/spanisch/spbindem01.htm, consultado el 29 de julio de 2006
66. Zamora M., J.M. Torres. Estado actual de la información sobre productos forestales no madereros. FAO. <http://www2.fao.org/Docrep/006/AD398s14.htm>, consultado el 3 de agosto de 2006.

I. OTRAS SUSTANCIAS VEGETALES DE USO COMERCIAL ↑

1. Pectinas

Las pectinas son polisacáridos naturales formados por unidades de ácido galacturónico, que están presentes en la lámina media y en la pared celular de los tejidos vegetales suaves, cuya función es adherir unas células con

otras; en algunos casos constituyen sustancias de reserva para las plantas. Se encuentran, en mayor cantidad, en frutos y órganos subterráneos; también en el jugo de los tejidos y en los frutos maduros. Los frutos inmaduros contienen pectosas insolubles en agua y alcohol, las cuales pueden convertirse en pectinas solubles por calentamiento, con ácido diluido o por adición de pectasa.

Su estructura química corresponde a cadenas de alto peso molecular de ácido D galactourónico con distinto grado de metilación, unidos por enlaces 1,4, entre los cuales se incluyen otras sustancias como ramnosa, arabinosa, galactosa y otros ácidos.

Las pectinas cambian su composición según la etapa de desarrollo de los tejidos vegetales desde las protopectinas o pectinógenos, con gran contenido de grupos metilo, hasta los ácidos pécticos que prácticamente no contienen grupos metilo. El estadio intermedio corresponde a las pectinas sustancias que se caracterizan por sus propiedades hidrófilas, emulsificantes y gelificantes.

Pocas frutas contienen la pectina suficiente para formar geles, una de ellas es el membrillo (*Cydonia oblonga* Mill., Rosaceae). Las principales fuentes comerciales de pectinas son la manzana, la naranja y el bagazo de la industria de jugos de cítricos y de fabricación de sidra. También puede obtenerse a partir de la remolacha azucarera, aunque la calidad gelificante de este producto no es la mejor.

Las pectinas comerciales suelen extraerse por hidrólisis ácida débil, en condiciones determinadas de temperatura, tiempo y pH que convierten las formas hidrosoluble al estado hidrosoluble. El líquido resultante se clarifica por hidrólisis enzimática de cualquier almidón presente y pasa luego a través de un filtro. Se precipita después con alcohol o hidróxido de aluminio coloidal; se seca, muele y estandariza para, finalmente, enviar el producto al mercado en forma de polvo o de líquido.

Debido a su propiedad de formar geles en un medio ácido y en presencia de azúcares, el uso de las pectinas en la industria alimentaria es muy amplio: como aditivo, espesante de jaleas y mermeladas; en repostería, confitería, helados de crema, jarabes, jugos de fruta y salsa catsup; para dar cuerpo y estabilidad a los aderezos para ensaladas.

En la industria farmacéutica, las pectinas son útiles por sus propiedades emulsificantes y gelificantes en la elaboración de pomadas y geles; como adhesivos en píldoras y para retardar la eliminación de medicamentos. En medicina se usan para regular el tránsito intestinal y aliviar diarreas en

niños; por su capacidad de absorber agua y toxinas, se emplean en padecimientos gastrointestinales. Se usan en tratamientos para quemaduras o heridas de piel y para retener hemorragias; en la industria textil e industrias diversas, para la fabricación de adhesivos, herramientas manuales, fibras, películas de goma, producción de cosméticos, cremas y dentríficos.

2. Mucílagos

Los mucílagos son sustancias que se producen como parte del metabolismo normal de las plantas; se encuentran en tejidos como el tegumento de las semillas y en distintos órganos (raíces, bulbos, tubérculos, flores o semillas). Constituyen reservas de carbohidratos o de agua en plantas fanerógamas; en las algas son elementos estructurales y les proporcionan suavidad y elasticidad.

Desde el punto de vista químico, son compuestos de ácidos urónicos que tienen la propiedad de captar gran cantidad de agua para formar un gel viscoso y gelatinoso. Algunos tienen la capacidad de absorber más de 100 veces su peso en agua.

Especies de diversas familias botánicas como: Fabaceae, Cesalpinaceae, Palmae, Annonaceae, Convolvulaceae, Plantaginaceae y Linaceae, son fuente de mucílagos; éstos se encuentran también en las plantas crasas y en algunas algas, especialmente las Rodofíceas, de las que se extrae agar-agar, y de Feoficias, de las que se obtiene algin. Los mucílagos de plantas superiores, por lo regular, se clasifican en dos tipos: neutros y ácidos. Los neutros son polímeros heterogéneos de la manosa; los ácidos incorporan en su estructura derivados ácidos de distintos monosácaridos. Los mucílagos más conocidos son: el de la sábila (*Aloe vera* L., Aloaceae), el del nopal (*Opuntia* sp, Cactaceae) y el del psilio (*Plantago psyllium* L., Plantaginaceae).

Los mucílagos tienen aplicación en la industria farmacéutica por sus propiedades laxantes, emolientes y antiinflamatorias. En la industria cosmetológica se utilizan en artículos de belleza para la piel.

3. Celulosa

La celulosa es el principal constituyente de la pared celular de los vegetales que se encuentra asociada a otras sustancias como la lignina; es el tejido soporte de las plantas. Se considera la molécula orgánica más abundante en la naturaleza. Es un polisacárido formado por moléculas de D glucosa, unidas por enlaces b 1,4 glucosídicos. Por sus características químicas es

una sustancia difícilmente hidrolizable.

Las fuentes tradicionales de celulosa son los árboles (90 %) y algunas plantas como el algodón, lino, cáñamo, bambúes, pastos, etc. Es factible que en el futuro se pueda extraer por biotecnología de la bacteria *Acetobacter xylinum*, capaz de sintetizar celulosa microcristalina (celulosa parcialmente despolimerizada) altamente purificada.

La celulosa se obtiene mediante la separación de las fibras vegetales por métodos mecánicos o químicos. Es un producto que tiene múltiples aplicaciones industriales, una de las más conocidas es como materia prima para la fabricación de papel. Sus ésteres (nitratos, acetatos, ftalatos) y éteres (metil, etil, propil y carboximetilcelulosa) se utilizan en muchas otras industrias, como la farmacéutica, para la producción de microencapsulados de liberación prolongada; en la textil, para la elaboración de fibras sintéticas como el rayón; en la industria química, para la fabricación de explosivos, barnices y películas fotográficas, entre otros.

La pectina, los mucílagos, la celulosa y otras sustancias vegetales forman la llamada fibra dietaria, debido a que no son digeribles por enzimas del organismo humano, pero que tienen una gran influencia en su salud, al disminuir los niveles de colesterol en la sangre, la insulinemia y la glucemia.

I. LITERATURA CITADA ↑

1. Anónimo. Arta of Water (*Zaragatonaplantago psyllium*). http://www.hipernatural.com/en/pltarta_de_agua.htm, consultado el 27 de agosto de 2006
2. Anónimo. Glúcidos. <http://www.portalfarma.com./pfarma/taxonomía/general/gp000011.nsf/0/4DE2A2030B26>, consultado el 31 de agosto de 2006.
3. Anónimo. Pectin. http://www.cpkelco.com/pectin/product_information.html, consultado el 22 de agosto de 2006
4. Miranda R.M.A. La fibra dietaria en la nutrición. www.uaemex.mx/fmedicina/articulos/fibra.pdf, consultado el 22 de agosto de 2006
5. Infojardin. Mucílago. <http://www.infojardin.net/glosario/moder/mucílago.htm>, consultado el 27 de agosto de 2006

J. LAS PLANTAS COMO FUENTE DE FIBRAS VEGETALES ↑

Las plantas productoras de fibras son, sin duda alguna, las que siguen en

importancia a las plantas alimenticias, según el uso que hace el hombre de ellas. Es difícil calcular el número de especies productoras de fibra que se conocen; no obstante, las fibras de importancia comercial son relativamente pocas, mientras que la mayor parte son plantas que usan localmente los pueblos primitivos de todo el mundo. En la actualidad, las fibras que tienen una gran demanda en el mundo se explotan tanto en condiciones de cultivo como en su forma silvestre o natural. El algodón, cuyo uso es antiquísimo, representa la cosecha de mayor importancia industrial en el mundo.

El cáñamo, originario del centro y occidente de Asia, se cultiva extensamente en regiones tropicales y templadas. La fibra de esta especie es muy valiosa a causa de su notable longitud, resistencia y gran durabilidad.

El yute es la fibra de más uso después del algodón, aunque menos valiosa. Parece ser originaria de Malaya o Sri Lanka, en la actualidad su cultivo está restringido casi por completo a India, Pakistán y Burma.

Otra de las especies más explotadas es el ramio, de origen asiático, que se halla extendido en Japón, China, Indochina, Borneo, Java e India. En los últimos años se han establecido cultivos experimentales en el sur de Estados Unidos.

En América Latina, específicamente en México, la explotación de fibra comercial y de importancia económica se limita al algodón, henequén, lechuguilla y palma ixtlera. Estas tres últimas cada vez en menor cantidad: de hecho la palma prácticamente ya no se explota.

Las fibras vegetales se encuentran en las raíces, tallos, hojas, frutos y semillas; se extraen por diferentes procesos como el enraizado y la descortización de la planta, entre otros, dependiendo de su estado de madurez.

1. Clasificación de las fibras vegetales

Se ha reportado una gran cantidad de plantas que se utilizan para la producción de fibra, pero son relativamente pocas las productoras de fibra de buena calidad, de alto valor comercial y de buen rendimiento.

Las características de las fibras difieren en cuanto a su resistencia, lustrosidad, composición química y el lugar de origen de la planta; sin embargo, la mayoría contienen lignina y celulosa. Diferentes autores clasifican las fibras vegetales a partir de su origen, características morfológicas, anatómicas, usos industriales y otros caracteres especiales.

Una de las clasificaciones más usuales considera los usos finales. Desde el punto de vista del valor comercial, algunas fibras vegetales se usan para

diversos propósitos. Esta categoría se divide en:

- Fibras textiles. Para la confección de prendas de vestir, se utiliza básicamente el algodón y el lino.
- Bolsas y telas. Para fabricar bolsas, generalmente se usa el yute, el kenaf y el yute del Congo (*Urena lobata* L., Malvaceae).
- Cepillos y cordeles. El sisal (*Agave sisalana* Perrine, Agavaceae), la sansevieria y el cáñamo sun.

a. Origen de las fibras vegetales

Las fibras vegetales se obtienen de diferentes estructuras de la planta, debido a lo cual se creó la siguiente clasificación:

- Fibras de tallo o corteza. Las fibras de las familias Urticaceae y Linaceae son las principales productoras de fibras derivadas del tallo. Las plantas más importantes pertenecientes a este grupo son: el lino, el cáñamo, el yute, el kenaf, el yute del Congo, el yute chino *Abutilon indicum* (L.) Sweet (Malvaceae) y *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae). Estas fibras se obtienen de la corteza del tallo de la planta del yute, el kenaf, el cáñamo sun, el ramio y el lino
- Fibras foliares. Las fibras de trenzado se forman por fibras esclerenquimatosas, presentes en los tejidos de las hojas de ciertas monocotiledóneas, las cuales les proveen firmeza y sostén. Ejemplos importantes de este grupo son: el sisal cantala *Agave antala* Roxb., (Agavaceae), el henequèn *Agave fourcroydes* Lem. (Agavaceae), la lechuguilla *Agave lecheguilla* Torr. (Agavaceae) y la abaca *Musa textilis* L. Née (Musaceae).
- Fibras del fruto. Estas fibras se obtienen del esclerénquima asociado con las bandas vasculares presentes y desarrolladas en el pericarpio del fruto. La fibra más importante de este grupo es la fibra del coco, que se usa comúnmente para hacer cuerdas y cepillos, y para algunos propósitos domésticos.
- Fibras de la semilla. Estas se forman de células individuales que se derivan de la semilla. La planta de mayor importancia comercial de este grupo es el algodón
- Fibra de raíces. Ejemplo básico, la *Muhlenbergia*.

Existen fibras cuyo origen es anatómico. Son fibras primarias que se originan a partir de tejidos como el procambium o protofloema. Se obtienen del ramio, el lino, el cáñamo sun y el cáñamo.

Las fibras secundarias se originan por la actividad secundaria del cambium: el yute, el kenaf, el yute del Congo y otras fibras incluidas en el orden málvales.

b. Origen químico de las fibras

- Fibras productoras de celulosa: el algodón y el ramio
- Fibras productoras de lignocelulosa: el yute y el kenaf.

Por otro lado, Hill (1965) proporciona una clasificación económica de las fibras, según su uso:

- Fibras textiles. Estas fibras son las que tienen mayor importancia en la industria textil para la manufactura de telas, prendas de vestir, cordelería y redes. Actualmente las fibras textiles son las de mayor importancia comercial mundial, aunque existen otras de importancia local.
- Fibras para cepillos. Para la fabricación de cepillos y escobas generalmente se requiere de fibras que sean rígidas y muy resistentes.
- Fibras para trenzar. Incluyen fibras provenientes de tallos y hojas que son flexibles para un buen manejo durante el tejido manual. Estas fibras se entretajan para confeccionar sombreros de paja, sandalias, sillas y otros objetos similares.
- Fibras para relleno. Normalmente se utilizan para rellenar ciertos objetos de uso doméstico e industrial: colchones, almohadas, calefactores, empaques de máquinas industriales, etc. También se usan para reforzar algunos materiales.
- Fibras para papel. Comprenden diversas clases de fibras leñosas y textiles que se utilizan directamente, o bien después de cierto tratamiento industrial o químico.

2. Fibras textiles

Las fibras textiles poseen ciertas cualidades particulares: deben ser largas y ofrecer una gran resistencia a la tensión, al mismo tiempo que una buena cohesión y facilidad para doblarse; la hebra debe de ser fina, uniforme, lustrosa, duradera y de fácil obtención. Entre la gran cantidad de fibras existentes, pocas tienen estas características que le dan importancia comercial. Las fibras textiles se clasifican en tres tipos: fibras de superficie, fibras blandas y fibras duras. Las dos últimas se conocen también como fibras largas.

Las fibras de superficie o cortas comprenden los llamados algodones. Las fibras blandas son las que se obtienen principalmente del periciclo o floema secundario de los tallos de las dicotiledóneas, que pueden subdividirse en hebras extremadamente finas y flexibles que se utilizan para tejidos y cordelería de máxima calidad; entre ellas se encuentran el lino, el cáñamo, el yute y el ramio.

Las fibras duras, foliares o compuestas son elementos estructurales que se hallan sobre todo en las hojas de muchas monocotiledóneas tropicales, aunque también pueden encontrarse en tallo y frutos. Se utilizan para productos textiles de menor calidad. El sisal, el henequén, el cáñamo de Manila o abacá, las pitas, el coco y la piña americana son ejemplos de plantas productoras de fibras duras.

a. Algodón (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae)

Cientos de variedades de algodón provienen de sus antecesores silvestres por progresiva diferenciación, o bien se han obtenido experimentalmente a lo largo de tantos años de cultivo. Estas variedades difieren entre sí en las características de las fibras y en los demás rasgos fisiológicos.

Sus semillas se producen dentro de frutos conocidos como capullo, de las capas que cubren las semillas surgen pelos unicelulares, que posteriormente pierden su contenido y se convierten en las fibras de algodón. Las fibras de algodón son de dos clases: las conocidas como hilazas y las cortas llamadas vellosidades. Cada fibra consiste de varias capas cilíndricas de celulosa, que terminan por adoptar una forma retorcida cuando se secan. Como consecuencia de esto, la fibra puede ser hilada, si es lo suficientemente larga. Los algodones comerciales tienen una alta proporción de hilaza en relación con la vellosidad. Estas fibras tienen un color más bien blanco que pardo.

El uso del algodón es antiquísimo y representa la cosecha de mayor importancia industrial en el mundo. Se conocía ya mucho antes de que existiera ningún documento escrito, pues se hace referencia a él en las obras de escritores griegos y latinos. India es el país en donde se tienen registros más antiguos sobre la utilización del algodón. El indio fue el primer pueblo que supo tejer vestidos. Esta planta debió tener diversos orígenes. Colón halló cultivos de algodón en las Antillas, y era también conocido por los peruanos y los mexicanos mucho antes de la llegada de los españoles. En Estados Unidos, el cultivo del algodón se implantó poco después de que se asentaran allí los primeros colonos. Sin embargo, hasta 1787 empezó a funcionar la primera hilandería.

Hoy en día, el algodón es uno de los productos más importantes del comercio mundial. Los principales países exportadores son: los Estados Unidos, India, Egipto y Brasil, mientras que Gran Bretaña, Japón y Alemania son los países más importadores.

Desde que se recoge en el campo hasta que se utiliza en la industria textil, el algodón pasa por diversas operaciones que pueden resumirse de la siguiente forma: desmontado del algodón, con una maquina de sierra o de cilindros; empaçado y transporte a las fabricas; limpiado, operación en la que una máquina elimina las materias extrañas y dispone el algodón en una capa uniforme; superposición de capas, de modo que con tres se forme un cardado; peinado y estriado, operación durante la cual se separan las fibras cortas, mientras que las largas se estrían y distribuyen en forma uniforme; finalmente, el torcido, que convierte la fibra en hilo. Uno de los adelantos de la industria algodonera es haber encontrado aplicación a lo que antes se consideraba desecho. Ahora todas las partes de la planta se aprovechan y de ellas se sacan productos que representan anualmente ingresos millonarios. Los tallos contienen una fibra que puede utilizarse en la fabricación de papel o de combustible, las raíces proporcionan una droga, mientras que toda la semilla resulta útil.

b. Yute (*Corchorus olitorius* L. y *Corchorus capsularis* L., Tiliaceae)

El tallo es erecto y cónico desde la base; puede ser verde o rojo intenso. Las hojas son alternas de forma oblonga, estrechas y gruesas con márgenes con una dentadura pequeña y profusa. Las flores se presentan en forma solitaria o en grupos de 3 a 4 de coloración amarilla; el cáliz es de cinco sépalos y la corola de cinco pétalos con 10 estambres y ovario de cinco lóculos; el fruto es una cápsula dehiscente de apariencia corrugada.

En *Corchorus olitorius* las hojas tienen un sabor dulce; la cápsula es larga, cilíndrica y angular; las semillas aplanadas, la fibra menos reticulada y menos adherida a la corteza; por el contrario, *Corchorus capsularis* tiene hojas de sabor amargo, fruto pequeño, globular y rugoso, semillas piramidales, fibra muy reticulada y base del tallo muy adherida a la corteza.

La reticulación es una de las características de las fibras del tallo. Los grados de reticulación están asociados a los de expansión tangencial y radial de crecimiento del tallo. Los filamentos son fácilmente desprendibles en la parte basal del tallo. La reticulación es una de las características de mayor importancia, puesto que ofrece una mayor resistencia durante el proceso de cordeado de la fibra. En sección transversal, la forma cilíndrica aparece

en forma piramidal. Esta forma consiste en grupos alternados de bandas de fibra y tejidos, con pared delgada entre ellos, con una orientación radial y tangencial a los haces del tallo y a las bandas, que son transversales a las líneas del floema.

El cultivo del yute se localiza principalmente en India, Bengala, Bangladesh, Nepal, China, Malasia, Sri Lanka y Brasil. Estos países presentan un clima monzónico, el cual proporciona suficiente agua para la extracción de la fibra.

La cosecha se lleva a cabo cuando las plantas tienen 50 % de floración o cuando el tamaño del fruto es pequeño. Cuando se cosecha manualmente, los tallos se cortan al ras del suelo con la ayuda de una hoz y, posteriormente, se remueven las ramas y hojas. Los tallos se atan en pequeños grupos y se cubren con ramas o zacates, para protegerlos de la energía radiante y la temperatura, luego se extienden y colocan en pilas o estanques de agua, en tres o cuatro capas de atados de tallos; así se mantienen de 20 a 30 días, cubiertos con malezas y hojas.

