

**PROYECTO  
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA  
PARA  
AMÉRICA LATINA**

GRANDES ECOSISTEMAS DE MEXICO  
Y AMERICA CENTRAL

Rodolfo Burkart, Beatriz  
Marchetti y Jorge Morello

TEXTOS PARA DISCUSION

Fundación Bariloche/12

Octubre 1986

INSTITUTO DE GEOLOGIA
M. CHANADA
EX
TOMO
PRECIO
DATA
COO. TIT. UCO
PROT.

GRANDES ECOSISTEMAS DE MEXICO  
Y AMERICA CENTRAL

Rodolfo Burkart, Beatriz  
Marchetti y Jorge Morello

TEXTOS PARA DISCUSION

Fundación Bariloche/12

Octubre 1986

Centro de Documentação em  
Política Científica e Tecnológica  
DPCT / IG , UNICAMP

Los puntos de vista expresados en este documento no representan  
necesariamente la opinion de las instituciones patrocinantes.

<b>INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS</b>	
N. CHAMADA	<u>301.248</u> <u>M815g</u>
V. _____	EX _____
TOMBO	<u>1136410</u>
ROC.	<u>16P.00063/2022</u>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	<u>R\$ 28,00</u>
DATA	<u>13/12/2022</u>
CÓD. TIT.	<u>1244574</u>
PROT.	<u>123619</u>

GRANDES TORRENTES DE MEXICO  
Y AMERICO CENTRAL  
Roberto Enriquez Rodriguez  
Manuel de Jesus...

Centro de Documentação em  
Folhas Cêmicas e Tecnológica  
DCT/IG, UNICAMP

AREA: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Coordinador: Gilberto C. Gallopín

Grandes ecosistemas de México  
y América Central

Rodolfo Burkart  
Beatriz Marchetti  
Jorge Morello \*)

\*) Administración de Parques Nacionales

El Proyecto Prospectiva Tecnológica en América Latina parte del supuesto que una precondition necesaria para la construcción de una estrategia de desarrollo científico y tecnológico para la región es una visión prospectiva de los elementos del proceso de cambio social, económico y político que serán cruciales en las próximas décadas. Esta visión debe ser elaborada por los países de América Latina desde el punto de vista de sus propias características y aspiraciones, contrastando con los estudios que consideran a la situación de la región como una variable dependiente de lo que sucede en el Norte. El Proyecto se centra en las dimensiones tecnológica y científica del cambio. Procura identificar las principales tendencias del cambio tecnológico y su impacto social, económico, cultural y ambiental sobre los países latinoamericanos. El objetivo central es contribuir a la construcción de una estrategia de ciencia y tecnología para el desarrollo de una sociedad autónoma, igualitaria, participativa y compatible con el medio ambiente.

- Coordinador del Proyecto : AMILCAR HERRERA. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. Brasil.
- Responsables de Areas
- Tendencias de Desarrollo de Ciencia y Tecnología : RENATO DAGNINO. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. Brasil.
- Dinámica Socioeconómica : PAUL SINGER y ANDRE FURTADO. CEBRAP. Rua de Matéus 615, 04015 Sao Paulo, S.P. Brasil; JOSE AUGUSTIN SILVA y RAFAEL DE LA CRUZ. CENDES. Apartado 6622. Caracas 1041-A. Venezuela.
- Potencial de Investigación y Desarrollo en América Latina : HEBE VESSURI. CENDES. Apartado 6622. Caracas 1041-A. Venezuela
- Economía Política de la Ciencia y la Tecnología : LEONEL CORONA. DEPFE. UNAM. Apartado Postal 22016. México. D.F., 14000, México; THEOTONIO DOS SANTOS. FESP. Avda. Carlos Peixoto 54. Botafogo. Río de Janeiro. Brasil.
- Medio Ambiente y Desarrollo : GILBERTO GALLOPIN. Fundación Bariloche. Casilla de Correo 138. S.C. Bariloche 8400. Río Negro. Argentina
- Comité Consultivo : FERNANDO HENRIQUE CARDOZO; LEONEL CORONA; CELSO FURTADO; GILBERTO CARLOS GALLOPIN; AMILCAR O. HERRERA; JOSE AUGUSTIN SILVA MICHELENA.

## INTRODUCCION

### METODOLOGIA DE TRABAJO

El presente trabajo pretende ser una extensión hacia el norte del ya realizado por Jorge Morello en 1985, bajo el título "Grandes Ecosistemas de Sudamérica" (Morello, 1985) y completar así el análisis ecológico de toda América Latina.

Con tal objeto hemos procurado mantener la necesaria homogeneidad metodológica, aplicando en este trabajo prácticamente los mismos criterios y métodos definidos por Morello para el de Sudamérica. Dada esta elección, lo más adecuado será transcribir aquí, a modo de repaso, los conceptos medulares de aquella metodología, en gran parte extrapolable al resto de América Latina:

"Las tierras de Sudamérica que conforman el soporte de la producción silvoagropecuaria, pueden dividirse en ecosistemas mayores o grandes ecosistemas. La presencia de estas grandes unidades pueden ponerse en evidencia en relación a fisonomías dominantes, que se extienden sobre enormes superficies. He distinguido esos grandes ecosistemas o grandes sistemas de tierra sobre la base de (1) los criterios bioclimáticos de la leyenda del mapa de la vegetación de Sudamérica de UNESCO (1981 b), (2) el carácter anegadizo o no de las tierras y (3) el aspecto o fisonomía de la vegetación dominante."

"La base conceptual de la identificación y clasificación de ecosistemas se puede resumir en dos puntos, a saber:

- a) La unidad menor a considerar es el ecosistema, o unidad ambiental, el que se caracteriza por una respuesta vegetal relativamente uniforme en cuanto a aspecto o fisonomía (es un bosque o pastizal), a un soporte edáfico uniforme en cuanto a cantidad y periodicidad de lluvias y temperaturas. Los ecosistemas aparecen listados y someramente descritos bajo el título "el biosistema", dentro del tratamiento de cada gran ecosistema.
- b) La unidad mayor es el gran ecosistema o gran unidad ambiental. Incluye varios ecosistemas organizados en gradientes, es decir, derivados unos de otros por efectos limitantes y/o compensadores que se superponen al clima y los suelos de la región, mejorando o reduciendo el tipo de vegetación que aparecía sin esos limitantes o compensadores; es decir, lo que se sigue llamando la climax o más adecuadamente: tipo de vegetación potencial. Esos ecosistemas aparecen en un patrón repetitivo y con las mismas características de aspecto y estructura, al interior del gran ecosistema."

"Resumiendo, reconozco que cada gran ecosistema posee gradientes ambientales propios (de relieve, de anegamiento, de suelos) que se reflejan en la aparición de distintas secuencias de tipo de vegetación (pastizal, sabana, parque, bosque), pero que hay uno que presenta los más altos valores porcentuales de ocurrencia y puede considerarse el aspecto o fisonomía tipo de ese gran ecosistema. Por ejemplo, el gran ecosistema amazónico tiene uno o más gradientes ambientales que se expresan en distintas fisonomías; en tierra firme hay pastizales, sabanas, selva abierta y selva alta perennifolia; en tierra anegadiza hay una secuencia parecida. En ambos casos, la fisonomía tipo es la selva alta perennifolia, porque aparece cubriendo las superficies mayores y sintetiza una cierta homogeneidad interna en cuanto a respuesta biológica frente a un clima regional

específico (en este caso, tropical húmedo sin estación seca neta) y a cierta combinación de formas de relieve (las que corresponden a una llanura sedimentaria reciente)."

#### PROCEDIMIENTO EMPLEADO EN LA DELIMITACION DE LOS GRANDES ECOSISTEMAS

Tras el análisis pormenorizado de la literatura existente sobre vegetación y ambientes naturales de la región en estudio se confeccionó el Mapa de Ecosistemas, basado fundamentalmente en el parámetro ocupación de la tierra, o sea, tipos de vegetación natural y áreas de cultivo. El cuadro 1 "Equivalencias aproximadas de los ecosistemas de este trabajo con los de otros autores", presenta en detalle la síntesis intentada de las diversas fuentes. En este caso, el concepto "ecosistema" es el mismo de la metodología de Morello (1985), con la salvedad de que se volcaron en el mapa aquellos que fueran cartografiables a la escala de trabajo, sin perjuicio de las variantes internas en mosaico o en gradiente, rescatadas en el texto descriptivo de cada uno de ellos.

Estos ecosistemas fueron agrupados luego en el Mapa de Grandes Ecosistemas, mediante el recurso de dar mayor peso a los parámetros relevantes del medio ambiente: altitud, y su derivada, la temperatura media anual; precipitación anual y su distribución estacional (ante todo, n° de meses secos); relieve y anegabilidad. Este último parámetro, que Morello (1985) destaca como de gran relevancia en Sudamérica, tiene en Centroamérica y México un significado mucho más acotado y secundario.

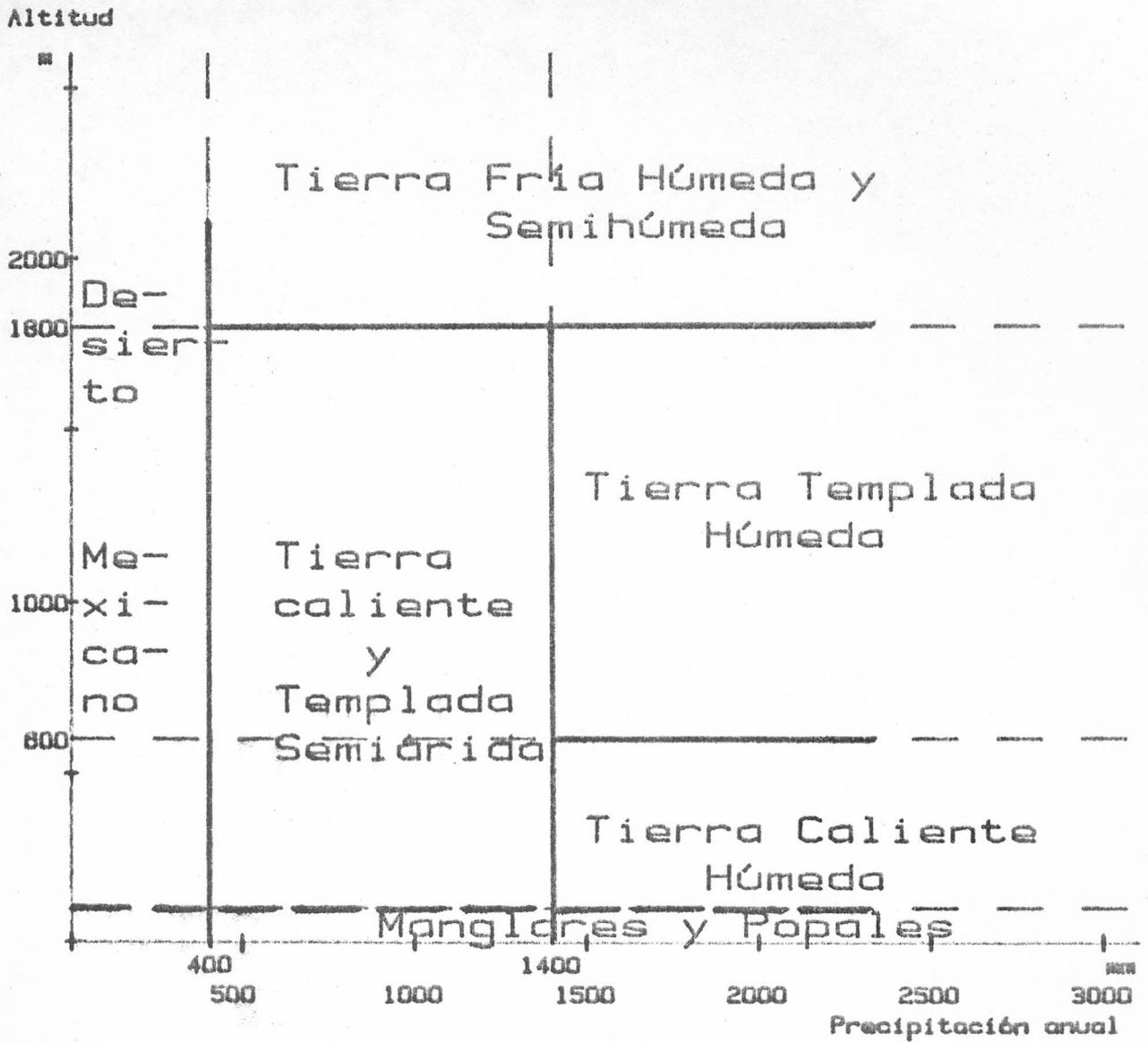
La figura 1 esquematiza los grandes rasgos ambientales en que se encuadran los grandes ecosistemas.

C U A D R O 1

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS DE LOS ECOSISTEMAS DE ESTE TRABAJO CON OTROS AUTORES

Ecossistemas	Mapa SAHOP (Atlas D.G.G.T.N.)	Vegetación de México de Rzedowki	Mapa de vegetación de UNESCO	Mapa de W. Lauer (Centro-América)	Mapa de Costa Rica de J. Tosi (Jr) (Metodología R. Holdridge)
Selva Tropical Basal	STD Selva Trop. perennifolia STD Selva Trop. subcaducifolia	Bosque Trop. perennifolio Bosque Trop. subcaducifolio	4 Selva alta 5a Selva mediana subperennifolia	Selva ombrófila siempreverde. Bosque deciduo semihúmedo y Sabanas semihúmedas. Sabanas de pino.	Bosques húmedo y muy húmedo tropicales
Sabanas Húmedas Tropicales	Pastizal	Pastizal	2 Palmar 3 Sabanas	Bosque deciduo y sabanas semiáridas	-----
Manglares y Popales	Va Vegetación acuática y subacuática	Vegetación acuática y subacuática	I Vegetación hidrófila	-----	-----
Selva Tropical Montana	-----	-----	-----	Bosque ombrófilo siempreverde de montaña	Bosques húmedo y muy húmedo premontanos Bosque pluvial premontano
Bosque Templado Frío	B1 Bosque de coníferas B2 Bosque de encinos	Bosque de coníferas y Quercus	7 Bosque de coníferas 8 Bosque de encina y caducifolio	Bosque semihúmedo de montaña Bosque mixto semihúmedo de montaña Bosque ombrófilo de altura Bosque mixto ombrófilo de altura Bosque mixto semihúmedo de altura	Bosques húmedo y muy húmedo montanos bajos Bosque pluvial montano bajo Bosque húmedo montano Páramo pluvial subalpino
Bosque Tropical Caducifolio	SBS Selva baja caducifolia	Bosque tropical caducifolio	5b Selva mediana caducifolia 6a Selva baja subperennifolia 6b Selva baja caducifolia	Bosque deciduo y sabanas semiáridas	-----
Bosque Xerófilo Sabanas Secas	-----	Bosque espinoso (incluye mesquiales)	Mesquital	Bosque semiárido espinoso y esclerófilo más sabanas espinosas	Bosque seco tropical
Matorral Xerófilo	Mx Matorral xerófilo Mh Vegetación halófila	Matorral xerófilo	11 Matorral submontano 12 Matorral crasicaule 13 Matorral desértico rosetófilo 14 Matorral desértico micrófilo 10 Chaparral	-----	-----
Pastizales Secos de Meseta	P Pastizal	Pastizal	-----	-----	-----
Cultivos	R y T Agricultura	-----	-----	-----	-----

Figura 1. Clasificación ambiental de los grandes ecosistemas de México y Centroamérica.



### CRITERIOS PARA LA DENOMINACION DE LOS GRANDES ECOSISTEMAS

En cuanto a la denominación de los Grandes Ecosistemas hemos incorporado una clasificación muy popularizada en el trópico americano, que es la de Tierra Caliente, Templada y Fría, que caracterizan ambientes altitudinales muy definidos, a los cuales agregamos un calificativo por humedad: Húmeda o Semiárida. El Desierto Mexicano queda ya al margen de esa clasificación, como unidad geográfica extratropical.

### AFINIDAD DE LOS GRANDES ECOSISTEMAS DE MEXICO Y CENTROAMERICA CON LOS SUDAMERICANOS.

De los grandes ecosistemas definidos en este trabajo hemos considerado a uno solo de ellos, el 3 - Manglares y Popales, como netamente transgresivo a través del istmo panameño. Respecto de los otros cinco, los hemos considerado unidades diferentes a las sudamericanas -hasta donde pudimos investigar sus características comparadas-, sin perjuicio de los diversos grados de afinidad y equivalencia ecológica detectados, que describimos en la síntesis introductoria a cada uno de ellos.

### CRITERIOS DE ELECCION DE LOS USOS Y TECNOLOGIA APROPIADOS

En cuanto al tratamiento de los usos y tecnologías apropiados para cada gran ecosistema, nos hemos basado en el criterio de sustentabilidad: son "apropiados" para un ecosistema todo tipo de producción y su tecnología de aplicación que aseguren un rendimiento sostenido a largo plazo, ya sea continuo o cíclico.

De todas formas es inevitable tener en cuenta el hecho de que un ecosistema no puede (al menos en la totalidad de su extensión) sustentar sólo el tipo de producción más apropiado a los atributos naturales del mismo.

Ello ocurre con demasiada frecuencia ante necesidades sociales, de mercado, de disponibilidad de recursos o de política económica en general. Ante esa amplia y dinámica gama de condiciones extra-ecológicas, es posible compensar y ajustar los efectos de un uso menos apropiado, buscando variantes tecnológicas para el mismo que compensen y corrijan sus consecuencias deteriorantes.

Es por todo eso que quisimos recopilar aquí los más diversos usos posibles para cada ecosistema, pero asociándolos directamente a las tecnologías más indicadas para cada uno en cada ambiente ecológico.

Por otra parte, basamos la elección de tecnologías en tres conceptos fundamentales que hacen a la definición de una política tecnológica nacional y continental: una tecnología apropiada debe ser en general, a) barata, b) basada en insumos de fácil disponibilidad y c) flexible.

- a) Una tecnología barata para el sector agropecuario asegura bienes de consumo más baratos para la población de un país y con ello mayor ahorro legítimo en costos de mano de obra (sin que implique mayor pobreza social), lo que redundará en mayores márgenes de inversión para el desarrollo. Para países subdesarrollados, con limitaciones crónicas de capital, esta condición es de suma importancia.
- b) Tecnologías basadas en insumos de fácil disponibilidad son las diseñadas en función de la oferta de recursos propios de cada país. Muy comúnmente se incorpora tecnología extranjera que maximiza rendimientos por hectárea a costa de altos volúmenes de insumos a menudo escasos en un país dado (petróleo o fertilizante químico, por ejemplo), en vez de maximizar rendimientos por unidad de insumo escaso.

Igualmente importante es contemplar el riesgo de paquetes tecnológicos atados (p. ej. híbridos, alimento balanceado, agroquímicos, etc., de fórmulas de fabricación desconocidas en el país), que no permiten seleccionar los elementos parciales que convengan, sino que se ofrecen en bloque, imponiendo mayor dependencia de fuentes de tecnología externas al país o a la región.

- c) Tecnología flexible es la que puede ser asimilada por una gama amplia de productores agrarios y no por una elite de productores fuertes, con lo que se profundiza el contraste en poder económico dentro del sector, lo que lleva a la liquidación o la pauperización agravada de los más chicos. Un elemento que permite lograr la conveniente flexibilidad es el diseño experimental de una técnica dada, de forma tal que incluya diversas variantes simultáneas de la misma para diferentes destinatarios (ej.: fertilizadora: manual, para tractor chico, para tractor grande).

A menudo también, una tecnología flexible supone toda una gama de técnicas de manejo cualitativamente distintas, para distintos destinatarios, pero perfeccionadas por igual, y no dejando librada al empirismo la destinada al pequeño productor, por considerársela menos moderna o menos científica. Un arado de manera tiene tanto de perfectible como uno mecánico y la eficacia comparada de ambos se debe establecer previo tratamiento técnico-experimental de cada uno.

Es particularmente en los ecosistemas tropicales, donde los investigadores se inclinan cada vez más por sumar tecnologías diferentes (incluidas las tradicionales), en vez de sustituir "tradicionales" por "modernas", al ir comprendiendo que a una alta diversidad de ambientes y actores agrarios debe ofrecerse igual diversidad tecnológica.

El cuadro 2 resume las principales características ecológicas y tecnológicas de cada una de las unidades descritas en el siguiente texto.

CUADRO 2

GRANDES UNIDADES ECOLÓGICAS DE MÉXICO Y AMÉRICA CENTRAL. SUS PROPIEDADES ECOSISTEMÁTICAS Y TECNOLÓGICAS

GRAN UNIDAD ECOLÓGICA	ECOSISTEMA	(1) CAMBIOS SE- CUENC.D.GRAD.	(2) FACTORES DE CONTR. EVOL.	LIMITANTES AL USO	(3) FACT.CONTR. GRADIENTES	CONSECUENCIAS ACTIV. HUMANA	ECOSIST. + FERTIL.	PULSOS FÍSICOS	USOS Y TECNOLOGÍA PREDOMINANTES	USOS Y TECNOLOGÍA APROPIADOS
3 MANGLARES Y POPALES	3a - Manglares y Popales	Manglar/popal -Sabana-Selva basal	-inundaciones -salinidad -mareas	-anegamiento -subsuelo impermeable	-salinidad -anegabilidad -textura del suelo	-toxicidad de suelos -compactación -destrucción del mangle	selva	inundaciones, mareas	-explotación del mangle para tanino y materiales de construcción -pesca artesanal de camarón en lagunas costeras -ganadería extensiva en popales	-usos apropiados <sup>(4)</sup> : Manglar: acuicultura. Popal: ganadería extensiva; agricultura intensiva en chinampas o polderes -construcción camellones para regulación de aguas y dormitorio de ganado -construcción chinampas o polderes para cultivos intensivos
25 TIERRA CALIENTE HUMEDA	25a - Selva Tropical Basal 25b - Sabanas Tropicales Húmedas	Sabana-Selva Basal-Selva Montana	-baja fertilidad edáfica -alta acidez -toxicidad de Al -drenaje impedido	-baja fertilidad -toxicidad de Al en subsuelo por alta acidez -explosión de malezas y plagas -erosión hídrica con pendientes	-impedimentos de drenaje	-destrucción ciclo de nutrientes -proliferación de malezas -erosión hídrica con pendientes	selva en suelos menos ácidos (volcánicos y calcáreos)	inundaciones incendios (en sabanas)	-tala selectiva de especies de maderas preciosas -ganadería extensiva sobre pasturas naturales, escaso apotreramiento, quemadas estacionales -plantaciones en monocultivo con tecnología de altos insumos -agricultura migratoria por roza-tumba-quema	-usos apropiados: Selva: silvicultura; forestaciones mixtas agricultura multiestrato; ganadería pasturas asociadas. Sabana suelo ácido: silvicultura de Pinus caribea. Sabana de suelo arcilloso: ganadería pasturas asociadas; agricultura arroz, caña -tecnología industrial para el uso diversificado de maderas -forestación con Pinus caribea en suelos muy ácidos. -forestaciones mixtas de maderas preciosas intercaladas con otras -sistema agroforestal "taungya" -ganadería pasturas asociadas, con fertilización moderada de P, complementando pastura natural -agricultura migratoria de cultivos múltiples, con barbechos de forrajeras o forestales -sistemas de cultivos múltiples, multiestrato -tecnología de bajos insumos: fitomejoramiento de variedades resistentes, optimización uso insumos, etc. -manejo de fauna silvestre y zocriaderos
26 TIERRA TEMPLADA HUMEDA	26a - Selva Tropical Montana	--	-baja fertilidad edáfica -alta acidez -toxicidad de Al	-baja fertilidad -toxicidad de Al en subsuelo -explosión de malezas -erosión hídrica	--	-destrucción ciclo de nutrientes -proliferación de malezas y plagas -erosión hídrica	selva en suelos menos ácidos		-tala selectiva de maderas preciosas -agricultura migratoria por roza-tumba-quema -cultivo de café con sombrío de leguminosas y árboles frutales diversos -cultivo de café sin sombrío	-usos apropiados: cultivos perennes multiestrato; silvicultura; forestación mixta; ganadería pasturas asociadas -tecnología industrial para uso diversificado de maderas -forestaciones mixtas de maderas preciosas intercaladas -ganadería pasturas asociadas con fertilización moderada de P -sistemas cultivos múltiples con base en el café -cultivos café en monocultivo sin sombrío, con fertilización, cuando amortiza costos -granjas integradas, con pequeños animales domésticos -manejo fauna silvestre y zocriaderos -técnicas de conservación y recuperación de suelos -tecnología de bajos insumos
27 TIERRA FRIA HUMEDA	27a - Bosque Templado Frío	Bosque de neblina - Bosque de pino/encino - Zacatal de altura	-altitud (temperatura) -exposición de laderas	-sequía invernal -escasa profundidad de los suelos -erosión hídrica	-altitud (temperatura) -exposición de laderas	-deterioro o destrucción de bosques -sobrepastoreo y deterioro de pasturas -erosión hídrica y pérdida capa arable	bosque de encino	heladas nevadas sequías	-explotación de coníferas para aserrío y encinos para leña y carbón, por tala selectiva y cortas sucesivas -ganadería de vacunos, ovinos y caprinos, con pastores, pastoreo continuo, suplemento invernal con "esquilmos" de cosechas -agricultura de subsistencia, en minifundios, monocultivo o cultivos múltiples precarios, con tracción a sangre	-usos apropiados: silvicultura de coníferas y latifoliadas maderables; ganadería con pastores y/o intensiva; agricultura con manejo conservacionista -manejo silvicultural con tala rasa o talas sucesivas con árboles semilleros -reforestación de bosques degradados con coníferas y latifoliadas clima templado -ganadería de pastoreo rotativo manejado por pastores, complementado con potreros pasturas cultivadas -cultivos múltiples anuales con técnicas de conservación de suelos -granjas integradas, con pequeños animales domésticos -complementación agro-silvo-pastoral -obras de contención de escurrimientos y sedimentos

-tecnología de bajos insumos: fitomejoramiento de variedades resistentes, optimización uso insumos, etc.  
-manejo de fauna silvestre y zocriaderos

26 TIERRA TEMPLADA HUMEDA	26a - Selva Tropical Montana	--	-baja fertilidad edáfica -alta acidez -toxicidad de Al	-baja fertilidad -toxicidad de Al en subsuelo -explosión de malezas -erosión hídrica	--	-destrucción ciclo de nutrientes -proliferación de malezas y plagas -erosión hídrica	selva en suelos menos ácidos	-tala selectiva de maderas preciosas -agricultura migratoria por roza-tumba-quema -cultivo de café con sombrero de leguminosas y árboles frutales diversos -cultivo de café sin sombrero	-usos apropiados: cultivos perennes multiestrato; silvicultura; forestación mixta; ganadería pasturas consociadas -tecnología industrial para uso diversificado de maderas -forestaciones mixtas de maderas preciosas intercaladas -ganadería pasturas consociadas con fertilización moderada de P -sistemas cultivos múltiples con base en el café -cultivos café en monocultivo sin sombrero, con fertilización, cuando amortiza costos -granjas integradas, con pequeños animales domésticos -manejo fauna silvestre y zocriaderos -técnicas de conservación y recuperación de suelos -tecnología de bajos insumos	
27 TIERRA FRIA HUMEDA	27a - Bosque Templado Frío	Bosque de neblina - Bosque de pino/encino - Zacatal de altura	-altitud (temperatura) -exposición de laderas	-sequía invernal -escasa profundidad de los suelos -erosión hídrica	-altitud (temperatura) -exposición de laderas	-deterioro o destrucción de bosques -sobrepastoreo y deterioro de pasturas -erosión hídrica y pérdida capa arable	bosque de heladas nevadas sequías	-explotación de coníferas para aserrío y encinos para leña y carbón, por tala selectiva y cortas sucesivas -ganadería de vacunos, ovinos y caprinos, con pastores, pastoreo continuo, suplemento invernal con "esquilmos" de cosechas -agricultura de subsistencia, en minifundios, monocultivo o cultivos múltiples precarios, con tracción a sangre	-usos apropiados: silvicultura de coníferas y latifoliadas maderables; ganadería con pastores y/o intensiva; agricultura con manejo conservacionista -manejo silvicultural con tala rasa o talas sucesivas con árboles semilleros -reforestación de bosques degradados con coníferas y latifoliadas clima templado -ganadería de pastoreo rotativo manejado por pastores, complementado con potreros pasturas cultivadas -cultivos múltiples anuales con técnicas de conservación de suelos -granjas integradas, con pequeños animales domésticos -complementación agro-silvo-pastoril -Obras de contención de escurrimientos y sedimentos	
28 TIERRA CALIENTE Y TEMPLADA SEMIARIDA	28a - Bosque Tropical Caducifolio 28b - Bosque Espinoso y Sabanas Secas	Mesquital-Bosque tropical caducifolio-Selva mediana subcaducifolia	-relieve -exposición -precipitación anual -n° de meses secos	-sequía invernal -escasa profundidad de suelos -pedregosidad -erosión hídrica	-relieve -exposición -profundidad de suelos	-deterioro valor forestal y forrajero del bosque -sobrepastoreo y reducción cobertura vegetal	mesquital sequías	-explotación del bosque para usos locales: materiales construcción, leña, carbón, sin manejo silvicultural -ganadería: ídem 27 -agricultura: ídem 27 -áreas llanas: monocultivos intensivos de temporal: algodón, sorgo, henequén	-usos apropiados: En terreno llano: agricultura intensiva de secano o riego; ganadería intensiva en rotación con agricultura (engorde, lechería). En laderas: ganadería semiextensiva; forestación; agricultura con manejo conservacionista -forestación con Proposis, leucaesna y otros árboles multiuso y de rápido crecimiento -ganadería apropiada: ídem 27 y 29 -agricultura apropiada: ídem 27 -complementación agro-silvi-pastoril -en ladera: obras de contención, escurrimiento y sedimentos -en terreno llano: agricultura altos insumos y con riego; con rotaciones con pasturas consociadas, abonos verdes e incorporación de rastrojos	
29 DESIERTO MEXICANO	29a - Matorral Xerófilo 29b - Pastizales Secos de Meseta	Matorral xerófilo-Pastizales secos-Encinares bajos	-relieve -exposición -altitud -precipitación anual -n° meses secos	-áridez -sequías muy prolongadas -irregularidad régimen de lluvias	-relieve -exposición -altitud -profundidad de suelos	-deterioro valor forrajero de la vegetación -sobrepastoreo y reducción cobertura vegetal -erosión hídrica -afloramiento caliche -salinización por riego	--	-sequías extraordinarias -torrenciales -heladas	-ganadería extensiva de vacunos, ovinos y caprinos, pastoreo continuo -engorde novillos a corral -ganadería semiextensiva: complementación campo natural-pasturas de humedad o riego -agua escasa: riego por aspersión o goteo -agricultura con trampas de agua -explotación especies silvestres industriales, algunas ya cultivadas (magueyes, jojoba)	-usos apropiados: Sin riego: ganadería semiextensiva; uso especies industriales. Con riego: agricultura intensiva y ganadería intensiva (engorde, lechería) -ganadería semiextensiva: complementación campo natural-pasturas de humedad o riego -agua escasa: riego por aspersión o goteo -agricultura con trampas de agua -manejo integrado de cuencas, con obras de contención de escurrimientos y sedimentos -ordenamiento explotación poblaciones silvestres y domesticación especies industriales

- (1) Cambios secuenciales del gradiente
- (2) Factores de control de la evolución de los ecosistemas
- (3) Factores que controlan los gradientes
- (4) Usos en orden de más o menos apropiados

### GRAN ECOSISTEMA 3. - GRANDES DELTAS TROPICALES Y MANGLARES

Para la descripción del Gran Ecosistema consúltese Morello (1985)

#### ECOSISTEMA 3a - MANGLARES Y POPALES

Es un ambiente de llanuras anegadizas y lagunas costeras controlado por aguas estancadas o de escurrimiento impedido, de origen fluvial y pluvial, con influencia frecuente de aguas marinas, donde se desarrolla una vegetación leñosa o herbácea exuberante. Su equivalente sudamericano son los Grandes Deltas Tropicales y Manglares.