El yute es, probablemente, la fibra de uso más extendido después del algodón, aunque no es tan valioso como éste ni como el lino. Se utiliza para la fabricación de bolsas, alfombras, cordeles de cortinas, tejidos y en la manufacturación de papel. El costo de esta fibra, en comparación con fibras sintéticas, es más bajo, por lo que en los países donde se cultiva contribuye a elevar los niveles de exportación.

c. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L. y *Hibiscus sabdariffa* L., Malvaceae)

Ambas especies son plantas herbáceas de flores hermafroditas, tallos lisos o espinosos, de una altura de 3 a 5 m. En *Hibiscus sabdariffa* L. las plantas son de hojas palmeadas, profundamente lobadas, de disposición alterna, con flores pequeñas, solitarias en las axilas, sépalos en forma triangular, acuminadas, flores de color crema o amarillas, con un color púrpura en el cuello; el fruto es una cápsula ovoide, puntiaguda, vellosa, con semillas reniformes de color café. En *Hibiscus cannabinus* L. las variedades presentan hojas sin bifurcaciones o ovulaciones, flores grandes, axilares de color crema en la parte central, con coloraciones púrpuras, rojizas y amarillas, sépalos con cerdas lanceoladas y anchas en la parte media, fruto capsular pentalocular de 4 a 5 semillas por lóbulo, cáliz pubescente. El cultivo del kenaf tiene mayor rango de adaptación respecto al yute en cuanto a requerimiento de clima y suelo, y es más tolerante a la sequía.

Hibiscus cannabinus L. e *Hibiscus sabdariffa* L. se cultivan en muchos países,

principalmente en Estados Unidos, Rusia, Sudán, Egipto, India, Australia, Filipinas, Java, Irán, Nigeria, Tailandia, China, Brasil; recientemente se introdujo a Cuba, Guatemala, Salvador, Colombia, México, Costa Rica y Haití, para propósitos de fibra. La fibra es muy fuerte, aunque las características de fineza, reticulación y otros defectos son sobresalientes.

La fibra se obtiene del tallo y sigue en importancia, después del yute. Se usa principalmente en la fabricación de papel, cordelería, tejidos, hilados, objetos decorativos, y combinada con otras fibras sintéticas o vegetales.

El patrón de las bandas de la fibra es similar al yute, pero varía en la estructura y forma de la superficie. En el kenaf, la superficie es más irregular y su reticulación es más intensa respecto al yute. Dentro de *Hibiscus sabdariffa* L., las células de la fibra tienen muchas interconexiones en las bandas, por lo que las reticulaciones son muy abundantes; el grosor del peridermo es amplio y la superficie de la banda es irregular, por lo que su calidad es más baja con respecto a *Hibiscus cannabinus* L. La morfología de esta fibra varía según los genotipos. El lumen se modifica de ancho a estrecho y tiene constricción de acuerdo a los genotipos; los extremos pueden ser puntiagudos o redondeados y la pared regular o irregular.

El kenaf es conocido con diversos nombres. En India, por ejemplo, se conoce como roselle; en Tailandia, como yute siami, y en otras partes del mundo, con nombres como mesta, yute de Decca y yute bimli.

d. Ramio (*Boehmeria nivea* (L.) Gaudich., Urticaceae)

Las plantas de ramio no presentan ramificaciones; son altas herbáceas y perennes, de hojas escamosas de poca coloración; las plantas se forman por varios tallos, que se originan a partir de rizomas. El tallo puede ser delgado o grueso, de 2 m o más; es suave y liso, sin ramificaciones, con pubescencia inconspicua, hojas verdes con una cubierta blanca en el envés debido a la pubescencia; las hojas son alternas, ovaladas, acuminadas y dentadas. Inflorescencia unisexual y monoica en forma de panículas axilares, flores examinadas, presentes en la parte baja del tallo o debajo de las flores pistiladas, tubulares, con 1,2 ó 4 sépalos persistentes; el cáliz envuelve al fruto (aquenio); ovario con un óvulo.

La fibra celular está presente sola o en grupos alrededor del tallo, en forma elíptica-ovalada-circular; posee un lumen ancho y el área de corte de sección es grande. En cuanto a la longitud de la última fibra, el ramio posee la mayor longitud respecto a las otras fibras; el tamaño varía de 29 a 280 mm y el ancho es de 50 a 100 mm. Las células son cilíndricas con terminaciones

redondeadas o triangulares; la pared celular es muy gruesa, con estratificaciones longitudinales entrecruzadas como nudos a lo largo de la superficie.

El ramio, como el algodón, se usó en el Lejano Oriente para tejido de vestidos y cuerdas de los arcos, alrededor de 3,000 a.C.; de la misma forma se utilizó por las primeras civilizaciones de India, Indonesia, China Central y occidental.

La fibra de ramio, al igual que la de otros cultivos productores de fibra, se utiliza en la fabricación de tejidos, cortinas, tapicería, hilados y papel; se combina con otras fibras como el cáñamo, el yute y el algodón debido a su mayor longitud, durabilidad, resistencia y a que no les afecta la humedad, y a que tienen mejores características de lustrosidad y apariencia. El cultivo del ramio, además de proporcionar fibra, también es fuente de proteína en forma de harina, que se utiliza como complemento alimenticio de la ganadería.

El ramio se debe cosechar cuando concluye su crecimiento e inicia la apertura de las flores estaminadas, o cuando los rizomas empiezan su brotación. En esta etapa se obtiene la máxima producción y calidad de la fibra. La cosecha se realiza con el corte de la parte basal de los tallos, en forma manual o con maquinaria agrícola.

La extracción es diferente a la empleada en yute y kenaf, debido a que el tallo presenta alta cantidad de goma y pectina. El proceso de extracción se conoce como descortezación, en el cual los tallos se pasan a través de una máquina descortezadora que separa la corteza de la madera mezclada con fibras en forma de trenza, que luego se separa del tejido de la corteza para que quede la fibra con los residuos de tejidos y gomas. Finalmente se seca al sol.

La fibra seca se extrae por un proceso químico de descomposición que se llama desgomado, en el cual los materiales gomosos y pectinas se remueven en un recipiente con agua caliente, a una temperatura constante, que contiene además sosa cáustica, fosfato y otros catalizadores importantes. Este procedimiento de separado dura tres o cuatro horas. Ya separadas las gomas y pectinas de las fibras, se lavan y exponen al sol.

La estación de crecimiento del cultivo y el tiempo de cosecha son los principales factores que controlan el proceso de enriado y calidad de la fibra, la cual se determina a partir de los criterios de fuerza, fineza, lustrosidad, color y longitud. La fibra recibe influencia de factores no controlables como el ambiente, que incluye el suelo, el clima, la cantidad y

calidad del agua en el enriado; la toma de nutrimentos, la etapa de cosecha, etc. Los factores controlables incluyen especies, variedades, prácticas culturales, método de enriar y de extracción.

e. Lino (*Linum usitatissimum* L., Linaceae)

El lino es una planta de tallo erecto, delgado y liso, de hojas estrechas, lanceoladas y alternas, y flores azules; el fruto es una cápsula globular de cinco carpelos, que puede ser dehiscente o indehiscente. Crece en suelos húmedos, ricos en materia orgánica, propios de regiones templadas. El lino está distribuido en la mayoría de los países de clima templado y subtropical del mundo. Los principales exportadores de lino bruto son: Francia, Egipto, Bélgica, Estados Unidos e Italia, mientras que entre los importadores mayoritarios están Bélgica, China, Francia, India y República de Corea.

Existen antecedentes sobre su cultivo desde hace más de 5,000 años. Se han encontrado restos arqueológicos principalmente en las riveras de los lagos suizos. Los egipcios se vestían con telas de lino y lo usaban para el vendaje de las momias.

Las fibras de lino se forman en el periciclo. La fibra celular es cilíndrica, de superficie lisa, ápices puntiagudos y pared gruesa. Estas fibras son notables por su gran resistencia, elasticidad y longitud de hebra. Se utilizan en la fabricación de telas para lencería, hilo, lona, dril, alfombras, bramante, sedal e hilo para lanchas, papel de fumar, papel de cartas de primera calidad y materiales aislantes.

Se recolecta generalmente a mano y sus tallos se someten a la operación de desgargolado; se sumergen en el agua o se exponen a un ambiente relente. Durante este proceso llamado enriado, una enzima disuelve el pectato cálcico de la lámina media, con lo cual las fibras quedan libres. Después del enriado, se procede a secar y limpiar las fibras, que se separan completamente de los demás tejidos del tallo mediante el agramado. Finalmente se seleccionan las fibras largas, que son las únicas útiles para tejer.

f. Cáñamo (*Cannabis sativa* var. *sativa* L., Cannabaceae)

Los cáñamos que se utilizan para la extracción de fibra y otros usos industriales pertenecen a la variedad *sativa*, que presenta un bajo contenido de alcaloides; se caracteriza por sus tallos largos, poco ramificados, contrario a las plantas que se utilizan para la producción de estupefacientes, que tienen más ramificaciones y corresponden a la variedad *indica*. La fibra se encuentra en el periciclo del tallo y se utiliza en la manufactura de cuerdas,

cordeles, alfombras, lonas, etc.

Su uso se remonta alrededor de 1,500 años a.C. por las primeras civilizaciones chinas. Actualmente, el cáñamo industrial se explota, principalmente, en los países de clima templado. Se aprovecha la fibra textil y el contenido de aceite de la semilla. Los principales países productores son: Rusia, algunos países de Europa, Chile y Estados Unidos. El 75 % de la producción mundial corresponde básicamente a Rusia, Italia y Polonia; les siguen Yugoslavia, Hungría y Rumania.

Generalmente la cosecha se efectúa alrededor del cuarto al quinto mes de su establecimiento, o puede realizarse al momento en que la floración esté en su fase intermedia o cuando se inicia la formación de las semillas; la cosecha de los tallos puede realizarse con maquinaria o en forma manual. Se cortan los tallos de la base y se remueven los foliolos y frutas. Se agrupan de 20 a 30 tallos y se dejan secar de tres a cuatro días; posteriormente se extrae la fibra con maquinaria textil, o bien siguiendo un proceso similar al de yute y el kenaf.

La fibra de cáñamo de mayor calidad se obtiene de las plantas de sexo masculino, ya que alcanzan mayor desarrollo. Esta fibra tiene gran resistencia, pero carece de la elasticidad y flexibilidad del kenaf, el lino o el yute.

3. Fibras foliares

a. Sisal (*Agave sisalana* Perrine, Agavaceae)

La planta se origina de una roseta de hojas que emerge del suelo. Una planta desarrollada de sisal, al momento de la madurez, tiene un tallo o tronco de 30 a 40 cm de diámetro y 1 m de altura. Los brotes (retoños o hijuelos) surgen a 2 ó 2.5 m de la planta que los origina; los rizomas dan origen a las nuevas plantas.

Las hojas, que se conocen con el nombre de pencas, son sésiles, rígidas, suculentas, con márgenes rígidos, pequeñas curvas en los bordes y, al final, terminan en una espina puntiaguda. Cuando la planta tiene una edad entre 6 y 10 años, emite un vástago floral desde el ápice hasta una altura de 3 a 7 m de longitud; los frutos son cápsulas que llegan a madurar alrededor de seis meses después de que la terminó la floración; las semillas son delgadas, de forma triangular, aplanadas y de una coloración oscura.

El sisal es endémico de la Península de Yucatán. Se introdujo y explota, con buenos resultados, en varios países tropicales y subtropicales.

Actualmente, los principales países productores son: Brasil, Haití, Centro América, Tanzania, Kenia, Angola, Java, Indonesia, Mozambique y Madagascar.

El sisal representa alrededor del 70 % del mercado de las fibras en el mundo; es una de las fuentes más importantes de fibra dura en los países tropicales; se emplea para trenzar y hacer cuerdas, elaborar costales o sacos, y en la fabricación de cuerdas marinas debido a su alta resistencia a la salinidad, aunque es menos resistente a la salinidad que la abacá. Cuando la fibra es de baja calidad, se usa en el enguarnecimiento, relleno de muebles y fabricación de papel.

La fibra se localiza en el tejido suculento de la hoja y esta mayormente asociada a los haces vasculares; se obtiene del tejido fundamental y está presente en bandas aisladas; las bandas de la fibra son de dos tipos: mecánicas, que se encuentran en la periferia del tejido fundamental de la hoja y tienen una función mecánica; bandas en grupo, que están presentes en el interior del tejido fundamental y tienen apariencia como de dos medias lunas, las cuales envuelven a las bandas vasculares. Una de las periferias de las bandas de fibra es más ancha, mientras que la otra es más angosta.

Las células fibrosas algunas veces son aplanadas y pentangulares, con lumen largo, menos compacto en las bandas; las células fibrosas son muy largas, uniformemente angostas, a puntiagudas o redondeadas, y presentan ondulaciones en la superficie celular.

Generalmente la cosecha se realiza en forma manual, mediante el corte de las hojas con una navaja o cuchillo afilado; el corte se hace aproximadamente 5 cm antes de la base de la hoja; las hojas se amarran en grupos de 30 a 50 y se transportan al lugar donde se les extrae la fibra. Las hojas se cortan para efectuar la operación de desfibrado o descortezamiento, el cual involucra los pasos de golpeo y raspadura. El desfibrado se hace sobre rodillos de 100 a 150 cm de alto, espaciados a 25 cm. Las hojas se disponen en los rodillos en ángulo recto respecto a la dirección de la rotación, por lo tanto, al pasar la hoja a través de los rodillos, la pulpa se remueve de las fibras, las cuales posteriormente se lavan con agua y colocan para secarlas al sol. Finalmente se realiza el peinado y clasificación de la fibra.

Los criterios para la clasificación de la fibra dependen de la longitud, coloración, presencia de material o defectos al momento de la descortezación, textura, fuerza, fineza y rigidez

Las hojas de sisal contienen hecodenina, producto que se usa en la síntesis

de cortisona; así mismo, de los residuos de la hoja se obtienen cera y pectato de sodio. El escapeo floral se usa para la construcción de casas rurales.

b. Henequén (*Agave fourcroydes* Lem., Agavaceae)

Es una planta perenne, con hojas dispuestas en forma de roseta, las cuales se desarrollan inicialmente debajo de la superficie del suelo; posteriormente, conforme avanza su desarrollo, la roseta emerge del suelo empujada por el tallo o tronco. El tallo es corto, de 30 a 50 cm de diámetro y de 1 a 1.5 m de alto. Las hojas son de color verde-grisáceo, sésiles, aplanadas, suculentas, gruesas, con pequeñas espinas curvadas en los márgenes y terminan con una espina muy rígida. Cuando las plantas tienen de 15 a 20 años de edad, emiten un vástago o escapeo floral que desarrolla ramificaciones terminales, las cuales forman la inflorescencia.

Las bandas de fibra presentan una forma de media luna bien definida, con gran distanciamiento entre ellas; el hueco o espacio que resulta de la formación de bandas de fibra está ocupado por haces vasculares. Las fibras tienen alto contenido de lignina que no mantiene su uniformidad.

La fibra de henequén se utiliza desde la época en que habitaron las primeras civilizaciones o culturas indígenas (principalmente los mayas), en la región sureste de México.

La fibra del henequén se obtiene de la hoja y es de gran utilidad para la manufactura de sacos, alfombras y cuerdas; también lo es para usos domésticos de los nativos donde se explota. También se utiliza para producir pulpa para papel, bolsas, arpilleras e, incluso, para el relleno de muebles domésticos.

México fue el país donde más se cultivó el henequén en forma extensiva; llegó a ser una de las principales fuentes de trabajo y aportación de ingresos económicos para una gran cantidad de personas dedicadas a esta actividad, particularmente en el estado de Yucatán. Su cultivo decayó a partir de la primera guerra mundial, debido a la introducción del cultivo en otros países y a la competencia de las fibras sintéticas. La superficie que se siembra actualmente es muy reducida: 60,000 ha en 2002.

Generalmente, cuando esta fibra se explota, puede aprovecharse para una amplia diversidad de propósitos. Su dureza y resistencia las hacen adecuada para soportar enormes pesos que las fibras sintéticas no toleran.

La primera cosecha de las hojas para extraer la fibra se realiza entre el sexto y séptimo año de vida de la planta; luego, a intervalos de seis meses

durante un período de 10 a 20 años. Al realizar la cosecha, se cortan de 15 a 20 hojas con un machete, a las que se les quitan las espinas terminales y marginales.

Para iniciar el proceso de extracción de la fibra, las hojas se colocan en bandas que las conducen a una máquina desfibradora, donde se maceran, golpean y raspan para dejar libre la fibra, que se lava con agua y se seca al sol. La fibra se coloca en secadores colgantes para facilitar la pérdida de humedad, no obstante que existen maquinas secadoras de fibra para evitar que la calidad disminuya durante el proceso de secado, cuando está expuesta a la acción de las fluctuaciones del clima (temperatura, lluvia, luz, vientos). Al concluir el proceso de secado, la fibra se peina para eliminar las impurezas adheridas y así dejarla lista para el empaque y venta. Los sobrantes o residuos de la hoja pueden utilizarse para alimentar el ganado, fabricar jabón o mejorar el suelo. De la piña se extrae una bebida alcohólica denominada licor de henequén, con la cual se pretende reactivar este cultivo en el estado de Yucatán.

c. Abacá (*Musa textilis* (L.) Née, Musaceae)

Musa textilis (L.) Née tiene gran similitud con las especies de plátano, aunque el penacho es más grande, las hojas más anchas y el fruto no es comestible. Del rizoma se originan los pseudo-tallos que están constituidos por 10 a 30 vainas superpuestas, de las cuales surgen las hojas que forman el penacho. Cuando la planta alcanza su madurez, de la base del pseudo-tallo pueden surgir hijuelos, los cuales se originan de los rizomas. La inflorescencia es una espiga corta y curvada, con los lóbulos del cáliz en forma de ganchos. El fruto es curvo cuando madura y alcanza un tamaño de 5 a 10 cm; no es comestible, debido a que el mesocarpio es consistente y presenta una gran cantidad de semillas de color negro.

La mayor variabilidad de cultivos de abacá se localiza en Filipinas, donde existen alrededor de 20 a 30 de importancia, los cuales se diferencian invariablemente por la coloración, la altura y las características de la fibra; por su maduración, rendimiento, resistencia y adaptabilidad a las condiciones ambientales. La producción mundial de fibra de abacá se estima alrededor de 150,000 ton, de las cuales el 85 % corresponde a Filipinas; el resto a Indonesia y Centroamérica, de donde Panamá y Costa Rica son los mayores productores.

El abacá se conoce, también, como cáñamo de Manila. Su fibra se emplea principalmente en la manufactura de cordeles, ya que posee gran resistencia,

durabilidad y tolera las aguas salinas. En algunas ocasiones, la fibra de abacá se utiliza para la fabricación de papel, bolsas y cuerdas.

La fibra tiene forma de filamento en el pecíolo y vaina de las hojas; está constituida por grupos de células del esclerénquima, con una pared celular uniforme, con una gran cavidad. La terminación de los extremos es puntiaguda.

La cosecha se realiza cuando la plantación tiene 20 a 25 meses de edad, ya que si se realiza cuando las plantas son más jóvenes o de más edad, disminuye la calidad y producción de la fibra. El mejor momento de la cosecha es cuando la planta está en la fase de floración. La cosecha se efectúa removiendo las hojas, que se cortan del ras del suelo, en forma inclinada, para evitar la acumulación de agua, que favorece el crecimiento de hongos y bacterias.

Durante las primeras colectas, el rendimiento de fibra es bajo y se incrementa conforme aumenta la edad de la planta. La producción óptima se obtiene cuando la plantación tiene de 7 a 10 años, dependiendo del manejo y las condiciones ambientales; posteriormente el rendimiento disminuye.