#### a) Distribución

Es un ecosistema muy extendido en las Costas del Golfo de México desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, formando unidades, de menor extensión, sobre el litoral pacífico desde México (Jalisco, Nayarit), hasta Panamá e islas del Caribe.

#### b) Datos del Medio Físico

Clima: es el mismo de la selva tropical alta, a la cual reemplaza en las áreas anegadizas: cálido, húmedo, con lluvias predominantes de verano, sin heladas.

Relieve: llano, con pendientes sumamente escasas a poca altura sobre el nivel del mar, o prácticamente al mismo nivel; incluye lagunas y bahías costeras, protegidas, desembocaduras de ríos.

Suelos: Gleysoles e Histosoles. Son suelos muy anegadizos, con inundación estacional o permanente. Frecuentemente tiene un subsuelo arcilloso, casi impermeable, que es la causa de su anegamiento. El ho-

rizonte superficial tiene en todos los casos un alto contenido de materia orgánica y de detritos vegetales sin descomponer, hecho que caracteriza especialmente a los Histosoles. Es común que sean salinos, en particular los de lagunas y bahías costeras, por influencia marina.

c) El Biosistema

Manglar: es una formación abrorescente o arbustiva, de 2 a 25m. de altura perennifolia, densa y de poca diversidad. Algunas especies forman raíces aéreas, como zancos y neumatóforos, órganos especializados en la respiración radical en un medio anegado anaerobio, con capas de agua de hasta 1,5m. de profundidad. Las especies que componen el manglar pueden ser *Rizophora mangle* - la más abundante, a veces formando poblaciones puras - *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*.

Popal: Comunidad herbácea pero de gran desarrollo, que ocupa grandes superficies pantanosas, permanentemente inundadas con 0,5 a 1,5m. de agua, en la mitad austral del Golfo de México. A menudo ocupan los anchos llanos aluviales de ríos de llanura, como el Coatzacoalcos.

Las plantas dominantes de esta formación son herbáceas altas, de hojas grandes y anchas, como *Thalia geniculata* y diversas especies de *Calathea*, *Heliconia*, *Bactris* y *Pontederia*, además de distintas gramíneas y ciperáceas de gran tamaño.

d) Limitaciones al Uso

Son las ligadas a su condición de suelos anegadizos, a la cual se suma la salinidad por influencia del mar.

e) Usos y Tecnologías Predominantes

Ciertos manglares de lagunas costeras tienen gran significación económica como criaderos naturales de camarones y ostras, entre cuyas raíces sumergidas se fijan y protegen los individuos juveniles de estas especies de gran valor económico. En las bocas de salida de esas lagunas al mar se realizan la pesca artesanal del camarón.

El mangle se corta para extracción de tanino de la madera, uso que es de mediana relevancia, al igual que el uso de los troncos para construcciones. Con esos fines los manglares están actualmente sobreexplotados en su mayoría, ya que no rigen criterios de regulación de la corta. Los popales normalmente se destinan al pastoreo en una extensión de la ganadería de Sabana.

En Tabasco (México) se ha realizado desde la década pasada una experiencia de cultivo en "chinampas" (amplios terraplenes, como islotes, contruídos con el barro del fondo del popal mediante maquinaria pesada). Se realizan sobre las mismas cultivos intensivos de hortalizas, frutas, etc., reproduciendo la experiencia azteca en los lagos del Valle de México. (Se ignoran los resultados actuales).

USOS Y TECNOLOGIA APROPIADOS

El uso más indicado y productivo de manglares lacustres es la acuicultura, con vastas posibilidades de aumento de la producción mediante el ordenamiento de la pesca y, mucho más aún, mediante la producción semiextensiva de camarones, moluscos y peces.

Los popales pueden usarse para la producción ganadera bovina, mediante la construcción de albardones o terraplenes que sirven de dormitorio para los animales y pueden hacerlo también para la regulación de las aguas de escurrimiento.

Las obras de polderización o de "chinampas" pueden justificarse económicamente ante la necesidad de tierras para cultivos intensivos.

## GRAN ECOSISTEMA 25 - TIERRA CALIENTE Y HUMEDA

Este gran Ecosistema se caracteriza por ser tierras tropicales bajas - de llanos litorales y pie de monte de sierras y cordilleras -, húmedas y calientes, en gran parte ubicadas en la región caribeña: litoral continental y parte de las islas. Están ocupadas por selvas altas o sabanas. Ambos ecosistemas (25a y 25b) han sido integrados en una sola unidad a pesar de su distinta fisonomía, por responder ambos a parámetros ambientales prácticamente iguales (clima, altitud, topografía) y por estar estrechamente ligados entre sí en un mútuo reemplazo, según la intensidad del impacto humano, en muchos casos. Todo esto hace que muchos límites entre selva y sabana sean relativamente aleatorios y que la identificación de cada uno de estos grandes tipos fisionómicos no tenga aquí la importancia ecológica que sí tiene en Sudamérica.

El equivalente sudamericano más aproximado de este gran Ecosistema es el gran ecosistema 5 - Atlántico serrano y Andino basal, que comprende las selvas tropicales y subtropicales de los faldeos orientales andinos y de la costa atlántica brasilera. En rigor, esta equivalencia la comparten en conjunto con el gran Ecosistema 26 - Tierra Templada Húmeda.

Los datos del medio físico que encuadran este Gran Ecosistema son:

Altitud:	entre 0 y 600 msnm
Clima:	cálido-húmedo hasta subhúmedo, con lluvias de verano
Lluvias:	promedio anual de 1.200 a 4.000 mm o más, de 0 a 6 meses secos
Temperatura:	media anual superior a 21° C, ausencia absoluta de heladas

## ECOSISTEMA 25a - SELVA TROPICAL BASAL

Reune a las comunidades de selva tropical, de suelos no anegadizos.

### a) Distribución

Costa Atlántica y Pacífica de México y Centroamérica, faldeos bajos serranos de ambas vertientes y gran parte de las islas del Caribe.

### b) Datos del Medio Físico

Clima: cálido-húmedo y subhúmedo con lluvias de verano, precipitación anual 1200-4000 mm o más, de 0 a 6 meses secos (menos de 60 mm por mes de lluvia invernal); temperatura media anual superior a los 21°C, ausencia de heladas. Clasificación de Koeppen: Af, Am, y Aw.

Relieve y Fisiografía: 0-600 m de altitud, terrenos llanos y faldeos de montaña.

Salvo algunas porciones ubicadas en las regiones costeras adyacentes a las áreas montañosas de la Sierra Madre del Sur y de las cadenas montañosas del Istmo, la Selva alta se encuentra en áreas de planicies ocupando fundamentalmente la unidad fisiográfica de la Península de Yucatán y la llanura costera que se extiende desde allí hasta Panamá.

Suelos: Luvisoles, Acrisoles, Cambisoles, Nitosoles.

Son suelos muy lavados, con tendencia franca a la acidez, con acumulación de arcillas en el subsuelo, y escasa capacidad de retención de nutrientes en general. Los Acrisoles abundantes en el SE de México y especialmente en la vertiente atlántica de Centroamérica (E de Honduras hasta Panamá), son los suelos en que estas características están presentes en su máxima expresión. El lugar de los cationes más móviles (Ca, Mg, K, etc.) es ocupado por el aluminio en un alto porcentaje

de la capacidad de intercambio catiónico, por ser éste muy estable, mientras aquéllos se han lavado casi totalmente. Este proceso genético del suelo conlleva una serie de efectos concatenados: a) alta acidez; b) graves deficiencias de minerales vitales para las plantas; c) alta saturación con aluminio (hasta el 80%, en el subsuelo), lo que impide el desarrollo en profundidad del sistema radical de las plantas, por ser muy tóxico, y d) gran fijación del fósforo, en complejos insolubles con Al, lo que trae aparejado una fuerte carencia de P, como otro rasgo inherente a estos suelos.

Es por eso que los Acrisoles son suelos de muy baja fertilidad, lo que los hace inaptos para la agricultura anual, mediocres para la ganadería y más indicados para la silvicultura y otros cultivos perennes. Ello sin desmedro de la batería de prácticas correctivas que se puede aplicar a ellos con buen resultado, como veremos más adelante.

Los Luvisoles y Nitosoles son suelos que, sin bien afines genéticamente a los anteriores, sus rasgos son más atenuados: menor acidez, menor toxicidad de Al, mayor oferta de nutrientes, etc. Igual es el caso de suelos de selva húmeda de origen volcánico relativamente jóvenes, los Andosoles de Guatemala y Costa Rica.

En zonas de selva sobre llanos costeros mal drenados (Tabasco y Campeche, México; litoral atlántico de Nicaragua y C. Rica), los suelos poseen rasgos "gleicos", con subsuelo arcilloso, casi impermeable.

### c) El Biosistema

Es una selva de 25-40 m de altura, de alta diversidad de especies latifoliadas, con abundancia de trepadoras y epífitas. Dominan especies arbóreas de origen neotropical.

Los árboles predominantes en la selva más desarrollada (alta perennifolia) ubicada en áreas de sequía invernal corta o nula son: sombrerete (*Terminalia amazonia*), ramón (*Brosimum alicastrum*), caoba (*Swietenia macrophylla*), palo de agua (*Vochysia guatemalensis*), guapaque (*Dalium guianense*), Inga spp., leche maría (*Calophyllum brasiliense*), chicozapote (*Manilkara zapota*), *Andira galeottiana*, *Ficus* spp., etc.

Las variantes de selva con sequía invernal más prolongada (mediana subcaducifolia) está integrada en parte por especies de hojas caducas. Algunos de los componentes arriba mencionados, se le suman en esta variante, el pucte (*Bucida bucera*), capiri (*Mastigodendron capiri*), *Astronium graveolens*, *Licania arbórea*, *Bursera arbórea*, etc.

En estas comunidades según las situaciones ecológicas se presentan unas u otras especies como dominantes.

Una de las más extendidas es la denominada Selva de *Terminalia amazonia* siendo esta especie la más representativa por su constancia y se le ubica desde Córdoba (Veracruz) hasta Centroamérica.

Otra comunidad vegetal muy extendida en México es la denominada "ojital o ramonal" que es dominada por *Brosimum alicastrum*; éste es un árbol de amplia tolerancia ecológica, generalmente se le observa sobre laderas calizas a veces muy inclinadas, se la ubica desde San Luis de Potosí por la vertiente del Golfo de México hasta América Central. Otra variante que se desarrolla sobre terrenos planos o ligeramente inclinados es el "zapotal" que está dominado por *Manilkara zapota*; en la península de Yucatán es la más característica y suele también presentarse en distintas localidades de la parte norte de Chiapas y de Oaxaca y noroeste de Veracruz.

A medida que las precipitaciones disminuyen se presentan comunidades que forman mosaico con la sabana o con el Bosque tropical caducifolio.

Otra variante es la que tiene como componentes principales *Platymiscum dimorphandrum*, *Pterocarpus hayesii* y *Vortex pyramidata*.

Con respecto a sus afinidades geográficas la flora es neotropical y sin demasiados vínculos hacia el norte.

Muchos de sus componentes extienden sus áreas de distribución hacia América del Sur; caso de *Dalium guianense* y *Terminalia amazonia*.

#### d) Limitaciones al Uso

La excepcional diversidad florística y faunística de esta gran unidad, si bien representa una gran riqueza biológica, se expresa para la tecnología actual como una fuerte limitación económica, al hacer muy difícil la extracción y aprovechamiento de especies faunísticas y forestales de valor comercial sumamente dispersas en el conjunto de la comunidad biótica. De ahí la tendencia tradicional a sustituir estas selvas por cultivos, pastizales o plantaciones.

Operada la eliminación de la selva para implantar otro tipo de vegetales, emergen con facilidad las limitantes inherentes a estos suelos (ver inciso b.) disimuladas antes en un complejo equilibrio suelo-vegetación: la absorción de nutrientes del subsuelo puede ser apenas el 20% del total (Sánchez 1981) y la mayor parte de los mismos proviene de la descomposición de la materia orgánica muerta interceptada directamente por una densa red radicular a medida que es liberada o a través de micorrizas. Estas parecen jugar un importante papel en el reciclado de nutrientes de la selva. Al eliminar la selva, ese complejo

ciclo natural se quiebra, se descompone la materia orgánica remanente expuesta al calor de la insolación directa, se lavan los nutrientes y la vegetación implantada posteriormente sufre en toda su desnudez la pobreza del suelo inerte.

e) Usos y Tecnología Predominante

El primer uso comercial que se hace de la selva primaria es generalmente la extracción selectiva de todo lo que tenga valor, sin criterio de rendimiento sostenido: tala selectiva de especies forestales y caza de animales pelíferos de mayor valor hasta el agotamiento, sin subordinación alguna de la técnica de extracción a una garantía de regeneración futura de las poblaciones respectivas.

La etapa subsiguiente del uso de la selva tropical húmeda, es la deforestación para sustituir esa comunidad biótica - empobrecida en su valor económico - por cultivos anuales, plantaciones o pastizales para ganadería bovina.

Los modelos de uso y tecnología empleados en suelos de selva son diversos: a) el pequeño agricultor, que practica en muchas zonas una agricultura migratoria desmontando a mano por el método de "roza - tumba - quema" parcelas reducidas de selva, para cultivar allí maíz, frijol, yuca, batata o arroz de secano, durante uno o dos años. Luego abandona esa parcela (ya que el rendimiento baja cada año prácticamente a la mitad del anterior) y reinicia el proceso de desmonte y siembra en otro sitio. Suele volver entre 4 a 10 años después, al primer sitio, a desmontar el "acahual" o selva secundaria que allí creciera en ese lapso.

A veces, o en ciertos lugares, el campesino implanta al segundo año cultivos semipermanentes, como banano, caña o papaya, o deja crecer pastos para la cría de ganado, lo cual prolonga el período de su asentamiento fijo, gracias a la diversificación de cultivos.

En áreas donde la densidad de la población campesina es tal que no hay espacio para las rotaciones largas que supone la agricultura migratoria (barbechos de más de 4 años), el campesino es sedentario. Suele tener un área de cultivos anuales alimenticios ("milpa"), generalmente intercalados o en rotación, y otra de cultivos perennes, donde a menudo se intercalan especies comerciales con frutales (banano, papaya, mango, chirimoya, caña, café, cacao y una larga lista de otras especies) y un pequeño huerto, de verduras y condimentos. La milpa es rotada, si alcanza el espacio, con barbecho de pastos, donde se mantienen los animales de cría o de fuerza. Si no se dispone de espacio, éstos suelen criarse en la veda de los caminos.

La agricultura migratoria suele mantener los suelos a salvo de la erosión, lo que no ocurre generalmente con las parcelas de cultivos anuales del campesino sedentario, el cual sufre serios problemas de degradación de sus tierras.

b) El agricultor grande desmonta generalmente por medios mecánicos e implanta monocultivos industriales o frutícolas, con tecnología de altos insumos (fertilización química y labores mecanizadas -excepto la cosecha- para sostener altos niveles de rendimiento por hectárea). Este es el modelo de producción predominante del banano, la caña de azúcar, piña, tabaco, arroz y otros, tradicionalmente aplicado en grandes establecimientos cuyo producto se destina a la exportación, como es el caso de las compañías bananeras en Centroamérica.