La fibra se obtiene de la parte externa de las vainas de las hojas, que se cortan al momento de la maduración desde la base de la raíz; cada vaina se remueve con descortezadores en forma individual, aunque también se puede cosechar en forma manual. Ya extraída la fibra, se seca al sol y se clasifica por grados, según sus características de calidad. Las fibras de 2 a 4 m, de apariencia lustrosa, con tonalidad de blanca a oscura, son elásticas, muy resistentes y de alta salinidad; las de las vainas del interior del tallo son más finas y de coloración clara; generalmente, el porcentaje de fibra es de alrededor del 2 a 5 % del peso fresco del tallo. Este porcentaje puede cambiar en función de la variedad, el manejo y las condiciones ambientales.

d. Lechuguilla (*Agave lecheguilla* Torr., Agavaceae)

La lechuguilla es una planta perenne de hojas dispuestas en roseta, basales, carnosas, erguidas; se reproduce vegetativamente por hijuelos que emite el rizoma de la planta madre, del cual nace un tallo corto llamado cabeza. Las hojas son lanceoladas, muy fibrosas, azules o de color verde claro, con una faja pálida en la cara superior y líneas angostas verde oscuro, de 50 cm de largo y 2 ó 3 cm de ancho, con una espina apical y espinas marginales. Las hojas jóvenes forman un cogollo. Las flores se disponen a lo largo de un escapo floral de 2 a 3 m de alto; son amarillas, agrupadas de dos en dos y protegidas por brácteas verdosas con tonos rojizos; presentan seis estambres

con anteras versátiles, ovario trilocular multiovulado. El fruto es una cápsula localizada, con semillas café oscuras.

Al cortar transversalmente, en la base de la hoja se observa que el procámbium delimita un área circular de tejido parenquimático, la cual se transforma hasta convertirse en fibra. Esto ocurre gradualmente, de la parte interna hacia la periferia de la banda. Las bandas de la periferia de la hoja no se encuentran agrupadas, mientras que las del interior se presentan en grupos de dos bandas, en forma de media luna, y difieren ampliamente en diámetro. Entre ellas se sitúan los haces vasculares.

Las bandas ya formadas presentan un contorno ligeramente irregular. Cuando maduran completamente, la lignificación es total. Las bandas se compactan fuertemente, lo que no permite espacios intercelulares; el lumen es irregular y en ocasiones está obliterado.

En la región de crecimiento de la banda de la hoja se observa la formación de la fibra inicial a partir de la división de las células parenquimáticas, de las que resultan células poligranuladas con la pared delgada, las cuales mantienen la fibra inicial del mismo tamaño que las parenquimáticas. Una vez formada la fibra inicial, la célula se elonga y el protoplasma empieza a condensarse alrededor de la pared primaria (parte interna); esta condensación es más uniforme que en el centro, de tal manera que empieza a definirse la pared celular secundaria. La pared secundaria continúa desarrollándose, el lumen se define, y persiste aún el protoplasma y las granulaciones en la célula, la cual muestra uno de sus extremos truncados y el otro elongado. Después de la condensación, continúa secretándose material celular (celulosa y lignina), la pared secundaria muestra fisuras transversas y estrías longitudinales debido a la acumulación del material secretado. En el lumen se observan ligeras estructuras rómbicas.

Cuando las células se observan en la parte media de las hojas, éstas presentan mayor longitud y menor diámetro, su crecimiento se aprecia sólo en los extremos de las células, el lumen es más estrecho e irregular y, en ocasiones, se constriñen algunas de sus porciones. En la parte apical de las hojas, las células presentan uno de sus lados ondulados, lo que le da el mismo aspecto al lumen; la cantidad de gránulos protoplasmáticos disminuye en algunas células, mientras que en otras desaparece totalmente, con lo que se completa el desarrollo de la fibra celular

La fibra de la lechuguilla se extrae de las hojas jóvenes. Es una fibra dura que posee características de alta resistencia, buen lustre y gran calidad. Las hojas jóvenes que forman el cogollo se extraen con la ayuda de una cogollera,

que es un instrumento compuesto por un palo de madera, de una longitud de 1 a 1.5 m y una argolla de hierro insertada en uno de los extremos. La cogollera se introduce en el cogollo para desprenderlo. Se separan las hojas del cogollo y se eliminan las más jóvenes, ya que poseen muy poca cantidad de fibra, al resto de las hojas se le remueven las espinas marginales, para proseguir con el tallado, que se realiza en forma mecánica o manual.

El campesino selecciona un sitio para colocar un banco sobre el suelo, inserta la punta del cuchillo (que es de filo romo, de unos 40 cm de largo) en una hoja; con una mano sostiene el mango de éste y con la otra la hoja, que coloca entre el cuchillo y el banco para tallarla, y así separar la fibra. El tallado lo hace por ambos lados de la hoja, al realizar un movimiento con dirección a su cuerpo, hasta que se separa el tejido parenquimatoso de las bandas de fibra. Ya extraída la fibra, se coloca en el suelo o sobre los techos de sus casas, para sacarla al sol. El proceso de extracción de fibra también se efectúa de manera mecánica, con lo que se obtiene una mayor producción. Un buen tallador manual produce, como máximo, 5 kg por día, mientras que con una máquina pueden producirse hasta 30 kg/día, aunque la fibra obtenida en forma mecánica tiene menor calidad y valor que la extraída a mano.

La fibra de lechuguilla se canaliza a la industria textil para la manufacturación de costales, hilos, bolsas, tapetes, cepillos, material para pulir, etc,

La explotación de la lechuguilla para la extracción de la fibra (ixtle), tuvo una gran importancia económica y social como fuente de ingresos para los campesinos ixtleros de los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas. Actualmente, debido al descenso de su mercado por la competencia de las fibras sintéticas, su importancia económica ha disminuido sensiblemente. No obstante, la fibra continúa exportándose, aunque en menor escala, a países de América Latina, Europa y a Japón, entre otros. El aprovechamiento de la lechuguilla esta regulado por la NOM-008-SEMARNAT-1996.

e. Zacatón (*Muhlenbergia macroura* (Kunth) Hitchc., Poaceae)

Planta perenne, rara vez anual, baja, mediana o algo grande, amacollada o rizomatosa, tallo simple o con ramificaciones; la inflorescencia es una panícula cerrada o abierta; espiguillas uniflorescenciales (en ocasiones con dos flósculos); la raquilla con desarticulación arriba de las glumas; gluma más corta que la lema, a veces de igual longitud, obtusa acuminada, o con arista aquillada o conversa en el dorso, la primera a veces pequeña, rara vez

ausente; lema firme, membranosa, con tres nervaduras, testas a veces tenues o rara vez un par adicional, también tenue, con un callo muy corto, rara vez con pelos largos, por lo regular pelos diminutos, ápice agudo, con aristas originadas del ápice o ligeramente más abajo, arista recta y flexuosa.

Al cortarse transversalmente la raíz puede observarse la presencia de endodermo con células rectangulares, bandas de raspar y suberificadas en la superficie de contacto con el cilindro central; periciclo con células del esclerénquima, arregladas en cinco o seis hileras; floema constituido por células pequeñas, casi del mismo diámetro; xilema formado por ocho vasos grandes (raíz octarca), rodeado por una hilera de células fibrosas; la médula o cilindro central constituido por tejido esclerenquimatoso.

El zacatón es una planta que crece en lugares elevados a lo largo de la república mexicana. Durante las décadas de los años 40 y 60, grandes cantidades de fibra se enviaron a Alemania, Francia, Dinamarca y otros países europeos. Sin embargo, la explotación disminuyó considerablemente a consecuencia de la competencia de fibras sintéticas derivadas del petróleo, las cuales son más económicas, y algunas de ellas de mayor duración y calidad. La explotación de esta especie se realiza actualmente sólo de manera local, y genera bajos ingresos a quienes se dedican a extraerla.

La parte que se utiliza es la raíz, que puede desenterrarse en cualquier época del año. Después de lavarla, limpiarla y secarla, se separa de los tallos, se selecciona según su calidad y se empaca para su embarque. Con la raíz de zacatón se fabrican cepillos, escobas y escobetas. En las comunidades con bajos recursos económicos, el follaje también se utiliza como material de construcción en los techos de las casas; las inflorescencias pueden usarse para elaborar arreglos florales de naturaleza muerta.

El zacatón se explota en la zona denominada Progreso, que abarca los municipios de Villa Victoria, San Felipe de Progreso, Valle de Bravo y Asunción, del Estado de México; en la de Perote, al sureste del Pico de Orizaba, faldas del Cofre de Perote; en la del Pico de Orizaba, porción occidental del Pico de Orizaba; en la de la Malinche, que comprende el Cerro de la Malinche y porción oriental del Iztaccíhuatl; en la de Iztaccíhuatl; en la de Tres Marías; en la de Serranía del Ajusco y la del Popocatepetl, vertiente occidental del volcán. En la actualidad, la zona de Progreso es la única en explotación, con una superficie de 3,000 ha.

4. Fibras menores

Las plantas productoras de fibras menores son aquellas que se utilizan en

forma limitada pero tienen demanda en sus países de origen, ya que las poblaciones locales las aprovechan para propósitos muy específicos. Incluso, hay algunas que se explotan en ciertos países como India, Tanzania, China, Malasia, Centroamérica, pero en otros se consideran malezas. Por ejemplo, *Abutilon indicum* (L.) Sweet (Malvaceae) es una fibra conocida como yute chino, que en las regiones agrícolas de México es identificada como maleza.

a. Cocotero (*Cocos nucifera* L., Arecaceae)

El tallo de esta especie alcanza una altura promedio de 20 m y un diámetro en la base de hasta 1 m, que disminuye gradualmente hacia la parte superior. Sus hojas palmadas tienen una distribución espiral, agrupadas en la parte apical. Sus estructuras sexuales se ubican en distintas flores, aunque de la misma planta y en la misma inflorescencia racimosa. El fruto varía de color y forma, según la variedad. La semilla está constituida por el tegumento seminal (capa fina de color variante adherida al endocarpio), el endospermo (formado por una parte líquida y otra sólida) y el embrión.

El uso del cocotero es muy variado, aunque se aprovecha principalmente para obtener aceites, grasas y fibras del fruto.

La fibra, que proviene de la estructura que envuelve al fruto, es corta, áspera y de mala calidad. La fibra se emplea en Asia como materia prima para la fabricación de cordeles, cepillos, tapetes, sacos, alfombras, material de relleno. Sri Lanka es el principal país productor, aunque también se produce en América, pero en menor escala. La fibra posee alto contenido de sustancias pectinosas, no es resistente y no tiene lustrosidad. Para extraer la fibra, los cocos inmaduros se maceran con agua salada durante varios meses, para que se desprenda la fibra, que luego se separa, se lava y se seca.

b. Cáñamo sun (*Crotalaria juncea* L., Fabaceae)

La planta es un arbusto anual, erecto, con tallo cilíndrico y vertical, con una altura de 1.2 a 3 m. El tallo es intensamente verde, hojas simples, angostas, subsésiles y lanceoladas, y están cubiertas con pubescencia diminuta; las inflorescencias son racimos de flores amarillas, estambres unidos en forma de círculo y frutos más o menos cilíndricos que contienen de 10 a 16 semillas.

Las fibras, que se derivan del procambium como elementos del protofloema, primeramente se desarrollan, después todos los elementos se pierden, mientras que los otros llegan a ser anchos y elongados. Aunque la mayoría de las fibras son de origen protofloémico, en la base tienen algunas fibras

que se originan por la actividad secundaria del cambium.

Al cortar transversalmente el tallo en la región del periciclo, la fibra celular está organizada en grupos de bandas en forma semilunar; la última es de tipo vertical con terminación redondeada, lumen ensanchado que continúa hasta la parte terminal. La pared celular es gruesa, con superficie celular irregular por depresiones transversales y longitudinales.

El cañamo sun se cultiva en India, en Sri Lanka y todo el sur de Asia, principalmente en países tropicales. La fibra se extrae de manera similar a la del yute, pero el tiempo de enriado del tallo es menor, debido a que es más delgado y tiene más tejido parenquimatoso. Su fibra es de mejor calidad que la del yute, ya que tiene buen lustre, alta tensión a la fuerza y más durabilidad a la exposición ambiental; la fibra es gruesa, aplanada y de coloración gris oscura; esta fibra no puede tejerse en la maquinaria que se usa para el yute, ya que es demasiado gruesa.

La fibra se usa para la manufactura de cordeles, sacos, redes, papel de buena calidad, aislantes, carpetas, plantillas para zapatos, sandalias, cuerdas para barcos, etc. En Estados Unidos se utiliza para la fabricación de papel de cigarros y cordelería.

c. Escobilla (*Sida rhombifolia* L. y *Sida cordifolia* L., Malvaceae)

Sida rhombifolia L., es una planta erecta, perenne, anual bajo cultivo, con ramificaciones en ambos lados, tallo medianamente liso, hojas angostas, lineadas, más o menos rombifolias, de coloración poco amarilla, con pubescencia en la parte del envés; las flores son generalmente amarillas, algunas veces blancas, con sépalos acuminados, carpelos uniformes y reticulados.

Las plantas de *Sida cordifolia* L. son ramificadas y erectas, que crecen en forma anual y perenne; tiene hojas oblongas, dentadas y con pubescencia en ambas superficies; los pedúnculos están agrupados cerca de las flores y presentan pubescencia en la parte superior; las flores son amarillas y pequeñas, con 10 carpelos. La planta está ampliamente distribuida en los trópicos de ambos hemisferios.

La fibra es de buena calidad, suave y lustrosa, con una longitud aproximada de 180 cm; no presenta corteza y es medianamente reticulada, de coloración amarillenta; la fibra está separada en capas.

d. Yute de China o malva (*Abutilon theophrasti* Medik., Malvaceae)

Es una planta anual con tallo duro, cubierto con pubescencia, de hojas

cordadas, dentadas, cubiertas por una pubescencia de color blanco; pedúnculos más largos que el pecíolo, sépalos ovalados y agudos, cinco en forma tubular en la base, corola de cinco pétalos, tubo estaminal dividido en filamentos en la parte exterior, carpelos de 15 a 20, más largos que el cáliz y semilla reniforme. Se distribuye en todos los países del mundo, y se cultiva en China y algunas regiones de Estados Unidos.

Las bandas de fibra se distribuyen en forma rectangular a cuadrada, con algunas irregularidades y poco elongadas; las células son compactas y los grupos de bandas apenas se juntan respecto a otras; la superficie es muy irregular y la interconexión es, a veces, frecuente entre los grupos de bandas; el número promedio de bandas por grupo es de alrededor de 32, el de capas por banda es de cerca de seis, con un número promedio de 19 células.

Las fibras son blancas o lustrosas, suaves, con poca corteza de madera en la fibra; son resistentes y tienen usos semejantes a los del yute, además de que se usan para la fabricación de papel. La separación de las fibras se hace a través de la remoción capa por capa en toda su longitud, lo que es un defecto, ya que dificulta el proceso de cardado o hilado, debido a su ramificación.

e. Malva de caballo (*Malachra capitata* (L.) L., Malvaceae)

Planta herbácea sin ramificaciones en el tallo, hojas palmeadas y frondosas, algo redondeadas, en forma cordiforme en la parte superior; las flores son amarillas en posición axilar; tiene cinco pétalos en forma de campana, de color amarillo en la parte superior y en la base blancos, con vellosidades, tubo estaminal troncado, cinco dentaciones con filamentos numerosos, anteras reniformes, unicelulares, cinco carpelos, un óvulo, 10 estilos, un ovario indehisciente, fruto subgloboso con depresiones, semillas reniformes. La especie crece ampliamente en las regiones cálidas de India.

Las fibras están presentes en forma rectangular, con tres a cinco bandas de fibra por cada grupo; la superficie de las bandas es poco uniforme, con poca interconexión entre ellas; el número de bandas por grupo es alrededor de 27 y el de células por bandas es de 15 a 16; la superficie de la última fibra es irregular y de tipo puntiagudo.

La fibra resultante es de mejor calidad, tienen alta lustrosidad y los filamentos son de color blanco y suave, con una longitud de 200 cm; presentan poca cantidad de corteza y reticulación; al separar cada capa en forma individual, presenta poca interconexión, lo que facilita el tejido.

f. Yute del Congo (*Urena* spp., Malvaceae)

Urena lobata L. y *Urena sinuata* L., son plantas productoras de fibras que se conocen como yute del Congo, armina, cadillo o malva blanca. Ambas especies se encuentran distribuidas en las regiones tropicales, principalmente en los países de India, Nigeria, Congo, Madagascar, Cuba y Brasil.

Urena lobata L. es una planta herbácea, anual, con vellosidades, hojas cordiformes, con 5 a 7 lóbulos no muy unidos y 5 a 7 nervaciones prominentes en la superficie del envés; pecíolos cortos respecto a las láminas; brácteas oblongo-lanceoladas equivalentes al cáliz, flores rosas o púrpuras, carpelos densamente pubescentes; presenta buen crecimiento y no produce ramificaciones. Al cortar el tallo, se detecta que la fibra está organizada en grupos, que la superficie de las bandas es regular y que existen muchas interconexiones entre las bandas, lo cual incrementa la reticulación y propicia que las células no están compactas. El número de bandas por grupo es de alrededor de 78; el de capas de banda de 17, en promedio, y el de células, de 14. Las de células de la última fibra son uniformes, puntiagudas, verticales y en ocasiones presentan depresiones; lumen angosto, algunas veces con constricciones, pero no es obstruido; superficie de la célula generalmente uniforme.

La fibra de *Urena lobata* L. es flexible, fina, con características de buena calidad; los filamentos son de 75 cm de longitud, con poca corteza de madera, reticulación intermedia, coloración de blanco a cremoso, poca lustrosidad, fuerza intermedia y alta durabilidad. La fibra puede tejerse en las máquinas que se usan para la fabricación de yute, o bien pueden emplearse en la industria del papel y en la manufactura de sacos.

Urena sinuata L., es una planta variable herbácea o perenne, con variabilidad en la cantidad de pubescencia y en la forma de los foliolos; hojas de pubescencias diminutas, angostas, con glándulas en la superficie del envés y con enervaciones; de una a tres brácteas lineares, oblongas, con el cáliz y carpelos densamente pubescentes, con tres lóbulos oblongos; plantas con profusas ramificaciones que crecen desde la base de la planta.

Las bandas de la fibra tienen una orientación rectangular, con los filamentos muy irregulares; son muy elongadas, con distribución uniforme, células no compactas; la superficie de las bandas es de media a muy irregular, con poca interconexión; el número promedio de bandas por grupo es de 46, el de capas de 8 y el de células de 15.

La célula de la última fibra es uniforme, puntiaguda, con ondulaciones en

toda su longitud y lumen angosto. El filamento de la fibra es flexible y fino, con una longitud de fibra de 221 cm; la fibra es suave, de reticulación media, con poco material de corteza, goma y pectina; la fibra es más gruesa respecto a *Urena lobata* L. y de color café oscuro, con poca longitud.

g. *Hibiscus* spp (Malvaceae)

Dentro de este género, todas las especies son productoras de fibra, aunque hay excepciones sobre las características de calidad. En este caso, las especies que se explotan son las siguientes: *Hibiscus vitifolius* L. (Malvaceae), *Abelmoschus manihot* (L.) Medik. subsp. *tetraphyllus* (Roxb. ex Hornem.) Borss. Waalk., *Hibiscus radiatus* Cav. y *Hibiscus acetosella* Welw. ex Hiern., que tienen buena calidad de fibra.

- *Hibiscus surattensis* L. (Malvaceae)

Su tallo es débil, cubierto con vellosidades y proyecciones puntiagudas. Sus hojas son largas redondeadas y pecióladas, con 3 a 5 lóbulos profundos. Presenta estípulas semejantes a las hojas, anchas, en forma de oído. Los pedúnculos son similares en longitud al pecíolo; las bracteas son lineales; las flores son amarillas, con una coloración oscura; la cápsula presenta vellosidades, es ovoide y tiene pubescencia en su base. El rendimiento de fibra es pobre y la calidad es baja.

- *Hibiscus radiatus* Cav. (Malvaceae)

Las plantas son perennes, profusamente ramificadas, con hojas palmeadas y divididas en 3 a 5 lóbulos, anchos y lanceolados, con estípulas lineales. Las flores son axiales, solitarias, con pedúnculo corto; el número de brácteas es de 8 a 10, con o sin ápices; los sépalos son cinco y no están glandulados; la corola es amarilla con centro cremoso o toda pura. La planta tiene un diámetro basal de 1.5 cm; el rendimiento de la fibra es de 3.24, con una relación fibra/madera de 0.35.

Son plantas con floración de día corto. En India florecen el mes de octubre y tardan en crecer seis meses.