Este tipo de producción genera altos rendimientos, si bien a costa de un fuerte agotamiento de la fertilidad natural y la estructura de los suelos - disimulados por la inyección constante de fertilizantes- y de una contaminación frecuente con cobre proveniente de los plaguicidas, en el caso de los bananales, que se acumula en el suelo y lo hace tóxico para otros cultivos. Ocupa grandes extensiones de los llanos costeros, desde el SE de México hasta Panamá y de las islas del Caribe.

c) El productor ganadero, que expande los pastizales destinados a la cría extensiva de ganado vacuno, a expensas de la selva, en su mayor parte con bajo nivel de mejoras, prácticas de manejo bastante precarias y magros rendimientos.

Técnicas ya bastante difundidas son la incorporación de razas cebuínas y la introducción de pasturas tropicales cultivadas, como los pastos pangola (*Digitaria decumbens*), guinea (*Panicum maximum*), elefante (*P. purpureum*), gordura (*Melinis minutiflora*), alemán (*Equinochloa polystachya*), yaguará (*Hyparrhenia rufa*), pará (*Brachiaria mutica*), estrella africana (*Cynodon plestostachyus*), etc. También se usan leguminosas forrajeras consociadas, como el kudzú (*Pueraria* sp). Si bien el uso de fertilizantes químicos ha demostrado ser muy redituable, es una práctica poco difundida aún, igual que la reserva de forraje, como heno, silo o en potrero, a pesar de ser clave para la ganadería tropical. Ello debido a que, si bien es generalizada la quema de la pastura para aprovechar el rebrote tierno, durante la temporada seca, el pasto una vez encañado pierde gran parte de su valor nutritivo.

La falta de cantidad y calidad de forraje en invierno es agravada por el sobrepastoreo a que es sometida muy comunmente la pastura, porque con éste se reduce la proporción de leguminosas que contiene la misma y si es mejorada, pierde en pocos años las especies de alto valor forrajero y termina degenerándose por dominancia de las no palatables.

El resultado, demasiado común en la región, es que el ternero pierde en invierno parte del peso ganado en el verano, en vez de crecer. Así, en promedio, el novillo se termina a los 3,5 a 4,5 años de edad, en vez de hacerlo a los dos años.

---

Gracias a la introducción de la sangre cebú, la sanidad animal es relativamente buena, salvo las parasitosis gastrointestinales, poco combatidas por lo encubierto de su presencia, sólo manifestada en la lentitud de aumento de peso.

ECOSISTEMA 25b - SABANAS TROPICALES HUMEDAS

Son comunidades con dominancia de gramíneas con o sin árboles, generalmente ligadas a tierras llanas y de drenaje impedido o excesivo, a menudo inducidas, producto del desmonte o clareo de la selva con fines pecuarios.

a) Distribución

Las sabanas tropicales naturales se extendían sobre suelos llanos, con limitaciones edáficas, de las costas atlántica y pacífica, especialmente de la primera. Actualmente, por acción del desmonte, se extienden, a costa de la selva tropical basal, al piedemonte y faldeos bajos de la montaña.

b) Datos del medio físico

Clima: caliente y tropical, húmedo y subhúmedo, con lluvias de verano, precipitaciones mayores de 1000mm. al año, de 0 a 6 meses de sequía invernal, ausencia de heladas. Clasificación según Koeppen: climas Am y Aw.

Relieve y Fisiografía: ocupan parte de las llanuras costeras del Golfo de México y del Caribe. El relieve es llano a moderadamente ondulado; entre 0 y 800 metros de altitud.

Suelos: Gleysoles, Vertisoles, Acrisoles y Luvisoles.

La presencia de sabanas naturales en lugar de selva tiene su origen en factores edáficos, aunque no es un fenómeno suficientemente delucidado hasta el momento. En general en ciertos casos la Sabana aparece sobre suelos con impedimentos de drenaje por su textura arcillosa en superficie o a poca profundidad, del tipo de los Gleysoles y Vertisoles. Esto ocurre en zonas llanas de Campeche, Tabasco y Veracruz (Mexico) y también en extensas áreas de Cuba.

Otro fenómeno diferente lo constituyen las sabanas de *Pinus caribea* de Belice y del Oriente hondureño-nicaragüense. Allí, si bien la vegetación presenta la misma fisonomía, es florísticamente distinta, debido a un factor edáfico muy diferente: se trata de Acrisoles muy lavados, arenosos e infértiles, donde aun los pastos nativos son pobres y poco productivos.

Por último, buena parte de las sabanas se asientan también sobre Luvisoles y Cambisoles, suelos menos ácidos e infértiles que los anteriores, de productividad regular. En buena medida es probable que éstas sean sabanas inducidas, formadas por desmonte de la selva y estabilizadas por el fuego periódico.

#### c) El Biosistema

Son pastizales altos, de especies amacolladas, ásperas, resistentes a las quemas periódicas. Pertenecen a los géneros *Paspalum*, *Andropogon*, *Trichachne*, *Imperata*, *Trachypogon*, *Axonopus*, *Digitaria*, etc.

El estrato arbórea disperso, cuando aparece, está compuesto de árboles bajos, como son nanche (*Byrsonima crassifolia*), archicón (*Curatella americana*), jícaro o cirián (*Crescentia alata* y *Crescentia cujete*). En ciertas zonas este estrato arbóreo se compone de palmeras, como el carozo (*Scheelea prensii*), palma real (*Roystonea* sp.), coquito de aceite (*Orbigya guacoyul*) etc.

En algunas zonas cerca de la Laguna de Términos de Campeche es característica la especie *Crescentia cujete* entre la cual a manera de islas se presentan matorrales de *Bravaisia tubiflora* y *Conocarpus erecta*, que se interpretan como indicadores de cierta salinidad del suelo.

Otra variante de las sabanas son los llamados zacatales, como los que se presentan en la región de Huemanguillo, Tabasco, en los cuales se diferencian, según posean estrato arbóreo o no, en arbóreo y herbáceo. En el primero de los casos los elementos arbóreos más representativos son *Byrsonima* y *Curatella* acompañados por arbustos de los géneros *Climedia*, *Miconia*, *Mimosa* y algunos otros. Las gramíneas más dominantes son *Andropogon bicornis*, *Digitaria leucetes*, *Imperata* sp, *Orthoclada laxa*, *Paspalum plicatulum* y *P. pectinatum*. Las Cyperáceas son abundantes, así como las Leguminosas. Estos zacatales fueron estudiados por Puig y él concluye que estas sabanas son de origen antropógeno y que las diferencias entre ambos tipos se debe a la frecuencia de incendios, porque mientras las herbáceas están sujetas a la acción del fuego todos los años, las arbóreas se queman a intervalos mayores.

Estas sabanas generalmente se interdigitan con comunidades de palmares, de *Paurotis wrighti*, de encinas, de *Quercus oleoides* y de la selva tropical alta.

Varios autores describen otras variantes de sabanas concluyendo que probablemente poseen un origen secundario como el caso en que dominan *Enterolobium* y *Ceiba*.

Las sabanas de la región de Belice y oriente hondureño - nicaragüense a diferencia del resto presentan como dominante al pino (*Pinus caribea*).

En cuanto a las sabanas de Cuba, los dominantes arbóreos son la palma real (*Roystonea regia*), el cuba (*Cuba pentacha*), además de almácigo (*Bursera simaruba*) y caña brava (*Bambusa vulgaris*).

Beard (1953, citado por Rzedowsky, 1978) realizó estudios de la sabana latinoamericana en estas últimas y probablemente sus conclusiones se puedan aplicar a las sabanas mexicanas.

De acuerdo con este autor la sabana es una comunidad determinada por la topografía de formas seniles, de escaso relieve donde existe dominancia de suelos de drenaje deficiente.

A diferencia de los pastizales de zonas templadas la sabana no está determinada por el clima, pues pueden frecuentarse en América tropical en cualquier situación climática. Se trata de un climax edáfico.

Otro autor, Miranda (1973, citado por Rzedowsky, 1978), señala relaciones semejantes y postula que los suelos de sabana son la etapa final de un proceso de terrenos pantanosos, ocupados antiguamente por vegetación acuática. De manera que la sabana sería una fase final de la sucesión que se mantiene en las condiciones actuales del clima, mientras la erosión no destruya el suelo. Este autor también admite la expansión de la sabana por acción del fuego.

Por otra parte Sarukhán (1968, citado por Rzedowsky, 1978) sostiene que la gran mayoría de las sabanas de México revisten un origen secundario y está ligado a las actividades agropecuarias del hombre.

#### d) Limitaciones al Uso

Las sabanas de los suelos arcillosos (Gley, - Vertisoles), son de drenaje deficiente, como dijimos. Estos son fértiles pero inaptos para la agricultura, por estar saturados de humedad, incluso anegados, gran parte del año y volverse duros y secos en los meses que no llueve.

Los pastizales naturales de estas sabanas tienen a su vez la limitación de tener un ciclo muy desparejo tanto en calidad como en cantidad de forraje: durante el invierno seco, después de haber encañado, bajan su contenido protéico de 8-10% a 3-5%, y se hacen poco palatables.

A la vez, tienen relativamente baja respuesta a la fertilización química.

Las sabanas sobre Acrisoles, arriba citadas, tienen el impedimento inverso, pero más grave aún: exceso de drenaje, poca retención de humedad y falta de nutrientes extrema. A tal punto, que en buena parte de las mismas no hay actividad alguna, ni siquiera ganadería, excepto la eventual explotación del pino.

Las sabanas de Cuba son un capítulo aparte, ya que ocupan en general suelos fértiles, calcáreos en ciertas zonas (La Habana, Matanzas) y en otras muy extensas (Camagüey y Oriente) del tipo Vertisoles, con consiguientes limitaciones para el manejo agrícola.

#### e) Usos y Tecnología Predominantes

Uso ganadero: es el más extendido y presenta las características de manejo y tecnología ya descritas para el ecosistema de Selva Tropical Basal.

Uso agrícola: en zonas donde los impedimentos de drenaje no son serios, se dedican a monocultivo de caña de azúcar, plátano, arroz, etc., generalmente con fertilización química. Es el caso, en especial, de Cuba, donde los suelos originariamente de sabana son fértiles en gran proporción, como se mencionó anteriormente.

Uso Forestal: se da en la zona de los pinares de *Pinus caribea* de Nicaragua, tradicionalmente bajo formas de explotación precarias, aunque actualmente sujetos a planes de ordenamiento. Este uso forestal, con la misma especie de pino, es el que se está dando también a ciertos suelos de sabana en Cuba.

#### USOS Y TECNOLOGIA APROPIADOS

Uso Forestal: el aprovechamiento de la selva tropical como tal tiene las serias limitaciones ya anotadas (inciso d) que hacen poco rentable su tratamiento silvicultural sostenido, posterior a la primera extracción de las existencias originales que abriga en maderas preciosas. Muy distinto es el caso particular, en región de Tierras Calientes, de las sabanas de *Pinus caribea*. Esta especie forestal puede ser manejada con altos rendimientos de madera, por métodos silviculturales clásicos, y aun forestada en los suelos más ácidos, donde no rinden ni las pasturas, sin fuertes correctivos.

La selva húmeda tropical podrá encaminarse en un futuro a un ordenamiento económico mediante el desarrollo de una tecnología industrial diversificada, capaz de aprovechar una amplia gama de tipos de maderas: enchapados de maderas preciosas sobre paneles aglomerados de otras de menor valor, triplay, maderas dimensionadas, tableros, pisos, vigas, postes, durmientes, fibra celulósica y producción de energía. Esta tecnología permitirá la instalación de industrias que aprovechen el grueso de las masas forestales, reduciendo las áreas de corte anual y los costos de saca y transporte (Ortega Blandón, 1981). Se aprovecharía así la alta productividad propia de la selva secundaria, manejando sus diferentes estadios sucesio-

nales a conveniencia. La investigación y desarrollo en tecnología de la madera tiene mucho que aportar en ese sentido y lo está haciendo, aunque hay aún poca incorporación de sus aportes a nivel industrial.

Experiencias de reforestación de maderas preciosas en el SE de México, principalmente cedro rojo (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) señalan la necesidad de plantaciones mixtas, de varias especies intercaladas, en que cada una de ellas ocupe menos del 25% del total. Las plantaciones mixtas pueden combinarse con el "sistema Taungya" que analizamos más adelante.

La forestación con *Pinus caribea* y el ordenamiento de los pinares naturales de esa especie, en los suelos ácidos más pobres, es quizá el uso más apropiado y redituable de importantes áreas de ese tipo de suelos, tanto más, si se consideran las amplias ventajas que tienen las coníferas sobre las latifoliadas, en rendimientos, tipo de madera y facilidad de manejo silvicultural.

Uso ganadero: la comunidad de sabana tropical es naturalmente apropiada para la ganadería bovina, aunque con fuertes limitaciones: acidez y falta de nutrientes y sequía estacional.

La fertilización de pasturas naturales pocas veces es provechosa por cuanto las gramíneas nativas no responden eficientemente a la misma.

Una buena práctica mejoradora de la pradera natural es la sobresiembra de leguminosas forrajeras, por la que se logra mayor cantidad y calidad de carne, con tanto más seguridad de éxito, si se aplica con fertilizante fosforado. Leguminosas forrajeras tolerantes a la acidez son por ejemplo *Stylosanthes capitata* y *Zornia latifolia*.

El manejo de las quemas de pasto, en su oportunidad y frecuencia es importante, ya que condiciona con el tiempo la composición florística y con ello la calidad de la pastura. Hay experiencias indicadoras de que las quemas periódicas como tales, son convenientes.

Una importante opción ganadera para pequeños productores de región tropical es la granja integrada, cuyo manejo puede complementarse eficazmente con la agricultura, recibiendo forrajes de diverso tipo y aportando abono orgánico. De por sí existe en el campesinado una vasta experiencia empírica en esta actividad, la cual puede ser perfeccionada científicamente (Fernández-Baca, 1981; Cornick y Kirkby, 1981). Esta cría de animales pequeños puede incluir la oveja pelibuey, de gran precocidad sexual y prolificidad; monogástricos, como cerdos y diversas aves de corral, siempre que no compitan con el Hombre por el mismo alimento, pues tienen dieta semejante; roedores domesticables como la paca; apicultura; etc.

La cosecha de especies de fauna silvestre mediante el manejo de las poblaciones naturales es otro uso de los recursos naturales de la selva tropical que puede ser relevante, aunque faltan aún conocimientos científicos y experiencia de campo en ese sentido. La hay ya para ciertos animales como caimanes, tortugas, carpincho o capibara, etc.

Usos del suelo bajo cultivo: es enormemente diversa y compleja la problemática del uso y técnicas de manejo de los suelos tropicales húmedos.

Iniciaremos el análisis por los métodos de desmonte de la vegetación natural: la experiencia existente, como analizan Sanchez y Salinas (1984) indica que el desmonte manual por el método de la roza, tumba y quema

es mucho más ventajoso para los cultivos posteriores que el desmonte mecánico, debido a que: a) el trabajo de la topadora compacta fuertemente la superficie del suelo; b) también arrastra el mismo gran parte del horizonte orgánico, mientras que el desmonte manual preserva mucho más restos y suelo orgánico en superficie; c) la quema incompleta del material vegetal que se efectúa en el lugar con el desmonte manual aporta buena cantidad de cenizas que producen efectos análogos a los del encalado - fertilización durante los primeros dos años.

No obstante, si el desmonte debe ser mecánico por razones ajenas, hay técnicas de aplicación (aún por perfeccionar) que reducen al mínimo los perjuicios citados, entre los que se cuenta la inclusión de la quema como etapa intermedia, antes del acordonamiento de los restos vegetales.

Una práctica que aún no obtuvo resultados exitosos es la del desmonte parcial, aún con la implantación de especies tolerantes a la sombra.