La orientación de las bandas de fibra es irregular y existe mucho espacio entre ellas. El contorno de la superficie de la banda también es irregular. El número de bandas es de alrededor de 29, el de capas por banda es de nueve y el de células de 20.

La célula de la última fibra tiene dos tipos de lumen: ancho y angosto; es una célula puntiaguda con desarticulaciones en varios lugares. El

lumen está bloqueado en diferentes puntos y presenta superficie ondulatoria.

La fibra, fuerte, flexible y gruesa, puede llegar a medir 288 cm; contiene material de corteza, con alto contenido de gomas y pectinas, de coloración cremoso a amarillo.

h. Hibiscus amarillo (*Hibiscus panduriformis* var. *australis* Hochr., Malvaceae)

Son plantas anuales o perennes, sin proyecciones en los tallos. Presentan sustancia adherentes, hojas cordiformes anguladas, con cinco lóbulos angostos, pecíolos y pedúnculos cortos, axilares, agrupados al terminar las ramas; las brácteas son de 7 a 10, libres, más cortas que el cáliz; sépalos lanceolados, pétalos amarillos con centro púrpura, fruto-cápsula ovoide con mucha pubescencia y semillas redondas.

La orientación de las fibras es irregular, en forma de elongación radial, con muchos espacios intercelulares; también la superficie de la banda es muy irregular y presenta gran interconexión; el número de capas por banda es de cuatro y el de células en la banda, de 18.

Las plantas son de crecimiento rápido, altas, pero con bajo contenido de fibra; el rendimiento de la fibra por planta es bajo y la calidad pobre.

i. *Sansevieria* spp (Dracaenaceae)

Las plantas del género *Sansevieria* son productoras de fibra. Crecen principalmente en los países tropicales y subtropicales de Africa y Asia. Se han encontrado más de 50 especies, algunas de ellas en estado silvestre. Las principales especies de importancia comercial son *Sansevieria hyacinthoides* (L.) Druce, *Sansevieria roxburghiana* Schult. et Schult. f., *Sansevieria trifasciata* Prain y *Sansevieria longiflora* Sims: la primera crece en Africa, Jamaica y Centroamérica; la segunda en India; la tercera y cuarta en Ceilán y Estados Unidos, respectivamente.

En cuanto a la anatomía de la fibra, las células son perfectamente regulares, la posición de la fibra es vertical y uniformemente puntiaguda, con ondulaciones en su longitud; sobre la superficie celular presenta poros en forma de zig-zag. Las hojas producen una fibra blanca, fuerte y elástica, que se usa para la fabricación de alfombras y cuerdas. Las hojas se cosechan para la extracción de la fibra después de 3 a 5 años de edad. La extracción puede hacerse en forma manual o mecánica.

K. LITERATURA CITADA ↑

1. Abdala Lidia Rosa. Flavonoides, Cátedra de elementos de química orgánica y Biológica. <http://www.zsalud.com/articulos2011021a.htm>, consultado el 4 de julio de 2006.
2. Alvarado Zink. A. Cempoalxóchitl, la flor de los veinte pétalos. Correo del Maestro Num.102, noviembre de 2004. <http://www.correodelmaestro.com/anteriores/2004/noviembre/3anteaula102.htm>, consultado el 6 de julio de 2006.
3. ____ Añil, *Isatis tinctoria*. <http://www.zonaverde.net/isatistinctoria.htm>, consultado el 5 de julio de 2006.
4. 4 ____ Carotenoide. <http://es.wikipedia.org/wiki/carotenoide>, consultado el 4 de julio de 2006.
5. ____ Carotenoides. <http://www.fredmayer.com/Es-Supp/Carotenes.htm>, consultado el 4 de julio de 2006.
6. ____ Indigofera tinctoria. http://en.wikipedia.org/wiki/Indigofera_tinctoria, consultado el 5 de julio de 2006.
7. ____ Los colorantes. <http://www.pasqualinonet.com.ar/colorantes.htm>, consultado el 3 de julio de 2006.
8. ____ Pigmento. <http://es.wikipedia.org/wiki/Pigmento>, consultado el 4 de julio de 2006.
9. ____ . 1980. Yucca. Centro de Investigaciones en Química Aplicada. Comisión Nacional de las Zonas Aridas. 330.
10. Instituto Nacional de Ecología. Resedeaceae , *Reseda luteola*, Gualda, Gasparilla. <http://www.ine.gob.m/ueajei/publicaciones/libros/379/flora59.html>, consultado el 6 de julio de 2006.
11. Lyster, H.D. 1965. Fibras vegetales. Ed. Centro Regional de Ayuda Técnica. 77.
12. Maiti, R.K. 1995. Fibras vegetales en el mundo. Ed. Trillas, México. pp.300.
13. Maiti, R.K. 1997. World Fiber Crops. Science Publishers. Enfield, N.H. U.S.A. pp. 208.
14. Martínez -Flórez, S. J.González-Gallegos, J.M.Culebras y Ma.J.Tuñon 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutrición Hospitalaria XVII (6) 271 -278. <http://www.grupoaluamedica.com/>

[aula/nutricion/n62002/03_Los_flavonoides.pdf](#), consultado el 4 de julio de 2006.

15. Matuda, E. e I. Piña-Luján. 1980. Las plantas mexicanas del género *Yucca*. Ed. FONAPAS. 145.
16. PROCYMAF, Especies con usos no maderables en bosques tropicales y subtropicales. *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. Ex Stedud. http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/maclura_tinctoria.htm, consultado el 5 de julio de 2006.

CAPÍTULO 5

PLANTAS TÓXICAS Y PLANTAS MEDICINALES



*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 5 ↑

PLANTAS TÓXICAS Y PLANTAS MEDICINALES

PLANTAS TÓXICAS

En el amplio mundo vegetal, existen plantas consideradas tóxicas debido a que provocan daños, en algunos casos la muerte, al hombre o a los animales. Los principios activos que causan esta toxicidad son muy diversos e incluyen:

- Alcaloides. Son compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, y alcalinos al reaccionar con compuestos insolubles en agua; forman sales al reaccionar con ácidos y afectan principalmente el sistema nervioso. Las condiciones externas, por lo regular, no afectan el contenido de alcaloides en la planta. Los alcaloides más comunes son: tropano, pirrolizidina, piridina, isoquinolina, indol, quinolicidina.
- Alcoholes. Son alcoholes no saturados, muy tóxicos; entre ellos se encuentra la cicutoxina y el tremetol.
- Ácidos orgánicos. Como el ácido oxálico y el ácido tánico.
- Glicósidos. Son compuestos formados por un azúcar y otro componente no azucarado (cuando el azúcar es glucosa, se denominan glucósidos). De acuerdo a sus componentes, los glicósidos se dividen en glicósidos cianogénicos (liberan ácido cianhídrico), glicósidos cumarínicos, glicósidos esteroides y triterpenoides (glicósidos cardíacos y saponinas).
- Resinas. Sustancias sólidas o de consistencia pastosa, insolubles en el agua, solubles en el alcohol y en los aceites esenciales, y capaces de arder en contacto con el aire. Se obtienen de forma natural de varias plantas.
- Fitotoxinas (toxialbúminas). Son moléculas proteicas que provocan un estado de alergia.
- Minerales. Cu, Pb, Cd, F, Mn, N, Se y Mo.
- Fotocumarinas. Son compuestos que producen fotosensibilidad, fotosensibilización primaria y fotosensibilización hepatógena.
- Nitritos y nitratos. El alto contenido de nitratos en las plantas, provoca envenenamientos en rumiantes.
- Otros. El bióxido de nitrógeno, el tetróxido de nitrógeno, la tiaminasa, la hidroquinona, los estrógenos y los agentes teratógenos.

Las plantas tóxicas pertenecen a muy diversas familias y presentan distintas formas biológicas: lo mismo pueden ser hierbas, arbustos o árboles y

encontrarse en cualquier ecosistema, incluso en el hogar, pues muchas plantas ornamentales presentan toxicidad. Algunas plantas son tóxicas sólo durante una época de su desarrollo, en otras, su toxicidad está en una parte específica de la planta, mientras que otras más son tóxicas en cualquier época del año. Los efectos que provocan dependen de la especie, la forma de contacto y la cantidad ingerida, y pueden ir desde una dermatitis, hasta la muerte. Para evitar riesgos, sobre todo a los niños, es importante identificar las plantas tóxicas, especialmente las que se encuentran a nuestro alrededor.

1. Plantas ornamentales tóxicas

- Laurel o adelfa (*Nerium oleander* L., Apocynaceae). Esta planta contiene glucósidos cardíacos. Toda la planta es tóxica, aunque las semillas presentan la mayor concentración de sustancias tóxicas.
- Agapanto (*Agapanthus africanus* Dur. et Schinz, Alliaceae). La ingestión de esta planta provoca mareos y diarreas, y la savia irrita la piel.
- Boj (*Buxus sempervirens* L., Buxaceae). Contiene sustancias que afectan al sistema nervioso y al corazón.
- Galatea (*Dieffenbachia* Schott, Araceae). La savia de esta planta daña las mucosas, provoca edema y ulceración en labios y lengua, y puede ocasionar parálisis de lengua y laringe.
- Ficus (*Ficus elastica* Roxb., *Ficus benjamina* L., *Ficus lyrata* Warb., Moraceae). El látex de estas especies es tóxico.
- Hiedra (*Hedera helix* L., Araliaceae). Sus hojas y frutos son tóxicos, incluso para las aves.
- Lila (*Melia azedarach* L., Meliaceae). Las hojas y flores son tóxicas.
- Flor de noche buena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch, Euphorbiaceae). Todos los miembros del género *Euphorbia* contienen sustancias tóxicas.

2. Plantas alergénicas

Son plantas que producen reacciones alérgicas en el hombre. Con base en los síntomas de las reacciones inmunológicas, se pueden dividir en dos grandes grupos: el primero se refiere a las plantas que producen erupción en la piel como resultado del contacto físico; el segundo genera síntomas que, en general, afectan el conducto respiratorio, debido a la inhalación de estructuras flotantes, sobre todo granos de polen y esporas.

Las plantas alergénicas que producen enfermedad por contacto incluyen: hiedra venenosa *Rhus radicans* L., *Rhus toxicodendron* L. y *Rhus vernix* L. (Anacardiaceae). Las fracciones aceitosas de las plantas o su polen contienen las sustancias alergénicas. El mecanismo de acción es el de hipersensibilidad de tipo diferido, pues los efectos aparecen de 12 a 48 horas después del contacto.

Las plantas alergénicas que causan enfermedades por inhalación de granos de polen, son numerosas y están profusamente distribuidas. Para que una planta se pueda clasificar como nociva debe reunir las características siguientes: existir en grandes cantidades y estar ampliamente distribuida; producir un gran número de granos de polen que contaminen el aire; el polen debe contener un estimulante de síntomas alérgicos; el polen debe ser anemófilo y bastante flotante, para que el aire pueda dispersarlo a grandes distancias.

El ambrosio *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae) es la planta alergénica más importante, pues quizás supera a todas las demás hierbas, en función del número de personas que afecta cada año. Al parecer, la fiebre del heno que causa *Ambrosia artemisiifolia* está limitada al continente americano. Otras plantas alergénicas son: el quelite *Chenopodium album* L. (Chenopodiaceae), el cedro, *Cupressus sempervirens* L. (Cupressaceae), pata de gallo *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Poaceae).

3. Plantas tóxicas para el ganado

Las plantas tóxicas para el ganado son aquellas que pueden ocasionar daños externos, internos o envenenamiento a los animales, que proporcionan un sabor u olor desagradable a la carne y a la leche. A menudo, la muerte de los animales se atribuye a enfermedades y otros trastornos, cuando en realidad la verdadera causa es la ingestión de alguna hierba nociva o venenosa, que suele serlo sólo en ciertos estadios de crecimiento y en determinadas temporadas, pero que en otras circunstancias puede ser una fuente de forraje. La mayoría de las plantas tóxicas en los pastizales son un peligro constante para los animales que pastorean en los potreros donde crecen; por lo regular, los animales aprenden a evitarlas, aunque las situaciones de sequía o escasez de forraje los llevan a consumirlas.

Los daños que pueden causar las plantas a los animales son de tipo mecánico, cuando afectan la piel, el pelaje o hieren la boca; fisiológicos, cuando alteran el funcionamiento normal del organismo. La severidad del envenenamiento, que puede llegar a la muerte, depende de la cantidad de materia vegetal consumida, naturaleza química del veneno y parte de la planta que se

consumió; la especie, edad, sexo, condición o estado de gestación del animal intoxicado; las deficiencias nutricionales y el efecto del clima sobre las plantas. Los principios tóxicos y los síntomas que provocan en el ganado, se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Sustancias tóxicas presentes en las plantas y síntomas que provocan en el ganado.

Sustancias	Síntomas
Glicósidos	Nerviosismo, respiración anormal, temblor, convulsiones, coloración azulosa en la boca, Gastroenteritis
Alcaloides	Nerviosismo, Temblor, Salivación, Hinchazón, Dificultad para respirar, parálisis
Oxalatos	Mareos, depresión, debilidad, salivación, aumento del ritmo cardíaco, disminución de Ca en la sangre
Aceites	Gastroenteritis, irritación intestinal
Resinas	Afecciones cardíacas y musculares
Nitratos	Dolor abdominal, dificultad para respirar, mucosidad, abortos, infertilidad
Minerales	Grandes cantidades de minerales pueden causar molibdenosis, hipomagnesemia, asfixia

Fuente. Tomado de plantas tóxicas y perjudiciales comunes en pastos en Puerto Rico e Islas Virgenes. EE.UU.

Algunos de estos principios, como los óxidos gaseosos de N, afectan a la víctima poco después de la inhalación. El contacto de casi todos los demás principios se produce por la boca y el aparato digestivo. Existen importantes diferencias respecto a la afectación entre animales rumiantes y no rumiantes. Los envenenamientos por cianuro y nitrito ocurren más en los rumiantes que en animales monogástricos, debido a que la capacidad fermentadora del rumen convierte con más facilidad al cianuro no tóxico de las plantas, en tóxico, o al nitrato de la planta en nitrito más tóxico. La capacidad de los animales para vomitar, a menudo evita la muerte. El hombre, el cerdo y el perro vomitan con facilidad, después de una estimulación relativamente pequeña; sin embargo, los rumiantes y equinos vomitan con dificultad.

El helecho hembra *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Dennstaedtiaceae), una planta que crece en bosques y pastizales que han sufrido incendios, representa uno de los ejemplos más impresionantes de los diferentes efectos

de envenenamiento que pueden producirse en diversas especies de animales. La planta contiene una tiaminasa que destruye toda la tiamina contenida en la dieta: en los no rumiantes, su consumo ocasiona deficiencia de tiamina y la muerte, si no se remedia a tiempo; en el ganado vacuno, la producción bacteriana de tiamina en el rumen, que más tarde se descarga en el aparato digestivo del animal, en cuyo lugar la tiaminasa ya no es activa, impide que se establezca la deficiencia de tiamina.

Las sustancias venenosas que penetran en el aparato digestivo o que se forman dentro de él a partir de otras sustancias de la dieta, casi siempre son irritantes. Quizás los síntomas más comunes del envenenamiento son los asociados a la estasis gastrointestinal; estos principios pueden producir estasis o autotoxemia *Brassica napus* L. (Brassicaceae), hemorragia *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae), diarrea purgante y deshidratación *Phytolacca americana* L. (Phytolaccaceae) o trastornos similares. Una irritación menor puede aumentar la facilidad con que algunas moléculas de veneno se absorben en el torrente sanguíneo (saponina de las semillas de *Agrostemma githago* L. (Caryophyllaceae)).

Los alcaloides de *Senecio* L. (Asteraceae) como *Senecio jacobaea* L. producen agrandamiento de determinadas células del hígado (megalocitosis), oclusión de los capilares hepáticos o insuficiencia hepática. Otras toxinas hepáticas como las contenidas en *Tetradymia* DC. (Asteraceae), producen una patología que reduce la capacidad del hígado para excretar la bilis. Al llegar a la circulación periférica, estos compuestos reaccionan con la luz de modo que hacen que los capilares debajo de la piel escurran suero, lo que forma hinchazones acuosas (edemas) que conducen a la muerte de la piel.

La fotosensibilización también puede tener su origen en moléculas de plantas que no sufren cambios en la digestión ni en el hígado y, de este modo, llegan intactas a la piel y entonces reaccionan con la luz según se indicó antes. Una de estas moléculas es la hipercina, un derivado naftodiantreno de *Hypericum perforatum* L. (Clusiaceae).

Los principios tóxicos que circulan por el cuerpo pueden reaccionar de modo específico con órganos o sistemas determinados. El principio venenoso contenido en *Quercus* L. (Fagaceae) ataca sobre todo al riñón. En general, los alcaloides afectan al sistema nervioso central al producir diversos efectos que dependen de la reacción exacta y su intensidad. Los alcaloides de *Conium maculatum* L. (Apiaceae) causan decaimiento y muerte por falla nerviosa de la respiración o circulación (músculo cardíaco). La falla del mecanismo coagulador surge a causa de un veneno de *Pteridium aquilinum* que destruye

abundante de frutos maduros. Los animales, antes de morir, presentaron dolor abdominal, depresión y convulsiones.

- Largoncillo (*Acacia constricta* Benth., Fabaceae). Los frutos son las partes de la planta perjudiciales al ganado. El ganado vacuno es el más afectado por el consumo de esta planta. El envenenamiento por ácido cianhídrico es el daño principal, los animales manifiestan debilidad progresiva, tambaleo, colapso y muerte súbita.
- Escobilla *Gutierrezia sarothrae* (Pursh) Britton et Rusby (Asteraceae). El follaje es la parte de la planta perjudicial al ganado. El ganado vacuno, ovino y caprino son los más afectados por el consumo de esta planta. El envenenamiento es por saponinas. Los síntomas son el aborto y la retención placentaria.
- Mezquite (*Prosopis* spp., Fabaceae). El fruto es la parte de la planta perjudicial al ganado. El ganado vacuno es el más afectado por el consumo de esta planta. El mezquite, como única fuente de forraje, causa la muerte a largo plazo. No se ha determinado el principio activo que causa el envenenamiento. También provoca daño mecánico. Cuando existe afectación por esta causa, se presenta salivación excesiva, estasis ruminal, reflujo, postración y muerte.
- Hierbas lechosas (*Asclepias* sp., Asclepiadaceae). Las hojas son la parte de la planta perjudicial al ganado. El ganado caprino y ovino son los más afectados por el consumo de esta planta y ocasionalmente el ganado vacuno, equino y aves. El envenenamiento por glucósidos, alcaloides y resinoides, que son los compuestos más tóxicos. La ingestión de lechosillas de hoja delgada, produce espasmo muscular, chasqueo de dientes, salivación excesiva, ritmo cardíaco respiratorio acelerado, alta temperatura y finalmente la muerte, que es ocasionada por parálisis de los centros respiratorios. El consumo de las lechosillas de hoja ancha causa depresión, debilidad general, diarrea, disnea, bajas temperaturas, coma y muerte.
- Lechuguilla (*Agave lecheguilla* Torr., Agavaceae). Las hojas son la parte de la planta perjudicial al ganado. El ganado caprino y ovino son los más afectados por el consumo de esta planta. La fotosensibilidad hepática y disfunción hepático renal, son los efectos registrados en el ganado. Se desconoce el principio activo que causa estos efectos. Los síntomas que se presentan al consumirla son: indiferencia, estupor, flujo acuoso de ojos y fosas nasales, orina de color oscuro; en el área de la pezuña aparece una banda de color púrpura, coma y muerte.