La agricultura migratoria tan difundida como técnica agrícola con siglos de tradición entre los campesinos del trópico americano o de otros continentes, parece ser un modelo de agricultura correctamente ajustada a las condiciones tropicales, a juicio de muchos autores (Sánchez, 1981; Arias, 1981; Montaldo, 1982).

Según Sánchez (1981) las principales ventajas son: a) las ya referidas al método manual de desmonte; b) el suelo queda expuesto sólo unas semanas después del desmonte, y no totalmente, lo que reduce a bajos niveles la erosión; c) permite la diversificación de cultivos en pequeños espacios.

No obstante, deben anotarse también sus desventajas y límites: a) no permite una densa ocupación de tierras lo que la limita a zonas de baja población rural, b) tiene un límite al volumen de producción, dado por el bajo rendimiento de la mano de obra que impone.

La optimización de la agricultura migratoria incluye:

- 1) El uso de cubiertas protectoras (mulch) de residuos vegetales, que puedan combinarse con métodos de labranza mínima, como roturar en hileras dejando el resto del suelo bajo cubierta.
- 2) Ajustar la longitud del período de barbecho: demasiado corto dificulta el nuevo desmonte y aumenta la proliferación de malezas en el nuevo período agrícola; a menudo más de 8 a 10 años desperdicia tiempo, pues no aumenta la acumulación de nutrientes en la biomasa secundaria.
- 3) Plantar especies útiles durante el barbecho: consociación de pastoreo, o árboles de valor forestal (Ejemplos: palma aceitera con cultivos intercalados de ñame, yuca y maíz. Sistema "Taungya" de plantación de árboles de rápido crecimiento intercalados con cultivos: Tectona grandis, Gmelina arborea, etc. pueden cortarse ya a los 10 años para madera.
- 4) Introducir variedades cultivadas genéticamente mejoradas.
- 5) Incorporar un plan de rotación o intercalación de cultivos durante el período agrícola, probadamente superador para la zona. (Ejemplo: arroz de secano, maíz y soja, probado en Yurimaguas, Perú).

El sistema de cultivos múltiples es quizá el más recomendable para la agricultura. Incluye dos tipos principales de cultivo: simultáneos o intercalados y secuenciales. Ofrecen las siguientes ventajas frente a los cultivos puros:

- a) utilizan mejor la radiación disponible, al igual que las altas temperaturas y la humedad;
- b) utilizan los nutrientes disponibles en el suelo o aportados por la fertilización;
- c) reducen los problemas de malezas y plagas; lo primero permite a su vez reducir la frecuencia de las labores;
- d) la siembra intercalada de abonos verdes con cereales permite mantener mejor la fertilidad del suelo sin interrumpir la producción de granos, o al menos acortando el período de barbecho requerido por el cultivo puro del cereal;
- e) reducen riesgos de producción y de comercialización.

No todas las combinaciones de cultivos intercalados o secuenciales implican una mayor producción que los respectivos cultivos puros: la mayoría no supone mayores rendimientos. Ejemplos de consociación exitosa son los siguientes (Sánchez 1981): caña de azúcar - caupí, maíz - gandul; maíz - frijol; maíz - maní.

El CATIE realizó experimentos cooperativos con pequeños agricultores, en Costa Rica, Nicaragua y Honduras en cuanto a sistemas de cultivos múl-

tiples, llegando a comprobar que las combinaciones de cultivos más redituables eran las siguientes (Soria, 1977): asociación frijol-yuca, seguidos de camote; rotación frijol, maíz, maíz.

Una desventaja de peso de los cultivos intercalados es la difícil mecanización de los mismos, lo que se puede resolver con siembras en dos y más hileras contiguas de cada especie.

En cultivos perennes es muy rica la diversidad de asociaciones que se pueden practicar, entre especies frutales, industriales, y forestales, y además con especies anuales alimenticias durante los primeros años de su desarrollo. Ejemplos: caucho - cacao; café - banano; piña - yuca - papaya o palma - caucho y castaña, en cultivo multiestratificado.

La producción de pasturas cultivadas de gramíneas y leguminosas con fertilización modesta producen entre 100 y 300 Kg./ha. de peso vivo, con cargas animales de 0,5 a 1 cabeza/ha. (Sánchez, 1981)

La fertilización intensiva con niveles de 400 a 900 Kg./ha por año de nitrógeno, junto con P y K, prescinde de la leguminosa y produce, en pasturas de gramíneas cultivadas, volúmenes de carne de 500 a 1.000 Kg. de peso vivo por hectárea, con cargas animales de 5 a 10 cabezas/ha.

Es útil hacer la implantación de una pastura mixta sobre un cultivo anual que, una vez cosechado, deja lugar a la pastura.

La pastura cultivada parece degradarse seriamente y volver a una selva o sabana secundaria, por caída de la fertilidad del suelo, escasez de leguminosas y exceso de pastoreo.

El CATIE desarrolló un modelo de producción lechera intensiva (Cubillos y Salazar, 1981), sobre la base de pastos cultivados, fertilización, pasto de corte o caña de azúcar como suplemento en época seca, también melaza y urea, alambrado eléctrico, etc., con 28 animales en 3,5 ha. de área total. Este modelo ya ha sido validado en el campo y puede servir para cuencas lecheras cercanas a ciudades, donde abastezcan de leche para consumo fresco y para industrias.

Tecnología de bajos insumos: sobre las opciones tecnológicas para el Trópico húmedo vale comentar el artículo de Pedro Sánchez y José Salinas titulado "Suelos ácidos - Estrategia para su manejo con bajos insumos en América Tropical". Ellos formulan allí que las condiciones socio-económicas tanto de la población rural del Trópico americano, como de los países en conjunto, obligan a sopesar los costos de oportunidad de los modelos tecnológicos a adoptar y las inversiones que involucran. Consideran que una tecnología agropecuaria cara no puede ser incorporada masivamente en todo un país o región, sino selectivamente, en aquellas zonas donde las condiciones naturales aseguran retornos tan altos que amorticen las altas inversiones.

Para los autores, las tierras calientes perhúmedas del Trópico, de suelos ácidos e infértiles (Ultisoles y Oxisoles, que son los Ferralsoles y Acrisoles de la clasificación aquí usada), tienen limitaciones tales que no justifican una tecnología de altos insumos (encalado y fertilización masivos, básicamente). A ello se suma que las condiciones económicas y estructurales de esas regiones no permiten a menudo amortizar altos costos de flete, importación de insumos o incluso, altos riesgos de producción y de mercado.

Por eso, los autores proponen la "tecnología de bajos insumos", para el grueso de los suelos tropicales, no como una "adopción parcial de la tecnología de altos insumos", sino como "una manera diferente de manejar el suelo", pero que incluye el uso de cal y fertilizantes.

Basan el manejo de los suelos en tres principios esenciales: (1) la adaptación de las plantas a los factores edáficos limitantes y no la eliminación de dichos factores; (2) la maximización de la producción por unidad de fertilizante químico aplicado; y (3) el uso ventajoso de los atributos favorables de los suelos ácidos e infértiles. A la vez, toman como meta en la elección de insumos y técnicas, la de obtener alrededor del 80% de los rendimientos máximos del germoplasma tolerante a la acidez, mediante la combinación más eficiente de aquéllos.

1) Uso de plantas adaptadas a los limitantes edáficos: los autores hacen referencia a la amplia gama de cultivos tropicales que son tolerantes a la acidez del suelo, como yuca, arroz, banano, coco, naranjo, café, caña de azúcar y muchos otros; y a otros que, si bien generalmente susceptibles, tienen variedades tolerantes: frijol, maíz, sorgo, soja, trigo, batata.

Concluyen que la fitotecnia tiene enormes perspectivas aún poco exploradas, de mejoramiento de variedades para suelos ácidos, ya que tradicionalmente el fitotecnista busca optimizar rendimiento eliminando variables edáficas, por lo cual ensaya en y para los mejores suelos.

A su vez la selección de variedades y su manejo debe discriminar entre los diferentes factores asociados a los suelos ácidos, para su adecuado control: pH, toxicidad del aluminio o de manganeso/carencia de P y/o de otros minerales, etc.

2) Maximización de la producción por unidad de fertilizante aplicado: los autores destacan que poniendo las expectativas de productividad alrededor del 80% del máximo alcanzable, se logra un rendimiento por unidad de cal o fertilizante aplicado mucho mayor, que representa ahorros de 33 a 75% del insumo en cuestión.

3) Uso ventajoso de ciertas propiedades de los suelos ácidos e infértiles: la acidez facilita, por ejemplo, la disolución relativamente rápida de la roca fosfórica, proceso demasiado lento en medio neutro, con lo cual se puede usar este mineral -abundante en América Tropical y mucho más barato que el superfosfato industrial- para fertilizar los suelos ácidos a costos mucho menores y sin necesidad de encalado. Otra ventaja aprovechable es la escasa invasión de malezas que sufren los suelos ácidos: haciendo aplicaciones muy localizadas de fertilizantes se beneficia al cultivo y se mantiene un aceptable control sobre las malezas.

Estos principios básicos, combinados con otras normas de manejo también citadas en el artículo, conforman en conjunto un paquete tecnológico relativamente accesible al productor modal del Trópico y a la capacidad de inversión de los países de la región.

Por otra parte, sería correcto evaluar la posible generalización de la tecnología de bajos insumos propuesta para los suelos ácidos, a tantas otras condiciones naturales y económicas (como las Tierras áridas, por ejemplo). Parece, finalmente, una propuesta que cuenta con la adhesión de muchos otros autores, como es el caso de técnicos del CATIE de Costa Rica (Jorge Soria, 1977; Pedro Oroño C., 1981), Tully Cornick y Roger Kirkby (1981) de Ecuador; y L. Nickel (1979); etc.

## GRAN ECOSISTEMA 26 - TIERRA TEMPLADA HUMEDA

Este gran Ecosistema comprende las tierras húmedas de ladera, en su mayor parte de la vertiente atlántica de la Cordillera Centroamericana, ocupadas naturalmente por selvas tropicales de montaña. Si bien esta formación vegetal forma prácticamente un continuum con la Selva Basal, consideramos que el límite entre ambas recorre a grandes rasgos la cota de los 600 m, y puede subir hasta la de 800 msnm. Hemos diferenciado ambas unidades ante todo por los rasgos del medio ambiente y su incidencia sobre el tipo de producción y estructura agraria. En México esta gran unidad podría rastrearse más allá de los límites cartografiados, en una franja estrecha y discontinua entre la Selva Basal y el Bosque Templado-frío de lo que ciertos autores llaman el Bosque Mesófilo de Montaña (Rzedowski, 1978).

Los principales datos del medio físico son los siguientes:

Altitud: entre 600-800m y 1600-2000m.

Clima: templado y húmedo, con lluvias de verano.

Lluvias: promedio anual de más de 2.000mm, 0 a 6 meses secos, casi siempre menos de 4.

Temperatura: media anual entre 14 y 21°C, sin heladas, o muy ocasionales

Relieve: quebrado

La equivalencia ecológica de esta unidad en Sudamérica la encontramos en el Gran Ecosistema Andino Basal, tanto como en los estratos altitudinales más bajos del Andino Fresco, tal como fue descrito por Morello, en el trabajo de referencia para el presente. Si bien en términos biogeográficos requeriría de estudios comparativos de mayor profundidad la resolu-

ción acerca de la separación o asimilación de la unidad 26a a alguna de las sudamericanas citadas -y por ello decidimos darle identidad aparte- consideramos que en términos agrológicos tiene estrecha afinidad con la franja altitudinal media de la vertiente oriental andina. En breve, el cultivo índice que mejor definiría esta unidad es el cafeto.

#### ECOSISTEMA 26a - SELVA TROPICAL MONTANA

a) Distribución: se extiende a lo largo de la Cordillera Centroamericana, desde Chiapas (sur de México) hasta Panamá en su mayor parte sobre su vertiente atlántica, aunque de Costa Rica al sur ocupa por igual ambas vertientes cordilleras. También aparece en tierras montañosas del Caribe, como en las islas de Cuba y La Hispaniola.

#### b) Datos del Medio Físico

Clima: templado y húmedo, con menos de cuatro (4) meses de sequía invernal. Precipitación media anual de más de 2.000 mm. Temperatura media anual de 14° a 21° C., sin heladas o muy ocasionales. Clasificación según Koeppen: Af y Am.

Fisiografía y Relieve: este ecosistema es típicamente montano: ocupa los faldeos medios de la vertiente atlántica de la Cordillera Centroamericana. Son casi siempre tierras de ladera, relativamente escarpadas, entre los 800 y los 1600 m. de altitud, que se amplía hasta los 600m. hacia abajo y los 2000m. hacia arriba, según condiciones locales de exposición de laderas y clima.

Suelos: Acrisoles y Nitosoles, en su mayor proporción. Son suelos lavados, ácidos e infértiles del mismo tipo que los ya descritos para el ecosistema de la Selva Tropical Basal. Sin embargo, también aparecen aquí las excepciones de suelos menos ácidos y más fértiles, como los Andosoles y Luvisoles serranos de Guatemala y Costa Rica.

c) El Biosistema

La vegetación natural de este ecosistema es una frondosa selva alta (20 a 40m.), subcaducifolia, con gran abundancia de enredaderas y epífitas.

Standley (1937) cita para Costa Rica el predominio de encinas (*Quercus* spp.) asociadas a diversos géneros de Lauráceas, como *Nectandra*, *Ocotea*, *Persea* y *Cedrela*. *Sapium*, *Inga*, *Chaetoptelea*, *Talauma*, *Zanthoxylum*, *Podocarpus*, *Engelhardtia*, *Alfaroa* y *Ladenbergia*. Entre las especies de un segundo estrato arbóreo cita *Croton*, *Citharexylum*; compuestas como *Montanoa*; Mirtáceas como *Myrcia*, *Calypttranthes* y *Eugenia*, etc.

Rzedowski (1978) incluye este ecosistema dentro de la Selva Alta Perennifolia, para cuyos estratos altitudinales superiores de la Sierra Madre de Chiapas (México) cita una comunidad de selva con dominancia de *Sterculia mexicana* (castaño) y *Hasseltia guatemalensis*, acompañadas por *Sloanea ampla*, *Dussia cuscatlantica*, *Prunus guatemalensis*, *Dipholis minutifolia*, *Chaetoptelea mexicana*, etc.

Numerosos helechos epífitos y terrestres (muchos arborescentes), briofitas, orquídeas, bromeliáceas y ariáceas epífitas ocupan todos los estratos verticales de la selva aún en un grado de mayor diversidad y abundancia que en la Selva Basal. Esto es debido a la mayor humedad relativa por la abundancia de neblinas y alta nubosidad que reina en este ecosistema.

Hacia el resto del territorio de México, es posible que este ecosistema tenga su equivalencia en lo que Miranda (1963, citado por Rzedowsky, 1978) llaman el "Bosque Mesófilo de Montaña", caracterizado por la dominancia de *Liquidambar styraciflua* y *Quercus* spp. Este bosque tiene su principal expresión en una franja discontinua sobre la vertiente atlántica de la Sierra Madre Oriental de ese país, que se extiende desde Chiapas hasta el norte de Veracruz (22° de latitud N, según Rzedowsky 1978).

d) Limitaciones al Uso

Presenta limitaciones semejantes al ecosistema de la selva Tropical Basal, en lo referente a las propiedades físico-químicas del suelo y a los inconvenientes para el aprovechamiento de la selva como tal. (Ver Ecosistema 24a). Se le suma en este caso la limitación del alto riesgo de erosión hídrica, debido a las pendientes medias a fuertes que predominan aquí.

e) Usos y Tecnología Predominantes

Los tipos de producción prevalecientes en este ecosistema incluyen también la tala selectiva de unas pocas especies forestales, la agricultura migratoria por roza-tumba-quema y la ganadería extensiva pos-desmonte. Sin embargo, a diferencia de la Selva Basal, aquí el cultivo comercial por excelencia es el café, cultivo que no baja a altitudes menores de los 400m. Otra diferencia generalizable entre las dos grandes unidades ecológicas, es que en la Tierra Caliente hay mayor extensión dedicada al modelo de gran propiedad monocultural, con tecnología de altos insumos, mientras que en la Tierra Templada predomina el mediano y pequeño agricultor dedicado a los cultivos múltiples en su mayoría, con niveles reducidos de insumos y mecanización.

La implantación del cafetal se da en los términos siguientes: al desmontar se suelen dejar en pie ejemplares aislados de la selva original, generalmente de especies útiles. Se planta el cafeto joven a la vez que se siembran intercalados cultivos alimenticios, como maíz, yuca, gandul o plátano, produciendo así algún beneficio inmediato y dando protección al suelo. También se planta ejemplares aislados de árboles de sombrío, generalmente Inga o poró (*Eritrina poeppigiana*) y también frutales (cítricos, mango, aguacate, papaya) u otros de valor forestal, como laurel (*Cordia alliodora*), samán (*Pithecellobium saman*), cocoloba (*Dalbergia* sp), etc. Estos árboles irán con el tiempo a reemplazar a los que quedarán de la selva original.

Recientemente comenzó a plantarse también en Centroamérica el café sin sombra, en cultivo más denso y con fertilización, innovación proveniente del Brasil, donde ya obtuvo amplia expansión.

#### USOS Y TECNOLOGIA APROPIADAS

En este tema también debemos remitirnos a lo analizado para la gran unidad de las Tierras Calientes, ya que los planteos normativos ahí volcados sobre usos, técnicas de manejo y tecnología son en buena medida extrapolables a esta unidad, aún cuando ciertos cultivos son exclusivos de una u otra región.

En lo que respecta al cultivo del café - exclusivo de esta gran unidad, como ya vimos - se puede hacer alguna observación sobre la tendencia a reemplazar el cafeto de sombra por el de sol. Este se planta sin sombrío de ningún tipo, a mayor densidad, fertilizado y con un mínimo de labores con lo cual se obtienen mejores rendimientos por hectárea que con el cultivo tradicional, con sombrío y menos denso.

Al realizarse este cultivo con mayor número de plantas por hectárea, tiene menos problemas de malezas, lo cual permite reducir, como se dijo, las labores de desmalezado a un mínimo, por lo que los riesgos de erosión son también reducidos. Será necesario evaluar económicamente si los mayores rendimientos compensan los costos de fertilizantes y la ausencia de los beneficios secundarios de cultivos intercalados (cítricos, plátano, aguacate, etc.) que aporta el cultivo tradicional, en especial para el pequeño productor.

Otra particularidad de la tecnología apropiada para esta gran unidad es el énfasis que merecen aquí, las prácticas de conservación de los suelos, dada la preponderancia de las tierras de ladera. Al respecto, puede sumarse a las opciones analizadas para la región de Tierra Caliente, una práctica probada por el CATIE para los cultivos anuales (los más expuestos a la erosión del suelo) en tierras de ladera: en la milpa se intercalan hileras bastante separadas de poró (*Eritrina poeppigiana*) u otro árbol leguminoso. Si la milpa es muy chica (y sufriría mucha sombra) se pueden plantar sólo en su perímetro como cercas vivas. El ramaje fino del poró se puede podar todos los años en época de siembra, y aplicar el mismo como cubierta protectora sobre los surcos sembrados. Esta cubierta protege al suelo desnudo del impacto de la lluvia, a la vez aporta materia orgánica y nutrientes al descomponerse. Estos árboles pueden mantenerse bajos como cercas vivas mediante las podas referidas, lo que facilita a la vez esa operación manual. La especie es también excelente forrajera, por lo cual representa una eventual reserva de alimento para los animales.

En áreas con problemas serios de erosión hídrica se deben aplicar técnicas de conservación de suelos, de las que se habla con mayor detalle en el inciso C del gran ecosistema 27.

## GRAN ECOSISTEMA 27 - TIERRA FRIA HUMEDA Y SEMIHUMEDA

Este gran Ecosistema está compuesto por un solo ecosistema, el de Bosque Templado-frío, cuya característica más importante es la de constituir bosques densos, caducifolios o semicaducifolios, de alturas variables, de escasa diversidad específica, que ocupan los faldeos y cumbres de las sierras mexicano-centroamericanas y las mayores elevaciones de las islas del Caribe.

Los rasgos más conspicuos del medio físico son:

Altitud: 1600 a más de 3000 m.

Clima: templado a frío, húmedo a semihúmedo, con lluvias de verano.

Lluvias: promedio anual entre 600 y 1.200 mm., de 0 a 7 meses secos

Temperatura: media anual entre 6 y 17° C; heladas frecuentes y fuertes.

El equivalente ecológico de esta unidad en Sudamérica es parte del gran ecosistema Andino Fresco y parte del Páramo. Biogeográficamente tiene su expresión sudamericana en los bosques monoespecíficos de Quercus en Colombia, pertenecientes a la primera de las grandes unidades citadas.

ECOSISTEMA 27a - BOSQUE TEMPLADO FRIO

Son bosques densos caducifolios o semicaducifolios de alturas variables de escasa diversidad específica, que ocupan los faldeos y cumbres de las sierras mexicano-centroamericanas y las elevaciones de las islas caribeñas.

a) Distribución

Estos bosques ocupan las elevaciones montañosas de todo el territorio de la región en estudio. No obstante, las masas más importantes se extienden sobre las sierras Madre Occidental y del Sur de México y sobre la cordillera central en Centro-América.

b) Datos del Medio Físico

Clima: templado a frío, húmedo a subhúmedo, con lluvias de verano; precipitación media anual de 350 a más de 2000 mm, más comunmente entre 600 y 1200mm; de 0 a 7 meses secos; temperatura media anual entre 6 y 20° C; heladas frecuentes y severas. Clasificación según Koeppen: climas Df y CW.

Relieve y Fisiografía: Altitudes de 1200 a 2800m., llega ocasionalmente al nivel del mar por un lado, y los 3500m. por el otro. Ocupa los faldeos medios y altos y las cumbres.

Se distribuye en las Cordilleras de la parte Central, Sierra Madre Occidental, SM Oriental de México y Cadenas Montañosas de América Central.

Suelos: Luvisoles (órticos y crómicos), Andosoles (vítricos), Kastañozemas (háplicos y lúvicos), Cambisoles (éutricos, dístricos y cálcicos), Rendzinas y a veces Acrisoles.

Como se ve por la variada tipología edafológica que presentan, los suelos de esta unidad ecológica son muy variables, posiblemente debido al origen muy diverso de la roca madre (ígnea, sedimentaria o metamórfica), sumado a la amplia variación de pluviometría anual que comprenden. Son a menudo muy superficiales (fase lítica). Algunos son ricos

en calcio (Kastañozems, Cambisoles cálcicos, Rendzinas), lo cual los hace ricos en nutrientes y de pH alrededor de neutro, rasgos que predominan en el norte y en la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental, en partes de la Oriental y en la franja norte del área de bosques templados de Honduras. En estos suelos crece la variante del bosque templado frío en que dominan los encinos. Son suelos fértiles y buenos para la agricultura, aunque por el clima local pueden ser escasas las lluvias, y por relieve, sobrar los riesgos de erosión.

La gama restante de suelos de esta unidad son de carácter más esquelético, ácido y con alto porcentaje de materia orgánica; como son los Andosoles vítricos de origen volcánico, extensamente dominantes en la Meseta Neovolcánica del Centro de México; los Cambisoles dístricos de Oaxaca y Chiapas, en el sur de ese país, y de las tierras altas de Honduras; y finalmente los Luvisoles de la Sa. Madre Occidental.

Se asientan a estos suelos las comunidades de coníferas, asociadas o no a encinos.

Son suelos de regular a muy baja fertilidad, ante todo por la fuerte fijación a que está sujeto el fósforo en ellos, por esqueléticos y ácidos, y de mucha facilidad de erosión, por lo cual son de franca vocación forestal.

La fruticultura de clima templado también es exitosa en ciertas zonas de esta unidad y la ganadería da rendimientos regulares.

#### c) El Biosistema

Son bosques de altura muy variable, entre 4 y 30m. según las condiciones ambientales, particularmente según la precipitación. Llegan a mayor altura

aún, cuando se trata de pinares puros. La densidad varía también, de bosques densos a abiertos, así como la persistencia foliar: encinares caducifolios y perennifolios, éstos los más comunes.

Los géneros francamente dominantes son *Quercus* (con más de 150 especies, en México solamente) y *Pinus*. Aparecen a veces acompañados de otros géneros de coníferas (*Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pseudotsuga*) o de latifoliadas, como *Alnus*, *Arbutus*, *Dudleya*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Platanus*, etc.

Las formaciones más importantes son las de *Quercus* puro (encinares), de *Pinus* puro (pinares) y los bosques mixtos de pino-encino. Otras más restringidas con los bosques de oyamel (*Abies*) de ciprés (*Cupressus*), de *Juniperus* y los caducifolios.

La de *Quercus* puro (encinares) se lo encuentra principalmente en las partes húmedas de la serranías del Centro y Sur de México. *Quercus insignis*, *Q. strombocarpa*, *Q. ocarpa*, *Q. corrugata*; y otras se hallan en zonas más húmedas y subcálidas. Las especies *Q. trinitatis*, *Q. acatenangesis*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. mexicana*, *Q. affinis*, etc. se encuentran en los declives del Golfo de México y del Pacífico.

En zonas más cálidas son frecuentes *Q. oleoides*, *Q. sororia*, *Q. glaucescens*.

En áreas de transición de zonas de clima templado y cálido son frecuentes, *Q. glaucoides*, *Q. macrophylla*, *Q. magnoliafolia* y otras. En la parte norte de México son comunes *Quercus chihuahuensis*, *Q. emoryi* y *Q. jaliscensis*.

A la formación de bosque de pinos se le encuentra en las principales serranías y elevaciones; en la parte norte de México son importantes *Pinus arizonica*, *P. cooperi*, *P. engelmannii*, *P. durangensis*, *P. jeffreyi*, *P. quadrifolia*; en la parte central y sur de este mismo país son abundantes *Pinus montezumae*, *P. douglasiana*, *P. michoacana*; en la Sierra Madre del Sur, *P. oocarpa*.

La comunidad de pino-encino (*Pinus-Quercus*) se distribuye en las cordilleras, aunque el límite austral del género *Pinus* es Nicaragua. El bosque de oyamel está constituido principalmente por el género *Abies* (oyamel, abeto, pinabete). Las especies más comunes son *Abies concolor* en la Península de la Baja California, *Abies religiosa*, *Abies guatemalensis* en el Sur de México y América Central.

Otro bosque que se encuentra en las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico en las mismas áreas de los bosques de pino y de encino pero de mayor humedad son los bosques caducifolios; sus representantes más importantes son liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), haya (*Fagus mexicana*), *Nyssa sylbática*, *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana*, *Tilia mexicana*, *Bocconia arborea*, *Myrica mexicana*, etc.

En las cumbres elevadas, encima de los 3000m., estos bosques dejan lugar a "zacatonales" de altura, semejantes a los páramos y la puna andinos.

#### d) Limitaciones al Uso

Como ecosistema natural esta unidad tiene la limitación del bajo valor de las masas puras de encinos, lo que se revierte allí donde aparecen o dominan las coníferas (de alto valor forestal). Con el reemplazo del bosque por pastizales o cultivos surgen como limitaciones impor-

tantes, la poca profundidad de los suelos y su pedregosidad, su acidez y bajo tenor de fósforo disponible, según las zonas de que se trata. La alta susceptibilidad a la erosión es una limitación generalizada por el relieve escarpado que predomina.

e) Usos y Tecnología Predominantes

En el centro y sur de México, en Guatemala El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, este gran ecosistema de las tierras frías está densamente ocupado por asentamientos campesinos, por lo que buena parte del bosque fue talado para cultivar y pastorear las tierras. El uso de la tierra se caracteriza por predominar allí el minifundio, dedicado al cultivo de plantas alimenticias anuales principalmente maíz y frijol, también trigo, cebada, hortalizas, etc. También se producen frutales de clima templado.

Se hace ganadería bovina, ovina y caprina en las áreas más escarpadas, de bosque o pastizal, y granja familiar (aves de corral y puercos). En las tierras altas de Costa Rica originariamente de bosque templado-frío, hoy predominan pastizales de altura inducidos, dedicados principalmente a la lechería.

La agricultura es principalmente de autoconsumo, con venta de los excedentes eventuales. El laboreo de la tierra es mayormente con bueyes, y en lugares demasiado escarpados o pedregosos, con "labranza cero", sembrando a mano, con un palo (coa) para hacer el hoyo en la tierra, donde se echa la semilla.

Se suele descansar la tierra al menos un año, tras el cultivo. Es común el abonado con guano de corral, actualmente también con abono químico, en muchos casos subsidiado por el Estado.

Vale advertir con referencia al uso de fertilizantes químicos, que su promoción está no solo encubriendo, sino agravando la destrucción de los suelos: Se está incrementando las dosis aplicadas de año en año, para compensar la caída del rendimiento, sin atacar sus causas radicadas en una acelerada erosión hídrica. Incluso hay zonas de México donde se dejó de lado el descanso año por medio y se hace agricultura permanente en base al fertilizante químico, con gravísimas consecuencias de destrucción del suelo.

La ganadería se hace en las tierras no cultivadas o en descanso, y en los cultivos una vez cosechados (pastoreo de los "esquilmos"). El pequeño agricultor ampliamente predominante en este ecosistema en todos los países suelen cortar el rastrojo del maíz y del frijol y luego dárselo a los animales junto con la chala de la mazorca, racionado, para una mejor economía del forraje. Incluso se corta y almacena con igual objeto la punta de la planta de maíz, después de la polinización.

Es muy común el manejo del ganado menor por pastores, ya que no suele haber cercas ni alambradas, más que las que rodean las parcelas de cultivo. No obstante la tradición pastoril del campesino, lo más común es comprobar un fuerte sobrepastoreo de los campos, al haber casi siempre un fuerte exceso de carga animal y al ser función del pastor ante todo la protección y mucho menos el manejo rotativo de su rebaño en el campo.

El fuego es usado en áreas de bosque abierto, abras y "zacatales" de altura, para el rejuvenecimiento del pasto, lo cual perjudica gravemente la regeneración natural del bosque, al matar los renuevos chicos, sumando su efecto en ese sentido, al del ramoneo del renoval, por el ganado, especialmente por los caprinos. El resultado de este manejo es que parte de los pinares de esta gran unidad son sobre-maduros e incluso seniles, y su regeneración natural se halla amenazada. En in-

ventarios realizados en Nueva Segovia (Nicaragua) por FAO en 1977, se comprobó, por ejemplo, que allí los pinares tenían volúmenes aprovechables de  $5\text{m}^3/\text{ha}$ . y una regeneración natural de 40 plantas por hectárea, cuando el mínimo debería ser 1000 por hectárea (Ortega Blandón 1981).

El uso forestal de estos bosques es sumamente importante, ya que se extrae rollizos de diversas especies de pino, y en mucha menor proporción, de oyamel. Los pinares, al ser casi puros, son de un manejo silvicultural relativamente fácil, con turnos de corta bastante cortos y fácil resiembra natural de los diversos pinos, salvando por supuesto, los perjuicios arriba citados, en áreas de población rural densa. Los encinares son escasamente aprovechables, por el lento crecimiento y el escaso porte forestal de las especies que lo componen. Se explotan para leña y carbón vegetal.

#### USOS Y TECNOLOGIA APROPIADOS

Los suelos ácidos y escarpados propios de los bosques de coníferas son de uso potencial francamente forestal. Un eficiente manejo silvicultural, incluída la reforestación de las áreas de bosque degradado (de por sí abundantes), puede redundar en una producción muy redituable: en la región de las tierras frías de México, una plantación de pino tiene un rendimiento, a los 25 años, de  $400\text{--}500\text{ m}^3/\text{ha}$ . de madera, sin contar los raleos para celulosa, a partir de los 12 años de edad.