- *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, Fabaceae). Las hojas y semillas son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado vacuno, equino, porcino, caprino, ovino y cunicula son los más afectados por el consumo de esta planta. El principal daño es el envenenamiento por mimosina y un glucósido cianogenético. Cuando se ingiere en grandes cantidades y de forma frecuente, ocasiona pérdida de peso, taquicardia, caída de pelo, dificultades respiratorias, crecimiento pobre, defectos congénitos, abortos, lesiones en la boca, disminución en niveles de tirosina y coma. La leche de vaca puede tomar un color rosado.
- *Solimán* (*Croton ciliato-glanduliferum* CG Ortega, Euphorbiaceae). Las hojas y semillas son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado equino y vacuno son los más afectados por el consumo de esta planta. El principal daño es el envenenamiento por el aceite de croton. Su consumo provoca ataxia muscular, espasmos violentos, salivación excesiva, irritación de mucosas, gastroenteritis severa y muerte por paro respiratorio. Los animales que entran en contacto con la planta al pastorear cerca de ella, pueden presentar dermatitis severa en cara, cuello, extremidades y flancos, además de queratoconjuntivitis. El solimán es una planta que, por lo regular, los animales no ramonean; su ingestión es accidental, aunque debe tenerse cuidado al henificar el forraje, para que no se incorpore esta planta.
- *Higuerilla* (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae). Las hojas, frutos y semillas son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado caprino, equino, porcino, ovino y vacuno son los más afectados por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por la resina que contiene un alcaloide muy tóxico. Su consumo causa fiebre, vómito (excepto en caballos), dolor abdominal, diarrea, temblores musculares, convulsiones, coma y muerte.
- *Helecho hembra* (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, Dennstaedtiaceae). Las frondas frescas o secas y rizomas (poseen cinco veces más cantidad de veneno que las hojas), son las partes de la planta perjudicial al ganado. Los ganados equino y vacuno, raramente porcinos y ovinos, son los más afectados por el consumo de esta planta. El daño principal en equinos es el envenenamiento por tiaminasa, en vacunos, por un compuesto desconocido. A los caballos les provoca nerviosismo, falta de coordinación, pérdida de peso y parálisis; si no se trata al animal intoxicado, puede morir en un lapso de 2 a 10 días. Al ganado vacuno le causa fiebre alta, pérdida de condición, anemia, evacuación de sangre por nariz y recto, y

en ocasiones coágulos en el excremento. En animales jóvenes, dificultad para respirar y edema en la laringe.

- Quelite (*Chenopodium album* L., Chenopodiaceae). Las hojas y tallos son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado rumiante es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por nitritos.
- Zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers., Poaceae). Las hojas y tallos de plantas jóvenes y marchitas son las partes de la planta perjudicial al ganado. El heno curado es relativamente seguro. El ganado vacuno, porcino y caprino es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por glucósido cianogénico, que provoca respiración acelerada, vértigo, ansiedad, temblores, espasmos, abortos, convulsiones y coma. La muerte puede ocurrir de forma repentina, cuando los sorgos se cultivan en suelos muy fertilizados con urea o amoníaco, o cuando son ricos en humus, ya que acumulan cantidades elevadas de nitratos, que se transforman a nitritos por fermentación bacteriana, especialmente en los rumiantes.
- Pata de gallo (*Cynodon dactylon* (L.) Pers., Poaceae). Las hojas y tallos son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado bovino, ovino y equino es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por ácido cianhídrico, llamado también prúsico o durrina, lo cual provoca disnea, nerviosismo, dificultades motoras, taquicardia, convulsiones, postración y muerte. El contenido de ácido cianhídrico en este zacate y en el zacate Johnson lo determinan las condiciones ambientales.
- Rye grass (*Lolium multiflorum* Lam., Poaceae). Las hojas y tallos son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado equino y vacuno es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por nitratos - nitritos.
- Chamal (*Dioon edule* Lindl., Zamiaceae). Los retoños e inflorescencias son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado vacuno es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por un alcaloide, lo que causa la dificultad motora de la parte posterior. Si la intoxicación es severa, se presenta parálisis de las extremidades, postración, atonía ruminal, ptialismo, espasmos musculares y muerte por paro respiratorio.
- Flor peluda *Haplopappus heterophyllus* S.F.Blake, Asteraceae). Las partes

áreas de la planta son perjudiciales al ganado. El ganado vacuno, caprino, ovino y equino es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por tremetol, lo que provoca un temblor violento en el animal, que le produce pararse como jorobado, camina con paso lento y rígido; la rigidez y la lentitud de movimientos es más evidente en los miembros anteriores; también causa constipación, vomito, respiración difícil y micción en gotas. Los síntomas se presentan después de semanas de que el ganado consume la planta. La leche se contamina y puede envenenar a los animales lactantes y a los seres humanos, por lo que debe eliminarse.

- Peonía negra (*Lantana camara* L., Verbenaceae). Las hojas y el fruto son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado vacuno y ovino es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por *lantadine*, lo que origina intoxicación crónica: fotosensibilización en complicaciones secundarias, conjuntivitis y ceguera; intoxicación aguda: anorexia, estreñimiento en las primeras etapas, heces sanguinolentas, deficiencias hepáticas, piel hinchada y agrietada en ocasiones en carne viva, parálisis y muerte.
- Coyotillo (*Karwinskia humboldtiana* (Roem y Schul) Zucc., Rhamnaceae). Los frutos y semillas son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado caprino y porcino es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por antracenona y varias dionas, que causa falta de coordinación, parálisis de extremidades posteriores y parálisis general, lo que puede conducir a la muerte.
- Moradilla (*Lobelia berlandieri* A.DC., Campanulaceae). Toda la planta es perjudicial al ganado. El ganado vacuno, ovino y caprino es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por lobelina (alcaloide), lo que ocasiona dilatación de pupilas (midriasis), disminución de la frecuencia respiratoria, pulso débil, salivación, parálisis del aparato locomotor, parálisis ruminal, coma y muerte.
- Mostacilla (*Descurainia pinnata* (Walter) Britton, Brassicaceae). El ganado vacuno es el más afectado por el consumo de esta planta. Se desconoce el principio activo que causa el envenenamiento, sin embargo provoca ceguera parcial o total, lasitud, debilidad general y la lengua pierde sensibilidad, por lo que el animal no se alimenta ni toma agua. Los animales intoxicados tratan de empujar objetos fijos durante horas y deambulan hasta caer rendidos. Los síntomas se presentan después de

varias semanas de que el animal está consumiendo la mostacilla. Los problemas se incrementan durante la época de floración de la planta.

- Pepino silvestre (*Cucumis dipsaceus* Spach, Cucurbitaceae). El ganado vacuno y equino es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por cucurbitacinas. En el ganado vacuno se producen trastornos digestivos asociados con diarreas, dolor abdominal, depresión severa y muerte; en los equinos sudoración, diuresis, convulsiones tetánicas, estupor, intensa acción purgante o constipación.
- Toloache *Datura quercifolia* Godr., Solanaceae). Las hojas, tallos, frutos y las semillas son las partes de la planta perjudicial al ganado. El ganado vacuno, caprino, ovino y aviar es el más afectado por el consumo de esta planta. El daño principal es el envenenamiento por alcaloides. Cuando se consume, provoca que las pupilas se dilaten, vómitos, vértigo, sequedad de la boca, pulso débil, ceguera parcial, sed, respiración lenta, convulsiones y problemas urinarios.

B. LITERATURA CITADA ↑

1. Anónimo. Plantas venenosas. <http://www.botanical-online.com/plantasvenenosas.htm>, consultado el 7 de agosto.
2. González Stuart A., 1989. Plantas tóxicas para el ganado. Ed.Limusa. México. Pag.273
3. Infojardín. Plantas tóxicas: Identificar la planta tóxica. <http://www.infojardin.com/boletín-archivo/8-plantas-toxicas-identificar-planta-toxica.htm>, consultado el 7 de agosto de 2006.
4. Medellín L.J.A., 2005. Intoxicaciones por plantas reportadas en Tamaulipas. <http://fmvz.uat.edu.mx/rumiantes/plantas%20toxicas/plantastoxicas.doc>, consultado el 7 de agosto de 2006.
5. NRCS., Plantas tóxicas y perjudiciales comunes en pastos en Puerto Rico e Islas Vírgenes. EE.UU. <http://www.pr.ncrs.usda.gov/technical/plants/pfindex.html>, consultado el 7 de agosto de 2006.

C. PLANTAS MEDICINALES ↑

El uso de las plantas para curar alguna enfermedad (Herbolaria), quizás sea tan antiguo como la presencia del hombre sobre la tierra. Su utilización primaria debió basarse en la casualidad y la observación. El ensayo y error

posiblemente fue su metodología para generar conocimiento. El hombre también utilizó extrañas teorías como la de los signos, según la cual la forma de las plantas indicaba su uso, así, una planta de hojas acorazonadas servía para dolencias del corazón y la hierba hepática de hojas trilobadas, era útil para las enfermedades del hígado.

Las primeras referencias escritas sobre plantas medicinales datan de hace 4,000 años. Se trata de una tablilla de arcilla, de origen Sumerio. El Papiro de Ebers (1,700 a.n.e.), documento egipcio, permitió conocer que este pueblo tenía un amplio conocimiento de los principios terapéuticos de las plantas, los que posiblemente desarrolló mucho antes de esta fecha. La medicina ayurvédica (Ayurveda -en sánscrito- significa ciencia de la vida y longevidad), es el sistema médico más antiguo que se conoce; es una filosofía de vida que utiliza las plantas como su principal elemento curativo, aunque se complementa con dietas y ejercicios de yoga o meditación. Se cree que nació hace 5,000 años y sus textos datan de hace más de 2,000. El Charaka Samhita es un tratado para prevenir las enfermedades y cómo curarlas, mientras que el Sushruta Samhita versa sobre cirugía.

En China, el uso de las plantas se remonta a miles de años y muchas recetas se consideran aún vigentes. Los textos de Chang Chung Ching, médico herbolario, considerado el Hipócrates chino (142-220 d.C) resumen gran parte de este conocimiento. El Pen-ts'ao kang-mu (1587), Gran compendio de plantas, lo escribió Li-Shih-Chen, afamado médico chino; su propósito, además de recopilar el enorme conocimiento médico chino que se encontraba disperso, fue corregir una serie de creencias y errores que había en la práctica de la medicina. Su libro se utilizó como texto médico y fue traducido a otros idiomas: japonés, latín, ruso, inglés, francés y alemán.

En Europa, griegos y romanos adoptaron principios de la medicina mesopotámica, egipcia y ayurvédica, e hicieron uso de las plantas con fines terapéuticos. Hipócrates, el padre de la medicina, utilizaba plantas para curar. El texto occidental más antiguo sobre este tema es de Materia Médica, escrito por Dioscórides (40-90 d.C.), médico griego que trabajó como botánico para los romanos. En su obra, Dioscórides describe más de mil plantas y numerosos principios activos. Su libro fue un referente imprescindible hasta el siglo XV; de este se han hecho diversas revisiones y traducciones; la más importante en español es Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado, de Pio Font Quer (1961).

En el continente americano, México desarrolló una notable tradición herbolaria que asombró a los conquistadores españoles por la amplitud de

los conocimientos de los médicos prehispánicos o *ticitl*, sobre el uso de las plantas. Mucho de este conocimiento quedó registrado en el *Libellus de medicinalibus indorum herbis*, escrito por el médico indígena Martín de la Cruz, en 1552, y traducido al latín por un profesor indígena llamado Juan Badiano, por lo que se conoce también como Códice Badiano. La obra fue traducida al español por Angel María Garibay K. y publicada en 1964. Otras obras de gran importancia sobre plantas medicinales de la Nueva España son: la Historia Natural de la Nueva España, de Francisco Hernández, protomédico general de todas las indias, islas y tierra firme del Mar Océano, y la Historia General de las Cosas de la Nueva España, escrita entre 1558 y 1575 por Fray Bernardino de Sahagún.

La enorme riqueza de la herbolaria mexicana se incrementó con los conocimientos que trajeron los españoles y las plantas que introdujeron, pero también la herbolaria europea creció notablemente con la adición de las plantas medicinales y los conocimientos de los pueblos americanos.

El uso de las plantas medicinales en toda cultura es un componente esencial de la medicina tradicional; un conjunto de conocimientos y prácticas generadas en el seno de una sociedad que incluye una estrecha relación con la religión y la magia. Esta circunstancia aunada a que su administración está en manos de brujos y chamanes, propició que la medicina tradicional adquiriera un halo de superstición y charlatanería, lo que sumado al advenimiento de la medicina moderna, motivó que el uso de las plantas medicinales se redujera a las clases sociales que no tienen acceso a la medicina moderna, especialmente en las poblaciones rurales.

Sin embargo, en el siglo pasado, en la década de los 70, surgió un movimiento que planteó el regreso a lo natural, por lo que una enorme cantidad de personas en todo el mundo está reconsiderando el uso de plantas medicinales. Este hecho, adicionado a la difícil situación económica que prevalece en los países en vías de desarrollo y al elevado costo de los medicamentos, ha propiciado que muchas personas no puedan adquirirlos, motivo por el cual, en 1978 la Organización Mundial de la Salud (OMS) llevó a cabo un programa mundial para evaluar y utilizar la herbolaria y la medicina tradicional como una alternativa de salud pública. Se estima que en Pakistán, el 80 % de las personas utilizan plantas medicinales para curarse, mientras que en China el 40 %. En México no existen cifras oficiales, pero la proporción debe ser alta. Un estudio realizado en varias comunidades de Zacatecas, en 1987, por el técnico en salud Eugenio Alvarez González, dio como resultado que el 60 % de las personas usaba plantas medicinales para tratar sus padecimientos. De acuerdo a la OMS, 3,500

millones de personas de las naciones en desarrollo dependen de las plantas medicinales para el cuidado de su salud. En muchos países existe una aceptación de la medicina tradicional por parte del gobierno. En India, por ejemplo, algunos médicos convencionales incorporan la medicina ayurvédica a su práctica profesional.

El consumo de plantas medicinales, contrario a lo que pudiera creerse, también es alto en los países desarrollados. En Estados Unidos aproximadamente un 60 % de la población las utiliza, en tanto que en Japón la demanda de plantas medicinales es mayor que la de medicamentos.

Es innegable que las plantas medicinales tienen un valor indiscutible, no sólo desde el punto de vista de la cultura popular, sino para la medicina moderna. Se estima que más del 25 % de los medicamentos que se consumen provienen de plantas (75 % de plantas de bosques tropicales), entre ellos varios de los que se recetan para el cáncer. Algunos no pueden fabricarse sintéticamente, como el estimulante cardíaco digitoxina, que es el cardiotónico más usado por la medicina occidental y se extrae directamente de *Digitalis* L. (Scrophulariaceae); la vincristina sintética, útil para tratar la leucemia infantil, tiene sólo el 20 % de eficacia respecto al producto natural derivado del *Catharanthus roseus* G. Don (Apocynaceae). Esto posiblemente porque los componentes de las plantas actúan en forma sinérgica, es decir, actúan todos juntos, con lo que complementan, potencian o neutralizan algún efecto negativo.

En Estados Unidos, la venta de medicamentos que contienen ingredientes extraídos o derivados de plantas silvestres ascendió a 15 billones de dólares en 1990. Sin embargo, la utilidad potencial de las plantas es, quizás, mayor de la que se conoce hasta ahora, pues existe medio millón de plantas con flor, muchas de las cuales no se han investigado, y algunas de ellas podrían contener los principios activos para curar enfermedades actuales o futuras.

La industria farmacéutica, a través de numerosos estudios realizados en una diversidad de plantas, ha determinado cuáles son los principios activos que producen reacciones bioquímicas específicas y que llevan a la curación de un enfermo, con lo que validan el saber tradicional; en otros casos, esta industria ha demostrado que las propiedades curativas atribuidas a una planta no existen e, incluso, que algunas son peligrosas.

Un principio activo es una sustancia química que produce una acción fisiológica específica en el cuerpo. Algunos de los más importantes son: los alcaloides, los glicósidos, las vitaminas, los minerales, los flavonoides, las grasas, los ácidos grasos esenciales, la fibra, el agua, los taninos, las

saponinas y las resinas. Algunas de estas sustancias son potentes venenos, por lo que su preparación y administración debe realizarse por expertos de la salud. Los principios activos pueden localizarse en toda la planta o en partes de ella: en las hojas, las flores, los frutos, las semillas, la raíz o en la corteza.

Para preparar un remedio, generalmente es preferible el uso de plantas secas, ya que poseen mayor concentración del principio activo que las plantas frescas. Tradicionalmente se administran en infusiones, decocciones, cataplasmas, ungüentos o aceites. Si bien las plantas aún pueden conseguirse en yerberías y mercados, hoy se obtienen también en presentaciones más sofisticadas como polvos, extractos, pastillas, cremas y cápsulas, que pueden adquirirse en tiendas naturistas con la leyenda: “Este producto no es un medicamento” o “complemento alimenticio”, para cumplir con los requisitos de la Ley General de Salud y su reglamento en materia sobre el control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios.

En el mundo se conocen alrededor de 24,000 especies de plantas medicinales; tan sólo en México se registran cerca de 5,000 plantas con propiedades medicinales, por lo que sería muy difícil mencionar la totalidad en este trabajo. A continuación se presentan algunas de las plantas medicinales que se usan en México.

D. PLANTAS MEDICINALES DE USO FRECUENTE EN MÉXICO ↑

- Aguacate (*Persea americana* Mill., Lauraceae). La parte que se usa de esta especie es la semilla, la cáscara de la semilla, el fruto y las hojas. El principio activo es un aceite. El aceite que se extrae sirve para curar algunas enfermedades del cuero cabelludo (tiña). El polvo de la semilla asada y en dosis de 1 g, tomado por la mañana y en ayunas, favorece la curación de la disentería. Una preparación a partir de la cáscara, de la semilla, del fruto o de las hojas, tomada en ayunas durante tres o cuatro días, ayuda a la expulsión de parásitos intestinales. El cocimiento de la hojas se usa para cólicos menstruales, facilitar el parto y aumentar la leche materna.
- Ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten., Taxodiaceae). La parte que se usa de esta especie son las hojas y tallo. El principio activo es un tanino y resina (toxodina). Se toma para las várices y las hemorroides, pues favorece la circulación venosa. Se utiliza como tónico cardíaco. Con el empleo del cocimiento, desaparece la dificultad para respirar. Por la resina que contiene, favorece la cicatrización de las heridas y úlceras.
- Ajo (*Allium sativum* L., Alliaceae) Las partes que se usan de esta especie

son el tallo, los bulbos y el aceite. El principio activo es allicina, ajoeno, sw circulación arterial y en la retina mejora notablemente la facultad visual, cuando existe alguna debilidad cerebral.

- Bálsamo (*Myroxylon balsamum* Harms var. *pereirae* Harms, Fabaceae). La parte que se usa son las hojas, el tallo y las semillas. El principio activo es un aceite, resina neutra y aceite cumarina. Se usa como antiséptico. Las hojas se machacan y se ponen en las heridas para que cicatricen. Para combatir las anginas catarrales, se utiliza en forma de gargarismos.
- Berro (*Nasturtium officinale* R.Br., Brassicaceae). La parte que se usa son las hojas y el tallo. El principio activo son: materias pépticas, esencia sulfurada (alifíca) y sales minerales. Su uso aumenta el apetito, favorece la desinflamación gastrointestinal, estimula las funciones hepáticas y la formación de glóbulos rojos, y aumenta la cantidad de urea. Además, se usa en estomatitis, gingivitis y faringitis.
- Borraja (*Borago officinalis* L., Boraginaceae). La parte que se usa son las hojas y flores. El principio activo son: el mucílago y las sales minerales. Tiene propiedades sudoríficas y diuréticas. Se usa en fiebres eruptivas (sarampión, escarlatina).
- Calabaza (*Cucurbita pepo* L., Cucurbitaceae). La parte que se usa son las semillas. El principio activo son: el aceite, las sales minerales, la glucosa, la goma y el ácido cítrico. Se usa como antihelmíntico.
- Cañagria (*Rumex hymenosepalus* Torr., Polygonaceae). La parte que se usa es la raíz. Los principios activos son: los ácidos (gálico, tánico, crisofárico), la antraquinona y las sales minerales. Se usa en diarreas, enteritis o enterocolitis.
- Capulín (*Prunus serotina* Poit.et Turp. var. *capuli* (Cav.) Hatus., Rosaceae). La parte que se usa son las hojas El principio activo es el ácido cianhídrico (en grandes dosis causa la muerte). Se usa como sedante, antiespasmódico y analgésico.
- Castilleja (*Castilleja canescens* Benth., Scrophulariaceae). Los principios activos son: el aceite esencial, la resina, la materia grasa, la goma, el almidón y las sales minerales. Se usa frecuentemente en dispepsia hipopéptica (cuando hay escasez de ácido clorhídrico, en el jugo gástrico, y de pepsina). Aumenta la salivación. Tiene, además, propiedades diuréticas.
- Cedrón (*Simaba cedron* Planch., Simaroubaceae). Los principios activos

son: la resina, un glucósido, la cedrina (alcaloide) y las sales minerales. La corteza y las semillas son las partes de la planta que se usan para combatir los síntomas de envenenamiento por mordedura o piquete de animal ponzoñoso. No se cuece porque se altera. Adicionalmente, tiene la propiedad de estimular el apetito.