Ortega Blandón (1981), director del Servicio Forestal de Nicaragua, define las siguientes ventajas para el uso forestal de los bosques de pino: a) ocupan tierras extremadamente pobres, inútiles, prácticamente, a otros fines; b) son bosques de gran homogeneidad, por lo que se pueden extraer altos volúmenes por hectárea, con bajos costos de explotación; c) la regeneración natural es abundante y se puede aprovechar mediante el método de tala rasa, o dejando pocos árboles semilleros (15 a 20 por ha.); d)

la silvicultura del pino es bien conocida y de fácil aplicación; e) la fibra larga de la celulosa del pino tiene mercado internacional casi ilimitado.

El mismo autor propone una serie de acciones para el ordenamiento de la actividad forestal en las tierras frías de altura, que vale mencionar, dados primero el gran valor económico de los bosques de coníferas; segundo, la decisiva función protectora y reguladora del régimen hídrico de las altas cuencas de zonas pobladas que ejercen los mismos.

Las acciones recomendadas se resumen como sigue:

- a) ordenar el uso de las tierras altas, previa definición de áreas de vocación forestal y de otros usos;
- b) poner las áreas de vocación forestal bajo control y/o administración del Estado;
- c) realizar en ellas planes de recuperación de bosques degradados por el sobrepastoreo, incendios y erosión y de adecuado manejo silvicultural de los que aún están en buen estado.
- d) preservar rodales que sirvan de semilleros y bancos genéticos;
- e) iniciar programas de reforestación en terrenos forestales que carecen ya de árboles semilleros.
- f) organizar servicios de prevención y combate de incendios.

De vital importancia es la planificación y desarrollo de las industrias procesadoras de esta producción forestal: papeleras, celulosas, aserraderos, etc.

Un producto secundario importante de los bosques de pino, es la resina, cuya extracción con fines comerciales puede efectuarse con técnicas tales, que no afectan al crecimiento del fuste con fines maderables.

Uso ganadero: en zonas de suelos menos ácidos es factible la implantación de pasturas tras el desbosque de las tierras, para destinarlas a la ganadería intensiva, en particular la producción de leche. El kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), ciertos *Paspalum* y tréboles pueden dar buenas pasturas templadas, aunque pueden tener dificultades en áreas subhúmedas, donde el invierno seco se prolonge demasiado.

Bajo riego, pueden implantarse parcelas de alfalfa y praderas permanentes que, manejadas intensivamente, aun mediante corte y henificación o ensilado, suplan las carencias crónicas de forraje de invierno. Ello permite el descanso estacional del campo natural.

Sin embargo, dados los ya referidos problemas de deterioro de los bosques, de sobrepastoreo de los campos abiertos y de consiguiente erosión muy generalizados en este ecosistema, una tecnología apropiada para la ganadería regional debe buscar los medios para un ordenamiento general de la misma. Ya que un apotreramiento generalizado de los campos para su pastoreo rotativo es inimaginable, es en cambio razonable, pensar en el pastor como encargado del manejo de los rebaños, más que como mero protector de los mismos. Esto mediante planes de asistencia y capacitación a largo plazo.

Uso agrícola: las tierras agrícolas de esta región requieren de urgente atención técnica, ya que los problemas de pérdida de suelo y desertización son de enorme gravedad y de terrible impacto social, dada la alta densidad de población campesina que las habita.

Los cultivos en contorno, labranza mínima y cubiertas protectoras deben ser prácticas de urgente difusión entre los campesinos. En zonas de deterioro de suelos avanzado, es necesaria la construcción de obras de contención de escurrimientos, y sedimentos como zanjas de ladera, terrazas de formación paulatina, presillas filtrantes y otros tipos (ver descripción de mayor detalle en Gran Ecosistema 29 - Desierto Mexicano).

Estas prácticas de conservación pueden complementarse con la fertilización orgánica (guano de corral) o química, pero esta última no debe reemplazar a aquéllas, como hemos referido en el inciso e), ya que ese reemplazo encubre y disimula la destrucción del suelo al tiempo que se agrava.

Los cultivos anuales múltiples pueden aplicarse también en este ecosistema, de los cuales hay experiencias en rotación, relevo o intercalado más productivos que los monocultivos: maíz con frijol; papa en relevo con maíz o frijol; papa con arveja; maíz con haba; hortalizas y frutales; maíz con zambo (*Cucurbita ficifolia*, forrajera) (Cornick y Kirkby, 1981; Arias, 1981; Tobón C., 1981).

Manejo integrado agrosilvopastoril: dada la estrecha complementación entre diversas actividades que por tradición realiza el campesino de esta región, una tecnología mejoradora debe potenciar esos hábitos sobre bases técnicas. Es un imperativo impostergable en estas tierras dominadas por el minifundio y acuciadas por la destrucción de los recursos naturales.

Es factible una complementación agrícola - ganadera por medio del uso de los rastrojos y restos de cultivos como forraje; reciclado de materia orgánica y nutrientes usando guano de corral como abono orgánico; cercas vivas con especies forrajeras leñosas, como engorda cabra (*Dalea tuberculata*), morera (*Morus alba*), palo dulce (*Eisenhardtia polystachya*), etc.; rotaciones cultivos alimenticios - cultivos forrajeros, como el citado zambo; diversificación de la ganadería con animales menores (aves de corral, conejo, cerdo, etc.), según el tipo y abundancia de forrajes disponibles, etc.

A su vez, las obras de contención de escurrimientos generarán pequeñas áreas de acumulación abundante de humedad (vegas suspendidas y terrazas) (ver Gran Ecosistema 29), cuyo uso intensivo también puede tanto aportar recursos forrajeros como permitir cultivos perennes de frutales (aguacate, magueyes, *Agave* spp.), forestales para leña y construcción (eucalipto), aparte de los pinos, etc. Ello sin desmedro de la función conservativa y recuperadora que deben cumplir esas obras, articulado su uso con los ajustes requeridos en la carga animal y el manejo rotativo del campo natural, como ya dijimos.

Del mismo modo, este manejo integrado puede abarcar el tratamiento recuperador y productivo de áreas forestales, de que hablamos más arriba.

Esta integración a nivel de finca campesina, o de ejido (como podría ser en México) puede extenderse gradualmente al manejo integrado de cuencas.

Finalmente, acciones técnicas como las analizadas deberán complementar a su vez -sin pretender sustituirlas- medidas macro-económicas y socio-políticas que sumen soluciones que la tecnología no puede dar por sí sola.

## GRAN ECOSISTEMA 28 - TIERRA CALIENTE Y TEMPLADA SEMIARIDA

Este gran ecosistema comprende los ambientes secos de los niveles térmicos cálidos y templados del Trópico y Subtrópico, llegando hasta los 29° de latitud N. Limita con el Gran Ecosistema 29-Desierto Mexicano, por un lado, a través de la isohieta de los 350 o 400mm de lluvia anual, y por el otro, a través de la altitud (la Tierra Caliente y Templada no supera los 2.000 msnm).

Los principales datos del medio físico son los siguientes:

Altitud: 0 a 1.800 m

Clima: cálido a templado, semiseco a subhúmedo, con lluvias estivales

Lluvias: promedio anual variable entre los 350 y los 1.200mm; con 5 a 9 meses secos al año.

Temperatura: media anual superior a los 17° C; ocurren heladas moderadas en las altitudes mayores.

Esta unidad ecológica se asemeja a las unidades 8 -Caatinga y Caribe (extremo NE del Brasil y llanos y faldeos costeros del Caribe, de la región de la Guajira de Colombia y Venezuela) y a la 10 -Gran Chaco (en este caso, a los ecosistemas semiáridos del oeste de la misma). El régimen pluviométrico es bastante semejante en estas unidades. El régimen térmico difiere de la unidad 8, en la medida en que esta tiene rasgos más ecuatoriales (variación estacional muy escasa de las temperaturas medias mensuales), mientras que la Tierra semiárida mexicano-centroamericana tiene rasgos subtropicales (amplitud estacional acentuada de las temperaturas mensuales), lo cual la asimila al ecosistema más seco de la Unidad 10 (Chaco Arido).

Fisionómicamente, se manifiesta una considerable equivalencia con ambas unidades sudamericanas en el promedio de bosques bajos, abiertos, caducifolios, con especies de hojas pequeñas, con espinas, o suculentas. También aparecen en ambos hemisferios comunidades de tipo sabánico, alternando con los bosques.

En conclusión, aunque no se considera correcto asimilar totalmente estas unidades entre sí en función de las variables naturales, puede considerarse que en términos productivos y tecnológicos son sí asimilables.

#### ECOSISTEMA 28a - BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

Menos diversidad que la Selva Tropical Basal por condiciones climáticas de sequía invernal.

##### a) Distribución

Esta formación ocupa ante todo la vertiente pacífica de México y Centroamérica donde cubre grandes extensiones, desde el Sur de Sonora hasta Costa Rica.

En el Litoral forma extensos manchones desde Tamahulipas hasta Yucatán. Ocupa también los faldeos bajos y medios de las Sierras Mexicanas y Centroamericanas.

En el Caribe ocupa las áreas insulares de menor precipitación.

##### b) Datos del Medio Físico

Clima: cálido subhúmedo o semi-árido, con lluvias de verano. La precipitación anual entre 600 - 1200 mm, de 6 a 8 meses secos. Temperatura

media anual superior a 18° C; ausencia de heladas. Clasificación de Koeppen; climas AW y BS.

Relieve y Fisiografía: ocupan parte de la llanura Costera del Golfo de México y la Península de Yucatán, también de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur.

Relieve: 0 - 1500 m. de altitud a veces hasta 1800 m., principalmente en faldeos de montaña.

Suelos: Rendzinas, Cambisoles, Luvisoles y Vertisoles.

Las Rendzinas aparecen ligadas a esta unidad especialmente en el valle del río Balsas y Península de Yucatán (México); los Cambisoles y Luvisoles, en la vertiente pacífica de Sinaloa y Oaxaca y también de Yucatán, en el mismo país, y luego en Nicaragua; Vertisoles, en Tamahulipas (México). Son suelos de rasgos muy variables, especialmente en cuanto a textura, profundidad y origen geológico. El pH varía alrededor del neutro, pero no llega nunca a fuerte acidez, ni carencia de nutrientes.

Por ello la fertilidad es entre regular y alta. La materia orgánica presenta niveles medios a bajos; estos especialmente donde el clima es más árido. La profundidad es escasa y abundante la pedregosidad en los faldeos de montaña, a los que suele ascender esta unidad ecológica hasta más de 1.500 m.

Son suelos de buenos rendimientos agrícolas, cuando no están limitados por la profundidad escasa, la abundancia de piedra y las pendientes elevadas. Son susceptibles a la erosión.

c) El Biosistema

Es un bosque pobre de 5 - 15 m de altura, poco denso, de un solo estrato arbóreo, uno o más estratos arbustivos, y un estrato herbáceo bien desarrollado.

La mayoría de los árboles que lo componen pierden sus hojas durante el invierno seco. En las áreas más secas hay cactáceas columnares y candelabrifórmes. Existe dominancia de Leguminosas.

Las especies predominantes son jabín, (*Piscidia piscipula*), tsalam (*Lysiloma bahamensis*), siricote (*Cordia dodecandra*), brasil (*Haematoxylon brasiletto*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*), copal (*Bursera excelsa*), casahuates (*Ipomea* spp.), mezquite verde (*Cercidium* spp.), ebano (*Pithecellobium flexicaule*), palo fierro (*Olneya tesota*) etc.

En cañadones y bordes de ríos dentro de esta formación aparece una selva mediana caducifolia de guapinol (*Hymenea courbaril*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), cedro rojo (*Cedrela mexicana*), cacahuananche (*Licania arborea*), primavera (*Tabebuia donnell-smithii*), jabilla (*Hura polyandra*), etc. Esta variante más húmeda posee características semejantes al ecosistema de Selva húmeda de ladera. El género *Bursera* está representado por muchas especies y en algunas áreas son las dominantes absolutas. En algunas zonas la dominante única es *Lysiloma divaricata* pero lo más frecuente es que varias especies compartan la preponderancia.

En cuanto a las vinculaciones fitogeográficas de este ecosistema, encontramos que posee elementos comunes con los Matorrales Xerófilos. Además posee una fuerte predominancia de elementos neotropicales y gran número de endemismos.

d) Limitaciones al Uso

La vegetación natural tiene la limitación de estar integrada por una escasa abundancia de especies de valor forestal o forrajero. Hay varios árboles de follaje y frutos muy alimenticios para el ganado, pero posiblemente no comparables al rendimiento de un pastizal puro bajo igual clima. Ante todo, no hay técnicas de uso y manejo experimentadas, que demuestren lo contrario, por lo que predomina la tendencia a sustituir el bosque natural, no sólo cuando se trata de hacer agricultura, sino también para ganadería.

La limitación climática más conspicua es la sequía invernal, que se prolonga hasta 8 meses en algunas zonas como ya se viera más arriba.

Limitantes edáficas, las hay en esta unidad del tipo fisicomecánico: suelos someros y pedregosos en los faldeos de montaña y susceptibilidad a la erosión alta, proporcional a la intensidad de la pendiente.

En términos generales, se trata de un ecosistema lábil, al conjugar sequías estacionales fuertes, con predominancia de relieve quebrado.

e) Usos y Tecnología Predomiantes

La vegetación natural permite un uso forestal limitado a la extracción de madera para postes, construcciones, durmientes y leña, como es el caso de bari (*Calophyllum brasiliense*), caoba zopilote (*Swietenia humilis*), tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), ciricote (*Cordia dodecandra*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y otros. Especies maderables como la última citada o el cedro rojo (*Cedrela odorata*), crecen aquí, pero con un ritmo de desarrollo, porte y abundancia tales que su manejo silvicultural no es económicamente relevante.

Por lo común las referidas especies son explotadas comercialmente en un principio, hasta su agotamiento como recurso, para luego seguir extrayendo lo que quede para leña y otros usos de subsistencia, sin expectativas ni contemplación en favor de su regeneración natural futura.

En la mayor parte de la extensión ocupada por este ecosistema se practica la ganadería extensiva basada en el forraje natural; pastos, arbustos y frutos de árboles forrajeros. La forrajera leñosa (follaje o frutos comestibles) es la principal dieta de invierno del ganado. No obstante, en importantes extensiones de bosque caducifolio, especialmente del NE y NO de México, y en otros países como Nicaragua, se está practicando el desmonte parcial o completo, para la implantación de pasturas mejoradas con adecuada resistencia a la sequía estacional.

En una alta proporción del área involucrada la ganadería está en manos de medianos a pequeños productores, tanto en México como en los países centroamericanos, con predominancia de considerables deficiencias técnicas, como las siguientes: a) muy escaso grado de apotreramiento, o ninguno (se cercan las parcelas de cultivo, en muchas regiones, mientras que el resto del terreno no está alambrado), lo cual impide el pastoreo rotativo y los descansos periódicos de las pasturas; b) no hay especialización productiva (lechería, cría o engorde) y de rodeos, lo que abate la productividad al no hacerse el manejo diferenciado que requiere cada tipo de producción; c) no se hacen prácticas que aseguren el suficiente volumen de forraje de invierno: generalmente se basa la alimentación del ganado, durante esa estación, en el pastoreo del rastrojo de los cultivos de verano. En casos de alto nivel tecnológico, en cambio, se suplementa con melaza o torta de algodón o de otras oleaginosas.

El resultado de las referidas deficiencias de manejo es un fuerte sobrepastoreo generalizado, que redundando en gradual deterioro del potencial forrajero de la vegetación natural, en considerables problemas de erosión hídrica en áreas con pendientes y, finalmente, en una productividad ganadera muy baja.

El uso agrícola es muy importante en este ecosistema, aunque limitado en su expansión horizontal por la predominancia de suelos escarpados, someros y pedregosos, y por la insuficiencia de las lluvias de verano, en las variantes más secas del mismo (NO de México, por ejemplo).