- Chaparro amargoso (*Castela texana* Rose, Simaroubaceae). Los principios activos son: glucósidos (castelina, destamina), la resina y las sales minerales. Los tallos y las hojas de esta especie se usan para combatir enfermedades del hígado y la disentería amibiana.
- Chicalote (*Argemone mexicana* L., Papaveraceae). El principio activo es un aceite secante. Las semillas se usan como hipnótico y calmante. Combate el insomnio y calma la tos.
- Chilpanxochitl *Lobelia laxiflora* Kunth, Campanulaceae). El principio activo es la lobelia, aceite volátil. Las hojas se usan como vomitivo y purgante. Se aprovecha para combatir el asma. Tiene el efecto secundario dilatar la pupila.
- Ciprés (*Cupressus sempervirens* L., Cupressaceae). Los principios activos son: un tanino, las sales minerales, la resina y el aceite esencial. El fruto de esta especie se usa como antiséptico.
- Cuasia amarga (*Quassia amara* L., Simaroubaceae). El principio activo es la cuasina. La corteza de esta especie se macera y se usa como tónico estomáquico. En dosis elevadas, disminuye la agudeza visual, causa dolor de estómago y fiebre. Aumenta el apetito, facilita la digestión; es estimulante y amargo.
- Damiana (*Turnera diffusa* Willd. ex Schult., Turneraceae). Los principios activos son: las resinas, los taninos, las sales minerales y el aceite volátil. Las hojas se utilizan en estados dispépsicos que provienen de la anemia, pues estimula el apetito y el metabolismo, y favorece la digestión. Provoca impotencia sexual.
- Diente de león (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg., Asteraceae). Los principios activos son: las resinas, un glucósido (taxarina) y las sales minerales. El tallo, las hojas y raíces se usan para estimulación general de las secreciones y aumenta la cantidad de orina. Tiene propiedades diuréticas y depurativas.
- Encino (*Quercus ilex* L., Fagaceae). El principio activo es el ácido tánico, un tanino. La corteza se usa en estomatitis y amigdalitis. Es útil para las

anginas catarrales, y para casos de envenenamiento e ingestión de alcaloides.

- Epazote de zorrillo (*Chenopodium shraderianum* Schult., Chenopodiaceae). El principio activo es la péctica, la resina ácida, el aceite esencial y las sales minerales. Las hojas y el tallo se usan para aumentar la cantidad de bilis; favorece la menstruación y tiene propiedades vermífugas.
- Estafiate (*Artemisia mexicana* Willd., Asteraceae). El principio activo es un aceite esencial, además de la resina neutra y las sales minerales. Las hojas se usan para aumentar la secreción biliar. Es antiespasmódica, calma la tos.
- Estilo o pelos de maíz (*Zea mays* L., Poaceae). El principio activo es un mucílago, las materias pécticas y las sales minerales. Los estilos de la flor tienen propiedades diuréticas y desinflamatorias de las vías urinarias.
- Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill., Myrtaceae). Los principios activos son: el ácido canfórico, el aceite volátil y la sustancia mucilaginosa (eucaliptina). Las hojas se usan como antiséptico y desinfectante. Combate el paludismo y calma la tos.
- Floripondio (*Brugmansia arborea* (L.) Lagerh., Solanaceae). Los principios activos son: la resina, el ácido tánico, la dextrina, la atropina y las sales minerales. Las hojas y la raíz se usan para calmar cólicos intestinales.
- Girasol (*Encelia mexicana* Mart. ex DC., Asteraceae). El principio activo es un aceite fijo, además de materias resinosas, de los ácidos gálico y tánico, y las sales minerales. Los tallos y hojas se usan para reducir los dolores reumáticos.
- Granado (*Punica granatum* L., Lythraceae). Los principios activos son: las pectinas, el almidón, los azúcares, el ácido tánico, los alcaloides (peletierina, isopelieterina) y las sales minerales. El tallo, la corteza y la raíz se usan como vermífugos, en particular para la expulsión de la solitaria.
- Guaco (*Mikania guaco* Humb. et Bonpl., Asteraceae). Los principios activos son: un aceite esencial glucósido (aguacina), una sustancia resinoide y las sales minerales. Las hojas se usan para curar heridas causadas por mordeduras de víboras o animales ponzoñosos. Tiene propiedades anestésicas.
- Hierbabuena (*Mentha x piperita*, Lamiaceae). El principio activo es un aceite esencial. Las hojas se usan en trastornos gastrointestinales; es estimulante

y antiespasmódico.

- Hierba del burro (*Spigelia longiflora* M. Martens et Galeotti, Loganiaceae). Los principios activos son: un aceite esencial y la espegelina, un alcaloide volátil. La raíz se usa para aumentar los movimientos peristálticos, como antihelmíntico y purgante.
- Hierba del gato (*Valeriana procera* Kunth, Valerianaceae). El principio activo es un aceite esencial, tánico, mucílago y glucósido. La raíz se usa como antiespasmódico y sedante.
- Hierba de la golondrina (*Chamaesyce maculata* Small, Euphorbiaceae). El principio activo es una resina ácida, además de una materia gomosa y las sales minerales. Las hojas y raíz se usan como auxiliar en gastritis y gastroenteritis; como desinflamatorios de las mucosas y laxantes. En infecciones de ojos, como limpiador desinfectante.
- Higuera (*Ficus carica* L., Moraceae). El principio activo es la cradina, una materia albuminoide. El tallo y hojas se usan en dispepsia, como laxantes y en fiebre tifoidea; es auxiliar como vermífugo, con propiedades antisépticas.
- Higuera (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae). El principio activo es un alcaloide (ricina) y ácido ricinólico. Las semillas se usan como purgantes, tiene propiedades como lubricante del tubo intestinal y como vermífugo.
- Limón (*Citrus limon* (L.) Burm.f., Rutaceae). Los principios activos son: la hesperidina, que es un aceite esencial, el ácido cítrico y las vitaminas. Las hojas y frutos se usan para estimular la circulación, la respiración y la acción nerviosa; es diurético, desinflamatorio de las vías mucosas y hemostático.
- Manzano (*Malus domestica* Baumg., Rosaceae). El principio activo es el azúcar, además del ácido tánico y las sustancias pécticas. El fruto se usa como diurético y antidiarreico y en trastornos dispépsicos en niños.
- Manzanilla (*Matricaria chamomilla* L., Asteraceae). El principio activo es un aceite esencial y principio amargo. Las hojas y flores estimulan el apetito, se usa como antiespasmódica (calma cólicos). Auxiliar en infecciones de los ojos, como limpiador desinfectante.
- Marihuana (*Cannabis sativa indica* L., Cannabaceae). El principio activo es una sustancia resinosa alcaloide (canabinina), el hidrocarburo (canabena) y el glucósido (canabina, colina). Las hojas se usan como auxiliar para quitar el insomnio; como analgésico, para eliminar las jaquecas, las neu-

- ralgias, el reumatismo. Su cultivo y posesión es ilegal en México.
- Mastuerzo (*Tropaeolum majus* L., Tropaeolaceae). El principio activo es un glucósido (treopeolina), además de una resina. El tallo, hojas y semillas se usan como auxiliares en enfermedades de la boca (estomatitis), tratamiento de amigdalitis, en dispepsia, tiene propiedades depurativas.
 - Mezquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC., Fabaceae). Los principios activos son: sustancias mucilaginosas, la goma arábiga y las sales minerales. La corteza y las semillas se usan como desinflamatorias del tubo digestivo, de la garganta, de la faringe y de la laringe, y en la disentería.
 - Naranja (*Citrus aurantium* L., Rutaceae). Los principios activos son: un aceite esencial, el ácido hespérico, un glucósido (hesperidina), el ácido resinoso y las vitaminas. Las hojas, la corteza y las flores se usan como infusión, para trastornos nerviosos.
 - Nogal (*Juglans mexicana* S.Watson. Juglandaceae). Los principios activos son: un glucósido (nucina) y un aceite esencial. Las hojas y la corteza se usan como auxiliares en estados anémicos; la corteza como purgante ligero. La nuez verde, colocada en alcohol durante varios días (30 gr/15 ml), se utiliza para estimular el crecimiento del cabello y para obscurecerlo. Auxiliar en infecciones de ojos, como limpiador desinfectante.
 - Nopal (*Opuntia* spp., Cactaceae). Los principios activos son: las sales minerales y los alcaloides. El tallo se usa por sus propiedades diuréticas, laxantes; como cataplasma y tónico cardíaco.
 - Orégano (*Origanum vulgare* L., Lamiaceae). El principio activo es un aceite esencial (carvacrol). Las hojas y flores se usan como antisépticos. Es auxiliar en infecciones intestinales y en estados de amenorrea. Como efecto secundario, causa irritación.
 - Papaya (*Carica papaya* L., Caricaceae). El principio activo es la papaína. El fruto estimula la digestión y es auxiliar en la dispepsia.
 - Perejil (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman, Apiaceae). El principio activo es un aceite esencial (apiol o alcanfor de perejil). La raíz se usa por sus propiedades diuréticas; favorece la menstruación. Es ligeramente afrodisíaco.
 - Peyote (*Lophophora williamsii* (Salm-Dyck) J.M.Coult., Cactaceae). El principio activo es un grupo de alcaloides (mezcalina, anhalonidina, peyotina). El tallo y la raíz se usan para aumentar la tensión arterial; provoca arritmia cardíaca y es auxiliar en dolores reumáticos.

- Piña (*Ananas comosus* (L.) Merr., Bromeliaceae). El fruto se usa como auxiliar en dispepsia; es desinflamatorio de las vías mucosas, vermífugo y disminuye la tos.
- Pirul (*Schinus molle* L., Anacardiaceae). Las hojas, la corteza y los frutos se usan como antisépticos; también como desinflamatorios de la mucosa bronquial y uretral. Estimula la cicatrización.
- Poligala (*Polygala scoparia* Kunth, Polygalaceae). El principio activo es el ácido poligálico, que contiene saponina y resina. La raíz se usa como expectorante y sudorífero.
- Rábano (*Raphanus sativus* L. subf. *niger* (Miller) Hiroe, Brassicaceae). Los principios son: un aceite esencial y vitaminas. La raíz se usa para aumentar la transpiración y la cantidad de orina. Auxiliar como antiséptico.
- Raíz de jalapa (*Ipomoea purga* Hayne, Convolvulaceae). Los principios activos son: la goma, las resinas (jalapina y convolvulina), el ácido jalápico y las sales minerales. La raíz es purgante.
- Reina de la noche (*Selenicereus grandiflorus* Britton et Rose, Cactaceae). El principio activo es un alcaloide (cantina), El tallo se usa como tónico cardíaco, en angina de pecho; aumenta la energía de las pulsaciones, provoca cierta lentitud en las pulsaciones e incrementa la presión arterial.
- Rosa de castilla (*Rosa gallica* L., Rosaceae). Sus principios activos son: una resina y taninos. Los pétalos se usan por su propiedad astringente. Es auxiliar en diarreas infantiles, antiespasmódico; también en infecciones de los ojos, como limpiador desinfectante.
- Ruda (*Ruta graveolens* L., Rutaceae). Sus principios activos son: la inulina, la goma, el aceite esencial, el ácido rútico y un glucósido (rutina). Las hojas se usan en amenorrea y es antiespasmódico.
- Sábila (*Aloe vera* (L.) Burm. F, Aloaceae). Sus principios activos son: el ácido nítrico, el aloético, el crisámico y aluína. El tallo se usa como purgante, aumenta el apetito, favorece la circulación y la menstruación.
- Sauco (*Sambucus cerulea* Raf., Caprifoliaceae). Su principio activo es un aceite esencial, además del ácido volátil (vibúrnico) y la resina. Las hojas, las flores y la corteza se usan como purgante (hojas machacadas). Estimula la sudoración sudoral.
- Tabaco (*Nicotiana tabacum* L., Solanaceae). Los principio activos son: un

alcaloide (nicotina), además de la nicotéina, la piridina, la colidina; el ácido málico, el oxálico, el acético, la goma y materias resinoides. Las hojas se usa como antiespasmódico, para el asma, los cólicos (cocimiento al uno %) y el reumatismo (aplicado externamente).

- Tabaquillo (*Satureja macrostema* Briq., Lamiaceae). El principio activo es aceite esencial (carvol), además de los taninos y las resinas. Estimula el apetito y desaparece los vómitos. Las hojas se usan como antiespasmódicas, para el dolor de cabeza, como sudoríferas y antisépticas.
- Tamarindo (*Tamarindus indica* L., Fabaceae). Los principios activos son: el ácido tartánico, el cítrico y el bitartrato de K. Las hojas y los frutos se usan como laxante, purgante y diurético. Expulsa las lombrices intestinales.
- Tila (*Tilia americana* L. var. *mexicana* (Schlecht.) J.W.Hardin, Tiliaceae). Los principios activos son: una sustancia mucilaginoso, un aceite esencial, un tanino y las sales minerales. Las hojas y las flores se usan como antiespasmódicos. Calma la excitación nerviosa, insomnio y dolor de cabeza.
- Tomillo (*Thymus vulgaris* Sibth. et Sm., Lamiaceae). El principio activo es un aceite esencial, además de taninos. Las hojas, el tallo, las flores y la raíz se usan como antiséptico. Estimula la secreción de saliva. Como estomáquica, calma los cólicos y desaparece la diarrea.
- Tronadora (*Tecoma stans* (L.) H.B. et K., Bignoniaceae). Los principios activos son: los alcaloides, la glucosa y las sales minerales. La raíz estimula el apetito y calma el dolor de estómago.

D. LITERATURA CITADA ↑

1. Anónimo. Historia de las plantas medicinales. <http://www.botanical-online.com/medicinalesprincipioshistoria.htm>, consultado el 14 de agosto de 2006.
2. Anónimo. Importancia de las plantas medicinales. <http://www.botanical-online.com/plantasmedicinalesimportancia.htm>, consultado el 14 de agosto de 2006.
3. Anónimo. Principios activos de las plantas medicinales. <http://www.botanical-online.com/medicinalesprincipios.htm>, consultado el 14 de agosto de 2006.
4. Anónimo. Li Shih-Chen(Li Shizhen). <http://www.es.flinders.edu.au/>

- ~mattom/science+society/lectures/illustrations/lecture15/lis..., consultado el 14 de agosto de 2006.
5. Akerele, V. Heywood, and H. Synge, eds., Conservation of medicinal plants. Cambridge University Press, Cape Town.
 6. Attisso, M.A. 1983. Phytopharmacology and phytotherapy. Pages 194-206 in R.H. Bannerman ed. Traditional medicine and health care coverage. OMS, Geneva.
 7. Balick, M.J., and Cox, P.A. 1996. Plants, people and culture: the science of ethnobotany. W.H. Freeman and Company: Scientific American Library, New York.
 8. Balick, M.J., Elisabetsky, E., and Laird, S.A. 1996. Medicinal resources of the tropical resources of the tropical forest: Biodiversity and its importance to human health. Columbia Univ. Press, New York.
 9. Cunningham, A.B. 1991. Development of a conservation policy on commercially exploited medicinal plants: a case study from Southern Africa. Pages 337-358 in O.
 10. Farnsworth, N.1988. Screening plants for new medicines. Pages 83-97, in E.O. Wilson ed. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C.
 11. Hersch-Martínez, P.1995. Commercialization of wild medicinal plants from southwest Puebla, México. Economic Botany 49:197-206.
 12. Hersch-Martínez, P.1997. Medicinal plants and regional traders in Mexico: Physiographic differences and conservational challenge. Economic Botany 51(2):107-120.
 13. Lorenz, M.1990. Examination for domestication of the Mexican medical plant, *Valeriana edulis ssp.* Procera Meyer Doctoral Thesis ed. Technische Universitat, Munchen, FRG. 145 BP.
 14. Martínez, M. 1969. Las plantas medicinales de México. Adres Botas, México. D.F.
 15. Martínez, M. 1969. Las plantas medicinales de México. Adres Botas, México. D.F.
 16. México Desconocido on line Herbolaria. <http://www.mexicodesconocido.com.mx/espanol/naturaleza/flora/imprimir.cfm?idesc=10>, consultado el 14 de agosto de 2006.

17. Michael, J., Kronenberg, F., Osoki, A.L., Reiff, M., Fugh-Berman, A., O'Connor, B. Roble, M., Lohr, P. and Atha, D. 2000. Medicinal plants used by latino healers for womens health conditions in New York City. *Economic Botany* 54(3): 344-357.
18. Perales R. F. J. 1997. La herbolaria medicinal en Zacatecas. <http://www.planeta.com/planeta/98/08/08jardin.html>, consultado el 14 de agosto de 2006.
19. Reader's Digest. 1997. Remedios, curaciones y tratamientos médicos. México Pag.32, 39, 49.
20. Sahnja S. 2001. Notas de la herbolaria, en Revista Inter-Forum. http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/artvegano_021401.html.

CAPÍTULO 6

PLANTAS SILVESTRES DEL NORESTE DE MÉXICO CON POTENCIAL ORNAMENTAL



CAPÍTULO 6 ↑

PLANTAS SILVESTRES DEL NORESTE DE MÉXICO CON POTENCIAL ORNAMENTAL

1. Riqueza Genética

La riqueza florística de México, en cuanto a recursos genéticos, es muy amplia. Existen aproximadamente 30,000 especies diferentes, lo que representa poco más del 10 % de la diversidad de todo el planeta (7). Con toda esta variedad, el aporte de México a los diferentes campos de la horticultura a nivel mundial es importante. Entre las especies ornamentales más destacadas que ha aportado nuestro país y que ahora tienen gran importancia en el comercio mundial se encuentran la flor de nochebuena o poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch), el cempasúchil (náhuatl: cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.), *Cosmos bipinatus* Cav., la dalia, (*Dalia variabilis* Cav), la palma camedor (*Chamaedorea elegans*), el chile (*Capsicum annuum* L), la clarkia (*Clarkia elegans* Douglas), el nardo (*Polianthes tuberosa* L.), la maravilla (*Mirabilis jalapa* L.), el girasol (*Helianthus annuus* L.), entre otros.

En México no se ha dado la importancia debida a una gran variedad de recursos fitogenéticos con potencial ornamental y que, sin embargo, están siendo aprovechados de manera muy eficiente por investigadores de otros países; tal es el caso de la Nochebuena, especie nativa de México, que fue registrada en Estados Unidos de América con el nombre de Poinsettia en honor al embajador de ese país que la dio a conocer como especie con un gran valor ornamental.

Otro caso semejante es el del género *Pinguicula*, que agrupa diversas especies de plantas carnívoras, algunas nativas del sur de México, cuyo cultivo se conoció primero en Europa, donde muchas de estas plantas se registraron como especies nuevas y otras se propagaron ampliamente entre coleccionistas de especies carnívoras. No obstante su demanda, el género *Pinguicula* ha pasado prácticamente desapercibido para los horticultores de nuestro país, mientras que en Europa se cultiva, desde hace más de un siglo, en los principales jardines botánicos.

Si bien la riqueza de recursos genéticos vegetales en México es amplia, su aprovechamiento es limitado debido a que aún se encuentra en proceso de estudio la información básica sobre la biología y los procesos de domesticación de las especies silvestres de la flora mexicana con potencial ornamental. Por otro lado, existe una presión continua mediante la alteración y destrucción de hábitat, a consecuencia del sobrepastoreo y de

la apertura de nuevas áreas de cultivo, así como de la extracción de especies con fines diversos como la comercialización directa, que han propiciado la desaparición de especies con potencial hortícola.

Los avances de la biotecnología han favorecido a los países desarrollados, los cuales se han beneficiado de los recursos genéticos de los países en vías de desarrollo, que son los centros de origen, al patentar genes, variedades o híbridos sin otorgarles pago alguno ni permitirles el uso de tales recursos en tanto no paguen regalías.

Ante tales circunstancias, es importante priorizar y caracterizar las especies de uso potencial no sólo para su explotación, sino para su conservación, pues son patrimonio de la nación y del mundo.

Es interesante mencionar que el clima del noreste de México ha permitido la adaptación evolutiva de especies silvestres capaces de soportar bajas precipitaciones y altas temperatura en el verano, y temperaturas por debajo de 0° C en el invierno. A partir de estas características, es difícil mantener en condiciones adecuadas muchas de las especies introducidas que actualmente se utilizan en las ciudades de la región noreste con fines de ornato y cuyo requerimiento de agua es muy alto. Las adaptaciones de las especies silvestres a las condiciones de clima se observan en las características morfológicas tales, como las diferentes formas de los tallos, por ejemplo, de los cactus o biznagas, o las formas de la roseta de los magueyes o lechuguillas y, especialmente los colores vistosos y llamativos de las flores durante la época de floración. Las especies de la flora silvestre del noreste del México tienen la particularidad (aunque existen casos de especies donde no se pueden generalizar estas circunstancias), de crecer en suelos delgados, arenosos (en ocasiones suelen crecer en suelos salinos), con poca materia orgánica, pH alcalino, además de demandar cantidades mínimas de agua, lo que las hace atractivas para usarlas en jardinería. Sin embargo, el aprovechamiento de estas especies aún requiere de procesos de domesticación, además, se encuentran reguladas por la norma mexicana de protección a especies de flora nativas de México, por lo que es conveniente revisar la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 para conocer su estado de protección y evitar alguna sanción.

La ventaja del uso de especies silvestres, es la tolerancia que tienen a factores de clima y suelo, propios de cada región. Es importante destacar que la falta de agua para el uso doméstico en el norte de México es un problema cada vez más grave, por lo que el agua disponible para el mantenimiento de jardines y áreas verdes es cada vez más escasa; sin embargo, las especies

silvestres son una opción viable, ya que se adaptan muy bien a las condiciones de la región (clima, suelo, baja demanda de agua, bajos costos en mantenimiento por control de plagas y enfermedades). Estas condiciones representan una gran ventaja frente a especies introducidas y, por otro lado, su desarrollo como nuevos cultivos ornamentales es una oportunidad muy valiosa para conservar los recursos genéticos de México.

Investigaciones de la flora silvestre en el noreste de México muestran especies con potencial para uso ornamental – ver Cuadro 1, en la página siguiente. Este listado y la posterior descripción botánica de algunas de estas especies son el resultado del trabajo de los autores, miembros de los departamentos de Horticultura, Botánica y Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

2. Campanitas (*Campanula rotundifolia* L., Campanulaceae)

Localizada en la sierra de San Antonio de las Alazanas, en el estado de Coahuila, esta planta alcanza una altura máxima de 25 cm. Las flores son muy llamativas, de color azul, con cinco pétalos; el fruto es una cápsula redondeada. Tiene hojas alternas de color verde, acorazonadas en la base, de donde brotan varios tallos delgados de entre dos y tres milímetros de diámetro. La floración ocurre normalmente en temporada de lluvias. Se sugiere como planta de maceta.

3. Tronadora, flor de San Juan, San Pedro (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex HBK., Bignoniaceae)

Planta con distribución en el centro-norte de México. Es un arbusto que alcanza hasta 2.5 m de altura. Las hojas son opuesto-cruzadas, imparipinadas, con 3 a 4 pares de folíolos, angostamente lanceolados, agudos y finamente aserrados. Las flores son de color amarillo brillante, campanuladas, con cinco pétalos y se presentan en racimos. El cáliz es acampanado, dentado. El ovario es bicarpelar, bilocular, con muchos óvulos. El fruto es una cápsula larga con abundantes semillas aplanadas que miden de 4 a 6 mm; con alas, las semillas alcanzan hasta dos centímetros de longitud, lo les permite ser dispersadas por el viento. Es de fácil germinación. Se desarrolla en suelos delgados, de origen calcáreo; tolera el clima seco y extremoso de la región, por lo que podría funcionar adecuadamente en áreas verdes de parques o jardines, con suelos de baja calidad. En esta especie se han encontrado propiedades antidiabetes, de ahí que se le conozca también como diabetina. El color amarillo brillante de las flores de 4 a 5 cm de longitud y de aproximadamente 2 a 3 cm de diámetro, contrasta con el

color verde del follaje. La floración normalmente se inicia en la primavera y se mantiene durante el verano y parte del otoño, sobre todo si la lluvia es abundante. Esta especie prospera bien en suelos delgados y pobres de materia orgánica. Se sugiere como planta para jardín.

Cuadro 1. Especies silvestres con potencial ornamental, del Noreste de México y su posible uso.

Especie	Posible Uso
<i>Achillea millefolium</i> L.	Planta para suelo
<i>Bouvardia ternifolia</i> Schlttdl.	Planta para suelo
<i>Callirhoe involucrata</i> A. Gray.	Planta para maceta
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	Planta para maceta
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Planta para maceta
<i>Cichorium intybus</i> L.	Planta para suelo
<i>Cordia boissieri</i> A.DC.	Arbol para Jarrín
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Planta para maceta
<i>Chilopsis linearis</i> Sweet.	Arbol para jardín
<i>Dalia variabilis</i> Desf.	Planta para suelo
<i>Gutierrezia sarothrae</i> (Pursh) Britton <i>et</i> Rusby	Para delimitar jardines
<i>Gymnosperma glutinosum</i> Less.	Para delimitar jardines
<i>Helianthus annuus</i> L.	Planta para suelo
<i>Hibiscus martianus</i> Zucc.	Planta para maceta
<i>Hunnemannia fumariifolia</i> Sweet.	Planta para maceta
<i>Lantana camara</i> L.	Planta para suelo
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) I.M. Johnston	Planta para seto
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Planta para suelo
<i>Oenothera speciosa</i> Nutt.	Planta para maceta
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd	Planta para maceta
<i>Salvia grahamii</i> Benth.	Planta para suelo
<i>Solidago velutina</i> DC.	Para delimitar jardines
<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) D. Don.	Planta para maceta
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. <i>ex</i> HBK.	Arbol para jardín
<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) A. Gray	Planta para maceta
<i>Verbena bipinnatifida</i> Nutt.	Planta para maceta
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc.	Planta para suelo
<i>Cowania plicata</i> D. Don	Planta para suelo

4. Anacahuita (*Cordia boissieri* D.C., Boraginaceae)

Es una especie arborecente que alcanza una altura máxima de 3.5 m y se distribuye en las partes bajas de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, tiene un tallo leñoso de corteza color gris; las hojas se presentan en las partes terminales de las ramificaciones, con distribución alterna, de forma ovada de color verde oscuro en el haz, y de color grisáceo en el envés, el cual muestra una fina pubescencia de apariencia aterciopelada. La lámina de cada hoja llega a medir poco más de 10 cm de largo por 5 ó más centímetros de ancho. Las flores se presentan en cimas, las cuales abren en número de 3 a 4 simultáneamente; las flores, de un diámetro de 7 cm, son campanuladas, con cinco pétalos de color blanco; el cáliz es gamosépalo, con cinco estambres y dos estigmas bifurcados. El fruto es una drupa que está recubierta con el cáliz.

La anacahuita presenta varios periodos de floración a lo largo del año: el primero en la primavera, aunque no se haya iniciado la temporada de lluvias; otro puede ser al presentarse las lluvias, durante los meses de julio a septiembre. Se desarrolla en suelos con altitudes inferiores a los 800 msnm, con pobres contenidos de materia orgánica y pH alcalino. Tolerancia muy bien la falta de precipitación en los meses de invierno y primavera. Rebrotará y se cubre de blanco al inicio de la primavera, con el incremento de la temperatura, mientras que muchas otras especies de la misma región aún no reinician su crecimiento o floración. Se sugiere como árbol para jardín.

5. Amapola rosada (*Oenothera speciosa* Nutt, Onagraceae)

Planta común en el noreste de México. Las hojas son lanceoladas, obtusas en la base, ápice cuneado, pilosas en ambas caras, con una longitud de 3 a 5 cm, el ancho de 1 a 1.5 cm y una distribución alterna a lo largo del tallo. Las flores tienen cuatro pétalos de color rosa o blanco, con un diámetro de 6 a 7 cm en el estado de Nuevo León, mientras que en el de Coahuila el diámetro es de 4 a 5 cm. Las flores son de color rosa con marcadas nervaduras en los pétalos, con ocho estambres y un ovario ínfero. El fruto es una cápsula de 1 a 2 cm de largo, tetragonal, con abundantes semillas.

Los vistosos colores que presenta y el tamaño de la flor pueden ser característicos de interés para utilizarse en jardines, sobre todo si se considera la amplia adaptación a características de suelo. Se desarrolla principalmente en la primavera, siempre y cuando exista la humedad suficiente para completar su desarrollo. Se sugiere como planta para maceta.

6. Amapola de campo (*Hunnemannia fumariifolia* Sweet., Papaveraceae)

Se localiza en los municipios de Ramos Arizpe, Arteaga y Saltillo. Es una planta que alcanza una altura de hasta 60 cm, con hojas alternas de color verde azulado, limbo dividido que se desarrolla conforme se incrementan las temperaturas. Permanece con floración durante la primavera y el verano. Se comporta como perenne. Rebrotta desde la base de los tallos, ya que no tolera las temperaturas inferiores a los 5° C bajo cero. Las flores presentan cinco pétalos de un vistoso color amarillo, con un diámetro de aproximadamente 7 cm. El fruto es una cápsula de alrededor de 12 cm de longitud, con múltiples semillas en forma de pequeñas esferas, de aproximadamente un milímetro de diámetro.

Esta planta se desarrolla en suelos pobres y con muy escasa humedad, lo cual la hace una buena alternativa para jardines en regiones con problemas de escasez de agua. Se sugiere como planta para maceta.

7. Alfombrilla (*Verbena bipinnatifida* Nutt., Verbenaceae)

Es una planta herbácea de ciclo anual, de tallos erectos a decumbentes, de hasta 40 cm de largo y 30 cm de alto, cuadrangulares, cubiertos por pubescencia hispida. Las hojas son opuestas, sésiles, con pecíolo reducido, de 1 a 3 cm de largo y limbo dividido en lóbulos angostos. Las flores se presentan en espigas terminales densas de color rosa-violáceo, de 10 a 12 mm de diámetro y 5 lóbulos. El cáliz es de 5 a 8 mm de longitud, hispido, precedido por una bráctea angosta del mismo tamaño; presenta cuatro estambres. El fruto está formado por cuatro nuececillas que están contenidas en el cáliz, negras, cilíndricas, de 2 a 3 mm de largo.

Esta planta inicia su desarrollo en la primavera, y florece durante esta época y el verano. Se reproduce por semilla. En forma natural crece en suelos delgados e inicia su desarrollo al pasar la temporada de frío; se localiza en el sur de Coahuila. Algunos investigadores mencionan que otra especie del mismo género, ya se introdujo en muchas regiones como ornamental, debido a la vistosidad que presentan sus flores (8). Es posible utilizar esta especie en jardines, como cobertura vegetal, ya que no requiere altos volúmenes de agua. También se sugiere como planta para maceta.

8. *Hibiscus martianus* Zucc. (Malvaceae)

Planta herbácea de hábitos rastreros, tallos cortos que alcanzan hasta 30 cm de alto. Su propagación puede ser vegetativa o por semilla; tiene forma

de riñón, con un diámetro aproximado de 3 mm y un espesor de 0.5 mm; es de color café claro y presenta rugosidades en su cubierta. Las hojas tienen pecíolos largos, de 1 a 3 cm de largo y limbo ancho, más o menos pentagonal, dividido en lóbulos anchos pentalobulares. Por el haz es verde, por el envés verde grisáceo a verde opaco. La raíz es alargada y algo engrosada. Esta característica de la raíz le permite sobrevivir e iniciar la floración antes de que se inicie la temporada de lluvias.

La flor presenta cinco pétalos libres y cinco sépalos unidos; tiene los dos sexos, aunque existen flores que presentan sólo estambres; la flor es de morada a rosa, con un centro blanco, el cual desaparece conforme crece la flor, aunque en el municipio de Arteaga, Coahuila, se han encontrado algunas plantas con flores de color blanco. Se sugiere como planta para maceta.

9. *Salvia rosa (Salvia grahamii Benth., Lamiaceae)*

Se distribuye a lo largo de la Sierra Madre Oriental, donde se encuentra con diferentes tonalidades, desde el color rosa hasta el rojo. En estudios citogenéticos se ha encontrado que existen diferentes números cromosómicos, aunque en morfología foliar y floral prácticamente son iguales. Esta planta presenta una densa ramificación, de un diámetro de 2 a 3 mm y una altura de 50 a 60 cm; tallo color café en la base y verde en las partes más jóvenes, aunque llega a presentar tonalidades rojizas, sobre todo las plantas que presentan flores rojas.

Las hojas son pecioladas, con la base cordada y el ápice acuminado; la lamina foliar es de 1 a 3 cm de longitud. Las flores se desarrollan en la parte terminal de los tallos, alcanzan de 1 a 2 cm de longitud y un diámetro inferior a un centímetro, aunque la alta densidad de las ramificaciones permita que las vistosas florecillas de cáliz tubuloso resalten sobre el color verde pálido del denso follaje; el fruto presenta cuatro aquenios alargados, contenidos en el cáliz. La floración se inicia en la primavera y termina hasta el otoño. Tolera las bajas temperaturas del invierno y se desarrolla sobre suelos calcáreos con bajo contenido de materia orgánica. Es una especie que requiere poco manejo y casi todo el año presenta floración. Se sugiere como planta para jardín.

10. Mil en rama (*Achillea millefolium L., Asteraceae*)

Se localiza en la Sierra Madre Oriental. La planta es herbácea, rizomatosa a estolonífera; se comporta como perenne y llega a alcanzar entre 40 a 50 cm de altura. Las hojas son bi-tripinatifidas, de 6 a 12 cm de largo, por 1 a

4 cm de ancho, profundamente dividida en finos segmentos, con un aroma muy característico. Las flores se desarrollan sobre un vástago principal, del cual surgen múltiples ramificaciones, lo que da origen a grandes corimbos en los extremos de los tallos, formados por florecillas de color blanco. El fruto es un aquenio.

La floración normalmente se presenta en las épocas de lluvia. Preferentemente se desarrolla bajo condiciones de clima fresco y húmedo; sin embargo, en suelos calcáreos y climas secos, desarrolla inflorescencias de menor tamaño y plantas de menor altura. Tolera las bajas temperaturas invernales que ocurren en la región de Saltillo, Coah., México y sus alrededores. En esta especie también se han encontrado algunas propiedades medicinales, aunque se utiliza más frecuentemente como calmante nervioso. Se sugiere como planta para jardín.

11. Achicoria Silvestre (*Cichorium intybus* L., Asteraceae)

Es una maleza introducida que crece en forma silvestre y alcanza hasta 1.2 m de altura. Las hojas son alternas sobre los tallos principales, sésiles, de bordes ondulados y dentados, de color verde intenso; las hojas básales son más grandes que las superiores. Las flores, en capítulos, son de un llamativo color azul, que alcanzan un diámetro de 3 a 4 cm; son sésiles y agrupadas en las axilas de las hojas superiores. Se abren por la mañana y se cierran en las horas más calientes del día. Esta especie presenta una raíz tuberosa que le permite sobrevivir de un año a otro, aun cuando las precipitaciones son muy reducidas; reinicia su crecimiento en la primavera e inicia su floración a finales de la primavera e inicios del verano.

Prospera muy bien en los suelos de la región, por lo cual puede ser potencialmente útil para uso en jardines en lugares con precipitaciones bajas. Esta especie puede propagarse por semilla, aunque también en forma vegetativa, ya que tiene una alta proliferación de plántulas a su alrededor. Las semillas miden aproximadamente 5 mm de longitud y un diámetro de poco menos de un milímetro.

12. Trompetilla (*Bouvardia ternifolia* Schtdl., Rubiaceae)

Es una especie de tallos leñosos, que alcanzan hasta un metro de alto; las hojas se presentan en verticilos, en grupos de tres a cuatro; son sésiles, de color verde oscuro y forma linear-lanceolada, de 3 a 6 cm de longitud y 1 a 2 cm de ancho; las flores son terminales y se encuentran en grupos de 4 a 6, que normalmente aparecen desde la primavera hasta el otoño, con una longitud de 2 a 3 cm de largo. EL vistoso color rojo de las flores, su resistencia

a condiciones adversas de suelo y a la sequía, y su largo periodo de floración la hacen una especie que puede ser muy prometedora para usarse en áreas verdes y jardines. Esta especie se puede propagar por semillas, las cuales son de color negro, de unos 3 mm de longitud. Esta especie se comporta como perenne, de brotación al inicio del periodo de lluvias, que se presentan en el mes de abril o mayo. Se desarrolla muy bien en suelos calcáreos y delgados, pobres en materia orgánica.

13. Pluma de oro o hierba del camino (*Solidago velutina* DC., Asteraceae)

Es una planta que normalmente desaparece en el invierno y que inicia su brotación y desarrollo en primavera. Los tallos son erectos y rizomatosos, de 20 a 50 cm de altura, de color verde grisáceos; las hojas son alternas, sésiles, elíptico-lanceoladas, de 4 a 6 cm de largo y de 0.5 a 1.5 cm de ancho y borde dentado; las inflorescencias son panículas terminales de forma piramidal y de un vistoso color amarillo, que están conformadas por pequeñas florecillas de 4 a 6 cm de longitud; las flores centrales son tubulosas mientras que las periféricas son liguladas; el fruto es un aquenio de 3 a 4 mm de longitud, que en la parte superior presenta una corona de pelos largos que facilitan su dispersión por el viento. Dado que se puede propagar por medio de sus tallos rizomatosos, llega a formar densas colonias que durante la floración de junio a octubre muestra vistosos manchones de color amarillo. Se sugiere para delimitación de jardines.

14. Escobilla *Gutierrezia sarothrae* (Pursh) Britton et Rusby, Asteraceae)

Planta herbácea de 15 a 30 cm de alto, que se caracteriza por presentar una ramificación muy densa de color verde oscuro. Durante el invierno las ramificaciones terminales se secan, sin embargo, al incrementarse las temperaturas durante la primavera, inicia el rebrote de la planta, la cual se comporta como perenne. La escobilla presenta hojas alternas, sésiles o casi sésiles, lineares, de 1 a 5 cm de largo y de 1 a 2 mm de ancho; las flores son pequeñas cabezuelas de 2 a 3 mm de ancho; las florecillas externas o periféricas son lígulas, mientras que las centrales son tubulosas; el fruto, que es el medio por el cual se propaga esta planta, es un aquenio oblongo, de 1 a 1.5 mm de longitud.

En los meses de julio a octubre presenta un color verde oscuro y una densa floración amarilla, lo que hace pensar que esta especie podría utilizarse como ornamental para delimitar áreas de jardines, con la ventaja de que se

adapta bien a suelos pobres y climas con altas temperaturas y baja precipitación.

LITERATURA CITADA ↑

1. Díaz Barriga H. y M. Palacios Ríos. 1992. Lista preliminar de especies de pteridofitas de los Estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro. Flora de El Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario 111. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional de El Bajío. Pátzcuaro, Michoacán. 57 pp.
2. Díaz Barriga H. 1995. Las pteridofitas de El Bajío y sus posibilidades como plantas ornamentales. Revista Chapingo, serie Horticultura. 1(3): 57-61.
3. Fernández, M.R., P.G. Zita y R.M. Espadas. 1994. Potencial ornamental del género *Cosmos* en México. Revista Chapingo, serie Horticultura. 1(1): 162-170.
4. López Herrera, A. 1995. Derechos del agricultor de los productores de plantas ornamentales. Revista Chapingo, serie Horticultura. 1(3): 127-134.
5. López Villalobos, A., C. Sosa Moss y J. M. Mejía Muñoz. 1995. Plantas del sureste de México con potencial ornamental: Orquídeas. Revista Chapingo, serie Horticultura. 1(3):45-56.
6. Mickel, J. T. y M.J. Beitel. 1987. *Ardi ferns*. A guide of the F. Gordon Foster hardy fern collection at the New York Botanical Garden. 56 pp.
7. Rzendowski Rotter, J. 1995. Aspectos de las plantas ornamentales mexicanas. Revista Chapingo, serie Horticultura. 1(3):5-7.
8. Villarreal Q., J.A. 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 271p.
9. Yuste Molina F. 1993. Utilización de plantas silvestres en jardinería. Hojas divulgadoras. 10(92):1-28.
10. Zamudio S. 1995. Las plantas mexicanas del género *Pinguicula*, un grupo de interés hortícola. Revista Chapingo, serie Horticultura. 1(3):63-69.

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 7

SITUACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES DE MÉXICO



*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

CAPÍTULO 7 ↑

SITUACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES DE MÉXICO

A. SUPERFICIE E INDICADORES ECONÓMICOS

En México, los bosques templados y tropicales ocupan un 16.92 y 15.83 % de la superficie total nacional, respectivamente (5). La ubicación geográfica del país con respecto al trópico, propicia que las condiciones ecológicas de los bosques reflejen un alto potencial de producción, una regular capacidad de regeneración natural y una alta diversidad biológica, que representa más del 12 % del total de la biodiversidad del mundo (17).

Los recursos forestales son importantes por su valor económico y desde el punto de vista ecológico. En México, que es un país megadiverso (1), es fundamental la conservación del ambiente, de la biodiversidad y de otros recursos naturales (12). La más alta diversidad florística del país se ubica en los bosques templados, donde coexisten alrededor de siete mil especies de plantas (9).

La producción maderable anual en el período de 1986 a 2004 mostró altibajos: los valores más altos se ubicaron en el período entre 1987 y 2000, en tanto que los valores más bajos se observaron en 1995 y 2002, y hubo un ligero repunte en el año 2004 (Figura 1, 15). Similarmente, la participación de la industria maderera en el Producto Interno Bruto (PIB) de 1995 a 2003 fue de fuertes variaciones: se registró el nivel más bajo en 1995, 2001 y 2002, mientras que el más alto se encontró en 1996, 1997 y 1998 (Figura 2), (2). En el período de 1986 a 2003, la producción forestal no maderable, excluyendo la extracción de tierra de monte fue, en promedio, de 70,000 ton. La producción forestal no maderable fue de 97,000 ton, en 2003, que es la más alta en los últimos cinco años (14).

B. DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA ↑

1. Bosque de Pinus

En México se reconocen 49 especies del género *Pinus*, que representan el 45.5 % del total que se reconocen para el mundo (16). La distribución geográfica de la gran mayoría de las especies de los pinos mexicanos se encuentra restringida al territorio nacional, aunque algunas convergen con algunas áreas de países vecinos, pero casi todas son dominantes o codominantes en la vegetación actual (6). Los bosques de pino se distribuyen en todos los estados de la república, en altitudes entre 1,500 y 3,000 msnm, a una temperatura media anual de 10° a 20° C y una precipitación de 350

a 1,000 mm, en terrenos con rocas ígneas, de color rojo, textura arcillosa y pH de 5 a 7. La explotación maderable se realiza según la especie; el estrato arbóreo tiene una altura media de 8 a 25 m, los troncos son largos y derechos, con un diámetro medio de 20 a 60 cm (6).

2. Bosque de Quercus

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México (6). De hecho, junto con los pinares, constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo. Se distribuye por todos los estados, excepto en Yucatán y Quintana Roo, en altitudes entre 0 a 3,100 msnm, temperatura media anual de 10° a 26° C, precipitación media anual de 350 a 2000 mm, en terrenos aluviales planos con roca madre de color amarillo, negro, café o gris, textura arcillosa arenosa y pH 5.5 a 6.5. La explotación maderable es local; los troncos son delgados y mal conformados (6).

3. Bosque tropical caducifolio

Este tipo de vegetación es la más rica, exuberante y compleja de todas las comunidades vegetales de la tierra. Su distribución geográfica está prácticamente restringida a las zonas intertropicales del nuevo y el antiguo mundo. Se distribuye en Sonora, Chihuahua, Chiapas, Baja California, Tamaulipas, San Luís Potosí, Veracruz, Yucatán y Campeche; se localiza desde el nivel del mar hasta los 1,900 m, con una temperatura media anual de 20° a 29° C, con una precipitación media anual de 300 a 1800 mm en terrenos aluviales profundos, de color claro u oscuro, rojizos, amarillos, grisáceos, cafés o negros, con textura arcillo arenosa y un pH ligeramente ácido (6). El estrato arbóreo tiene una altura media de 8 a 12 m; los troncos son torcidos ramificados a corta altura; las copas son convexas o planas y su altura es igual que su ancho, con un diámetro medio de 50 cm (6).

4. Bosque tropical subcaducifolio

En este tipo de vegetación se agrupa una serie de comunidades vegetales con características intermedias en su fisonomía y sus requerimientos climáticos, entre bosque tropical perennifolio y bosque tropical caducifolio. En el bosque tropical subcaducifolio, cuando menos la mitad de los árboles deja caer sus hojas durante la temporada de sequía, aunque existen muchos componentes verdes y otros, que sólo se desfolian por períodos cortos, a veces de unas cuantas semanas, lo que provoca que esta comunidad presente cierto verdor, aun en las épocas mas secas del año. Su distribución

comprende Sinaloa a Chiapas, Yucatán, Campeche, Veracruz, Tamaulipas, Guerrero, Jalisco, Colima y Oaxaca; en el país, se estima una superficie total del 4 %, en altitudes de 0 a 1,300 msnm, con una temperatura media anual de 20 a 28 °C y una precipitación media anual de 1,000 a 1,600 mm, en terrenos calizos con rocas metamórficas y rocas volcánicas, de color rojo o negro, textura arcillosa, con un pH ácido. El estrato arbóreo tiene una altura media de 15 a 40 m; los troncos son derechos y esbeltos, las copas, de coloración verde oscura, con un diámetro medio de 30 a 80 cm. En este tipo de vegetación no se hace explotación maderable (6).

5. Bosque tropical perennifolio

Se incluye bajo esta denominación un conjunto de bosques, propio de regiones de climas cálidos, dominado por especies arborescentes que pierden sus hojas en época seca del año, durante un lapso variable, que por lo general oscila en alrededor de seis meses. Estos bosques se distribuyen en San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo. Comprenden una superficie total del 11 % de la república mexicana, en altitudes de 0 a 1,000 msnm, temperatura media anual de 20 a 26° C, precipitación media anual de 1,500 a 1,300 mm, con terrenos kársticos, drenaje muy rápido y suelos someros, de color rojo o negro, textura arcillosa, con un pH ácido. El estrato arbóreo tiene una altura media de 25 m; los troncos son rectos, las copas piramidales y achatadas, con un diámetro medio de 40 a 80 cm. En el bosque tropical perennifolio se realiza explotación maderable (6).

C. DIVERSIDAD BIOLÓGICA ↑

1. Riqueza florística

Se calcula que las fanerógamas mexicanas están representadas por 220 familias, ? 2,410 géneros y mediante cómputo indirecto se definen: 18,800 especies conocidas (diversidad biológica alfa) de las cuales, aproximadamente, 18,000 son las especies nativas conocidas ??y 22,800 el total de plantas vasculares existentes. En términos de números absolutos, se puede enfatizar que las especies fanerógamas limitadas en su distribución a México, representan alrededor del 4 % del monto total de la flora de la tierra. Los bosques de coníferas y de encino ocupan el 21 % del territorio nacional, con alrededor de 7,000 especies, los cuales representan el 24 % del total de la flora, mientras que los matorrales xerófilos junto con los pastizales aportan alrededor del 20 %. El bosque tropical perennifolio ocupa

el 11 % con 5,000 especies, lo cual representa el 20 % de la flora. Los bosques tropicales subcaducifolio, caducifolio y espinoso ocupan el 17 % del territorio y se les reconocen 1,000 especies, las cuales representan el 3 % de la flora (7, 8).

2. Endemismos

Los taxones de distribución restringida revisten especial interés en los estudios biogeográficos y de evolución orgánica. La abundancia de endemismos de rango de familia y género es positiva y notablemente correlacionada con la aridez; se concentra en la vegetación xerófila, a nivel de especie, en los bosques de coníferas y de encino. En segundo término, los endemismos se ubican en los bosques tropicales, caducifolios y mesófilos de montaña; después en los bosques tropicales perennifolios, la vegetación acuática, subacuática y malezas. México cuenta con alrededor del 10 % de endemismos, en el caso de los géneros y del 52 %, en el de las especies. El bosque de coníferas y de encino cuenta con alrededor de 70 especies endémicas (7,8).

El endemismo en la flora de México, asociada a su diversidad, es indicadora de que el territorio del país ha sido lugar de origen y desarrollo de un gran número de grupos de plantas. En zonas áridas y semiáridas, el endemismo generalmente no sólo atañe a grupos taxonómicos de rango elevado, sino también a formas biológicas, por lo que es el responsable de la singularidad de su flora. Cabe destacar la región montañosa de clima semihúmedo y fresco, donde ha evolucionado una flora sorprendentemente rica, no sólo a nivel de plantas herbáceas, sino también de muchos arbustos y árboles. Tal es el caso de los géneros *Pinus*, con alrededor de 50 especies y *Quercus*, con aproximadamente 165 especies (7,8).

En México, un gran número de regiones funcionan como islas ecológicas, como sucede con las zonas de clima árido y algunas regiones de clima templado, que difieren en especies con las cordilleras del occidente norteamericano. La gran diversidad en México es bien conocida, pero es necesario señalar que el endemismo de la flora deriva de eventos y condiciones ambientales del pasado geológico. A grandes rasgos, se puede decir que, a nivel de género, prevalecen más los endemismos en la mitad septentrional del país que en la meridional; en cambio, en número de especies es ampliamente mayor en la vertiente pacífica que en la atlántica, lo cual está directamente relacionado con su ubicación. Gran parte de los endemismos de la flora mexicana se encuentra en un área mayor de 100,000 km² y se extiende a lo largo de la altiplanicie mexicana, la zona árida sonorensis y la Sierra Madre Occidental (7,8).

D. PROBLEMÁTICA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS Y TROPICALES ↑

1. Política forestal en México

En los últimos 40 años la deforestación y degradación de ecosistemas forestales en México ha sido uno de los problemas más graves de las zonas rurales. Las cifras más confiables, metodológicamente comparables con las de otros países del mundo, son las reportadas por la FAO, que para 1995 estimaba una pérdida anual para México de 678 mil ha (4).

A lo largo del siglo XX, la reforma agraria fue, sin duda, la acción social hacia el campo más importante que llevó a cabo el estado mexicano. Como resultado de la dotación agraria, 53 % del territorio continental del país es propiedad social. En las regiones forestales, la participación de la propiedad social es mayor. Aunque aún no se dispone de cifras exactas sobre la participación de los distintos tipos de propiedad en la tenencia de la tierra forestal de México, diversas fuentes estiman que alrededor del 80 % de esta extensión está en manos de ejidos y comunidades agrarias (4).

Más del 50 % de las regiones forestales mexicanas viven en condiciones de extrema pobreza. Las condiciones de salud, salubridad, nutrición y comunicación son generalmente muy deficientes. Las estadísticas que las documentan revelan valores inferiores a los promedios nacionales. La agricultura de subsistencia es aún una actividad central en amplias zonas boscosas, aunque no genere beneficios económicos; el aprovechamiento forestal es una actividad económica central sólo en 5 % de las comunidades, pero en todos los casos los bosques son, para sus pobladores, fuente de una variedad de bienes que se destinan directamente al consumo familiar. Además, muchas comunidades también colectan una amplia gama de productos forestales no maderables que se comercializan y generan ingresos.

En algunas regiones y comunidades forestales de México predominan, sin embargo, las extracciones forestales que se realizan de manera ilegal. Debido a la intensa actividad clandestina, en los bosques de los estados de Michoacán, Puebla y México se realizan prolongadas vedas a la extracción forestal. Más allá de sus impactos directos, esta actividad ilícita repercute negativamente en los esfuerzos de los productores regulares, ya que generalmente los mercados no distinguen la procedencia de la madera, y los bajos precios que impone la madera clandestina reducen sus ganancias, lo que hace que su actividad resulte incosteable.

A lo largo de la década 1992-2002, los períodos de crisis económica agudizaron esta competencia desleal (4).

Durante los últimos años, en el contexto de una apertura creciente, todas las comunidades enfrentan cada vez mayores dificultades para competir aun en los mercados nacionales. La producción sostenida en los bosques naturales es viable y debe considerarse una estrategia de respuesta a una prioridad nacional, como la preservación de recursos naturales. Es importante que las políticas y los programas gubernamentales consideren el apoyo a los productores forestales de ejidos y comunidades en aspectos productivos y de comercialización. (4).

La acción política relacionada con el sector forestal se ha caracterizado por la desarticulación y aun la contradicción entre los lineamientos y las acciones de distintos temas. Otra constante en la política hacia el campo ha sido el desconocimiento del carácter forestal de gran parte del territorio del país, lo que ha propiciado un constante cambio del uso del suelo, al pasar de lo forestal a lo agropecuario a través de distintos paquetes tecnológicos promovidos desde el gobierno, con resultados generalmente desastrosos (3, 4). La falta de recursos financieros, entre muchos otros factores, jugó un papel muy importante en la generación de resultados insatisfactorios (4).

El sector forestal debe enfrentar nuevos eventos y procesos que han surgido desde 1992, como las amenazas ambientales vinculadas al cambio climático y a la presencia de especies invasoras, el incremento de la demanda nacional de productos forestales, la dispersión de la atención entre el uso de los bosques nativos y las plantaciones comerciales, el incremento de la influencia de los mercados internacionales y la globalización, la demanda emergente de servicios ambientales y el desarrollo de nuevos mercados y, finalmente, la creciente preocupación internacional por asegurar el uso sustentable de los bosques (4).

Para asumir exitosamente estos cambios, el sector y la política forestal requiere avanzar en la resolución de viejos y nuevos desafíos. Dentro de las prioridades para fomentar y fortalecer estos retos se requiere: avanzar en la definición clara de derechos de propiedad, respetando las condiciones de la propiedad comunitaria; identificación y promoción de esquemas y modelos de manejo forestal exitosos; recursos para incrementar las capacidades técnicas y el fortalecimiento del capital social de los productores; fortalecer esquemas de mercado y financiamiento para promover el desarrollo comunitario; diseñar un marco normativo de incentivo de los productores para hacer un manejo integral y diversificado de sus recursos naturales a favor del desarrollo sustentable y la conservación (4).

Un último cambio trascendente ocurrido es la concepción de la problemática forestal y las políticas para enfrentarla. Es tiempo de que en México la percepción social y las políticas públicas respondan a una orientación similar. El diseño de una política acorde con altos retos representa una tarea por de más compleja, puesto que además de la diversidad de condiciones existentes en las áreas forestales del país, los bosques mexicanos son también recursos complejos, bienes comunes, que proveen servicios públicos y valores privados. Se trata, en consecuencia, de sistemas cuya gestión requiere de la conjunción de perspectivas, voluntades y capacidades (4).

2. Industria maderera

En México, la industria maderera se ha caracterizado por dedicarse mayormente hacia la producción de madera dimensionada o escuadría. El volumen de producción correspondiente para el periodo de 1990 a 2003 (Figura 1) osciló entre el 65 y 74 % (Figura 3), mientras que la producción de celulosa fluctuó de 11 a 23 %, así mismo, la producción de chapa y triplay tuvo un rango de 0.46 a 6.5 %, en tanto que la producción de postes, pilotes y durmientes estuvo entre 2 y 8 % y, finalmente, la producción de combustibles estuvo entre 4 y 11 % (Figura 3, 2).

La producción de madera dimensionada o escuadría para el período de 1990 a 2003 presentó una tendencia estable, mientras que la producción de celulosa tuvo una tendencia a la baja, con una ligera alza el año 2000. En contraste, la producción de chapa y triplay, así como la de postes, pilotes y durmientes presentaron una tendencia a la alza en ese mismo lapso. La producción de combustibles se mantuvo estable en la mayor parte del período, excepto durante los años 2001, 2002 y 2003, en los que presentó un ligero aumento (Figura 3), (2).

G. LITERATURA CITADA ↑

1. Bye, R. 1995. Prominence of the Sierra Madre Occidental in the biological diversity of Mexico. En: DeBano, L. F., Gottfried, G. J., Hamre, R. H., Edminster, C. B., Ffolliott, P. F., and Ortega-Rubio, A. (tech. coord). Biodiversity and management of the Madrean Archipelago: The sky islands of southwestern United States and northwest Mexico. September 19-23 1994, Tucson, Arizona. General Technical Report. RM-GTR-264. Pages 19-27. United States Forest Service. Fort Collins, Colorado. USA.
2. INEGI. 2005. Sistema de Cuentas Nacionales de México. <http://>

www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=agr03&c=1053.

3. Klooster, D. 2000. Institutional choice, community, and struggle: a case study of forest co-management in Mexico. *World Development*. 28(1):1-20.
4. Merino L. y Segura, G. 2003. El Manejo de los recursos forestales en México (1992-2002). Procesos, tendencias y políticas públicas. *En*: Leff, E., Ezcurra, E., Pisanty, I y Romero L., P. La transición hacia el desarrollo sustentable. *Perspectivas de América Latina y el Caribe*. 237-256 pp. INE-SEMARNAT. PNUMA. UAM. México.
5. Palacio-Prieto, J. L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J-P, Takaki-Takaki, F., Victoria, A., Luna-González, L., Gómez-Rodríguez, G., López-García, J., Palma M., M., Trejo-Vázquez, I., Peralta H., A., Prado-Molina, J., Rodríguez-Aguilar, A., Mayorga-Saucedo, R., González M., R. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Nota Técnica. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM*. 43:183-203.
6. Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México Limusa*. México. 432 pp.
7. Rzedowski, J. 1991 a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.
8. Rzedowski, J. 1991 b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-63.
9. Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamia flora of Mexico. *En*: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A., and Fa, John. (editors). *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. pp. 129-144. Oxford University Press. 812 p.
10. SARH-SFF. 1994. Inventario nacional forestal periódico 1992-1994, México, D.F.
11. SEMARNAT 2001a. Anuario estadístico de la producción forestal. México. D.F. 156 pp.
12. SEMARNAT. 2001b. Plan estratégico forestal para México 2025. 173 pp.
13. SEMARNAT. 2001c. El sector forestal en cifras. Información de 2000. 10 pp.

14. SEMARNAT. 2003. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2001, 2002 y 2003.
15. SEMARNAT. 2004. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.
16. Styles, B. T. 1993. Genus Pinus: A Mexican Purview. En: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A., and Fa, John. (editors). Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. pp. 397-420. Oxford University Press. 812 p.
17. Toledo, V. M. y Ordoñez, M. de J. 1993. The biodiversity scenario of México: A review of terrestrial habitats. En: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. and Fa, J. (editors). 1993. Biological diversity of México. Origins and distribution. pp. 757-777. Oxford University Press. 812 p.
30. TEEAL (The Essential Electronic Agricultural Library). <http://www.teal.org/journals.php>.
31. The Germplasm Resources Information Network (GRIN). <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxecon.p.l>
32. The University of Pennsylvania's Poisonous Plants Home Page. <http://cal.vet.upenn.edu/poison/>.

REFERENCIAS ↑

- Society for Economic Botany <http://www.econbot.org>
- The International Plant Names Index <http://www.ipni.org/>
- Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- CAB International (base de datos científica) <http://www.cabi.org/>
- Species 2000 Catálogo de la Vida <http://www.species2000.org/>
- Librería PubMed (base de datos científica) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

*Esta página fue dejada deliberadamente
en blanco para propósitos de impresión.*

*Este libro se terminó de editar el 12 de enero de 2010
en el Departamento de Horticultura de la
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
para su publicación en formato PDF vía Internet*

*Se imprimieron 500 CDs
Buenavista, Saltillo, Coah., México*