En donde "el temporal" (más de 800 mm. anuales) y el relieve lo permiten, se realiza una intensa actividad agrícola favorecida por la buena fertilidad de los suelos de este ecosistema: es el caso de la vertiente pacífica de Honduras, El Salvador y Nicaragua, valles y llanos costeros semisecos de Dominicana-Haití y vertiente sur de Puerto Rico.

En Nicaragua, este ecosistema comprende la región pacífica, con predominio de monocultivo de algodón basado en un uso intensivo del suelo y de tecnología de altos insumos.

En México se cultiva este ecosistema en extensas áreas del Centro y Sur del país, aún en sitios de pendientes prohibitivas, con cultivos alimenticios (maíz y frijol), dada la escasez de tierras para la densa población campesina de la región. Los rendimientos agrícolas se mantienen a fuerza de una fertilización química subsidiada, que encubre la dramática caída de la productividad de los suelos, debida a la pérdida del horizonte superficial por erosión hídrica.

## ECOSISTEMA 28b - BOSQUE XEROFILO Y SABANAS SECAS

Es un bosque bajo, de clima seco, cálido o semitropical, con franco predominio de leguminosas arbóreas.

### a) Distribución

Se ubica en la transición entre el Matorral xerófilo y el bosque bajo caducifolio: noreste de México (Tamahulipas) y El Bajío (Queretaro, Guanajuato) en México Central, Valle Central de Chiapas y zonas secas de la vertiente pacífica de Centroamérica.

### b) Datos del Medio Físico

Clima: cálido y templado-cálido, seco a subhúmedo, precipitación anual de 350 a 1200 mm., 5 a 9 meses secos al año; temperatura media anual de 17° a 28°, con heladas de invierno en las altitudes mayores.

Clasificación según Koeppen: clima BS principalmente, ocasionalmente AW y BW.

Relieve y Fisiografía: se ubica en las franjas bajas de piedemonte, más bien en terrenos llanos, siendo sustituido a menudo en los faldeos serranos por el Bosque Tropical Caducifolio.

Altitud: 0 a 200 m.s.n.m.

Suelos: se trata del mismo tipo de suelos que los del Bosque Tropical Caducifolio, (ver Ecosistema 28a), aunque son en mayor proporción profundos, por ser terrenos más bien llanos.

Kastanozems, principalmente, también Xerosoles, Yermosoles y en parte Vertisoles. Generalmente son suelos profundos, poco desarrollados, con bajo porcentaje de materia orgánica, pH neutro a levemente alcalino, con abundancia de nutrientes, excepto nitrógeno. Vertisoles (arcillosos, poco profundos, de drenaje deficiente) se presentan en partes de la costa noreste de México. Se trata en general de suelos fértiles, aptos para cultivos anuales de secano o bajo riego.

c) El Biosistema

Vegetación arbórea generalmente abierta, de 4 a 15m. de altura, formando un estrato simple; estratos arbustivos y herbáceos bien desarrollados. Las especies leñosas son casi todas deciduas, principalmente de la familia Leguminosae, *Prosopis velutina*, francamente dominante, *Acacia cymbispina*, *Cercidium* sp., *Zizyphus* sp., etc. Aparecen diversas cactáceas en las asociaciones más xerófilas.

En las Sierras de Tamaulipas la dominante es *Pithecellobium flexicaule* y otros dos árboles comunes: *Eisenbeckia berlandieri* y *Phyllostylon brasiliense*. También *Bumelia laetevirens*, *Capparis incana*, *Cercidium macrum* y *Prosopis laevigata*.

En la región de Matamoros al norte de la anterior, existe una variante del denominado mezquital donde *Prosopis glandulosa* y *Pithecellobium flexicaule* son los dominantes además de *Cercidium macrum*.

En otra comunidad que se encuentra cercana a San Luis de Potosí (México) los dominantes son *Pithecellobium flexicaule* y *Phyllostylon brasiliense*.

Según algunos autores las asociaciones de *Phithecellobium* son propias de sitios más húmedos, mientras que las de *Prosopis* prosperan en los más secos. Los mesquiales (bosques semiabiertos o abiertos) o bosques de *Prosopis*, constituyen la vegetación más característica de suelos profundos, en altitudes entre 1000 y 2000 m, en climas secos, antes de ser modificados por el hombre.

Es común que estos mesquiales se raleen en ciertas zonas, formando mosaicos de bosque con sabanas secas.

La flora de este ecosistema tiene matices neotropicales y está vinculada con las partes más secas de América tropical y subtropical. Posee numerosas especies endémicas que aumentan hacia el norte.

#### d) Limitaciones al Uso

Son las mismas que las del ecosistema de Bosque Tropical Caducifolio, aunque menos frecuentes las de escasa profundidad de suelo y alto riesgo de erosión.

#### USO Y TECNOLOGIA APROPIADOS

Las áreas del ecosistema de Bosque Xerófilo-Sabanas Secas, como se concluye de lo anterior, de uso potencial muy diverso, según la pendiente, la intensidad de las lluvias o abundancia de aguas de riego, etc., por lo que la planificación del uso de las tierras debe sujetarse a estas condiciones.

Uso agrícola: Aún en zonas llanas, de monocultivos con altos niveles de insumos, la tecnología debe orientarse a no ir supliendo los buenos atributos del suelo (fertilidad, contenido de materia orgánica, estructura

migajosa, infiltración, friabilidad) en la medida que les fuera perdiendo (agotamiento, "planchado", encharcamiento, costras impermeables, erosión hídrica y eólica), con crecientes niveles de inyección de energía (fertilizante químico, mayor potencia mecánica, subsolado, mayor número de labores, etc.).

La tecnología de altos insumos debe asociarse - no sustituir - a las técnicas conservadoras de los atributos naturales del suelo, que son, según los casos, la incorporación del rastrojo, consociación o rotación de cultivos, rotación cultivos-pasturas, lucha biológica, fijación biológica de nitrógeno, labranza mínima, etc.

Este enfoque tecnológico es tanto más irremplazable en áreas de alto riesgo de erosión y mayores limitaciones financieras, como son las áreas marginales de ladera, de estructura socioeconómica minifundaria.

La integración de la ganadería a las zonas de monocultivo agrícola, bajo un régimen de rotación agroganadera, es una línea tecnológica de suma relevancia para un ecosistema relativamente inestable como éste. Su costo, medido en el lucro cesante de la agricultura, debe ser confrontado con el costo de los correctivos al deterioro de los suelos, de que hablamos arriba, requeridos a largo plazo para sostener la agricultura permanente.

Uso pecuario: es quizá el uso más apropiado para la mayor parte de la extensión de esta unidad ecológica.

La tecnología pecuaria debe tener en este caso un carácter integrador del manejo de los siguientes subsistemas, en forma combinada y complementaria.

- a) Parcelas desmontadas casi totalmente dejando árboles aislados con implantación de pasturas de alto rendimiento adaptadas a la región: manejo intensivo, con apotreramiento denso; uso eventual de alambre eléctrico; posible implantación de parcelas de leguminosa forrajeras separadas

de gramíneas, para un manejo diferencial; cercos vivos de árboles o arbustos forrajeros, factibles de podar para alimentación del ganado en el invierno seco y/o producción de frutos comestibles (Pithecellobium dulce, Prosopis sp., Ceratonia siliqua, etc.)

- b) Campo natural con inversión gradual y limitada de capital y trabajo para su mejoramiento: raleo de las especies leñosas sin valor, limpieza del sotobosque y siembra al voleo de pasturas y/o siembra directa o plantación de leñosas forrajeras; algún modo de rotación del pastoreo (para garantizar descansos y recuperación), por apotreramiento, con pastores, mediante atractores móviles, u otro métodos.
  - c) Forestaciones: áreas inicialmente alambradas para forestar, que pueden pastorearse desde el momento que la altura de la plantación lo permita, y así darles un destino pecuario-forestal.
- 

La complementación de áreas de uso intensivo con áreas de uso extensivo es fundamental para una actividad pecuaria que tiene el grave desafío de sobrellevar los cinco, seis o más meses de sequía de invierno, además del alto riesgo del deterioro del potencial forrajero de la vegetación y de la fácil erosión de los suelos, con sólo hacer un mal manejo del ganado.

Uso forestal: el manejo silvicultural de ciertas zonas más favorecidas para el desarrollo arbóreo deben ser muy bien contempladas. A su vez, la forestación de ciertas especies nativas o de exóticas, como algunos eucalyptos, puede ser redituable, especialmente en formas de realización complementaria con las demás actividades.

Técnicas de manejo de microcuencas: tanto con fines ganaderos, agrícolas como forestales, hay una diversidad de variantes en obras de endicamiento y contención de las "torrenteras" y plantaciones de fijación en microcuencas, con el objeto común a todas ellas de infiltrar y acumular en el lugar, las escasas aguas pluviales que de lo contrario se pierden en un altísimo porcentaje de su volumen, por escurrimiento.

ECOSISTEMA 29 - DESIERTO MEXICANO

La caracterización común a esta región es el clima seco a muy seco, cálido a frío, con lluvias predominantemente de verano, aunque también indistintas a lo largo del año en el centro-norte de México y aún de invierno en el NO de ese país. Las condiciones térmicas son de fuerte amplitud estacional, por ubicarse en latitudes mayores que las demás unidades, y de gran variabilidad geográfica, por comprender esta unidad altitudes extremas, desde las costas hasta el Altiplano Central (llega a altitudes mayores de 2.400 m).

Los principales datos del medio físico son:

Altitud: 0 a más de 2.400 m  
Clima: seco a muy seco, cálido a frío, con lluvias de verano, pero de régimen variable, según zonas, hasta mediterráneo.  
Lluvias: 50 a 350 anuales, con 7 a 12 meses secos  
Temperaturas: media anual entre 12 y 26° C, con variaciones estacionales y diarias altas, con heladas.

El Matorral Xerófilo se asemeja al Gran Ecosistema 22 - Monte. Climáticamente se aproxima, ya que ambos poseen un clima seco y muy seco, de cálido a templado, con un gran número de meses secos y con una precipitación media anual generalmente inferior a 300 mm.

En cuanto al régimen térmico son bastante semejantes, aunque para el caso del Monte la diferencia entre la media anual y la máxima media anual es menor.

Desde el punto de vista fisonómico son equivalentes ya que son en ambos casos arbustales de mediana a baja altura con alta proporción de suelo desnudo entre plantas. La vegetación posee fuertes adaptaciones a la aridez, como la microfilia de su follaje.

En ambos ecosistemas predominan las Zigofiláceas del género *Larrea* y Leguminosas del género *Prosopis*.

El Monte se distribuye en el Hemisferio Sur entre el paralelo 26 y 44 y el Matorral Xerófilo se ubica entre los paralelos 18 y 40 del Hemisferio Norte.

#### ECOSISTEMA 29a - MATORRAL XEROFILO

Son arbustales de mediana o baja altura, ralos, a veces con alta proporción de suelo desnudo entre plantas, producto de los climas secos.

##### a) Distribución

Estos matorrales se extienden a lo largo y ancho de casi toda la Altiplanicie Central Mexicana, bajando a ambas costas del norte de ese país y extendiéndose a la Península de Baja California.

Hacia el sur sólo ocupan ciertos valles y faldeos áridos, como la zona de Tehuacán y ciertos valles de Oaxaca.

##### b) Datos del Medio Físico

Clima: seco y muy seco, de cálido a templado, con lluvias en verano, pero 7 a 12 meses de sequía (régimen que tiende a isohidro hacia el

norte y a mediterráneo hacia el NO del país); precipitación anual casi siempre inferior a los 400mm; temperatura media anual entre 12° y 26°C; variaciones diurnas y anuales de temperatura grandes, con heladas frecuentes en la altiplanicie central. Clasificación según Köppen: Climas BS y BW.

Fisiografía y Relieve: ocupa gran parte de las Mesetas del Norte y Centro de México, la Península de Baja California y la Llanura del Golfo de California.

Se extiende desde la costa del mar hasta 3.000m. de altitud, sobre relieve plano, tanto como sobremontañas y piedemontes, aunque la diferente exposición suele hacer variar la composición florística.

Suelo: en el vasto altiplano del centro-norte de México predominan los Xerosoles cálcicos, asociados con Litosoles, allí donde afloran serranías, transformándose en Kastañozems cálcicos en dirección al Sur y Oeste, en lento ascenso hacia la Sierra Madre Occidental.

En la llanura costera de Sonora y la Península de Baja California predominan los Yermosoles.

Los fondos de cuencas endorreicas suelen formar suelos tipo salino: Solonchak.

Son en todos los casos suelos típicos de zonas áridas, esqueléticos, sin desarrollo interno, poca materia orgánica, rico en calcáreo (que se cementa a menudo en el subsuelo, formando un duripan llamado "caliche"; fase petrocálcica), ricos en nutrientes y con pH neutro a alcalino (6,5 a 8,5).

Su utilización agrícola de secano es azarosa en sus resultados por la escasez e irregularidad de las lluvias. Con riego, en cambio, son suelos de altos rendimientos.

c) El Biosistema

Es en general un matorral muy abierto, compuesto por un estrato arbustivo de 15 cm. a 4 metros de altura, y uno o más estratos herbáceos.

Los tipos de vegetación son las más diversas adaptaciones a la aridez: microfilia de follaje deciduo o persistente, plantas en rosetas, suculentas o anuales de ciclo breve.

La familia de las Compuestas está por lo general muy bien representada, con géneros como *Ambrosia*, *Artemisia*, *Encelia*, *Flourensia*, *Gachnatia*, *Vigniera* y *Zinnia*. También las leguminosas son importantes, ante todo en zonas de clima cálido (*Prosopis*, *Mimosa*, *Acacia*, *Lysiloma*, etc.) y también las gramíneas (*Bouteloua*, *Muhlenbergia*, *Sporobolus*), estas más abundantes en climas frescos. Igualmente las cactáceas están bien representadas, con especies menudas, hasta las más altas, columnares y candelabrifformes. Otros grupos de suma importancia son el género *Larrea* y monocotiledóneas como *Agave*, *Hechtia*, *Yucca* y *Dasyilirion*, etc. En suelos salinos predominan *Suaeda*, *Atriplex* y otras.

Existen distintas variantes: Matorral Submontano, se localiza en los cerros poco elevados o porciones bajas de la altiplanicie y las vertientes este y oeste de la parte norte de la Sierra Madre Oriental, en altitudes de 700-1700 metros con suelo somero y roca caliza o riolita con clima menos desértico que otras variantes (400-700m).

Las especies que lo constituyen son principalmente de los siguientes géneros: *Acacia*, *Bernardia*, *Bonetiella*, *Celtis*, *Chiococca*, *Columbrina*, *Cordia*, *Decatropis*, *Flourensia*, *Gochnatia*, *Helietta*, *Lemaireocereus*, *Lysiloma*, *Mimosa*, *Neopringlea*, *Opuntia*, *Pithecellobium*, *Pseudosmodingium*, *Sebastiania*, *Wimmeria*, *Yucca* y otras.

En otra variante que es el denominado Matorral crasicauce: dominan las grandes cactáceas. Su área de distribución corresponde a las zonas áridas y subáridas del Centro y Norte de México. En la parte norte domina el género *Opuntia*, especialmente *Opuntia leucotricha*, *O. robusta* y *O. steptacantha*. Hacia el centro son frecuentes el cardón (*Lemaireocereus weberi*), teteches (*Neobuxbaumia tetetzu*), quiotilla (*Escondria chiotella*) y viejito (*Cephalocereus senilis*).

Otra variante es el Matorral rosetófilo; se lo ubica en las laderas de los cerros calizos, zonas de la Altiplanicie y también en los abanicos aluviales de los llanos. Su nombre deriva de que existe dominancia de especies arbustivas o subarbustivas de hojas alargadas y angostas, agrupadas en forma de roseta. Dentro de este grupo se encuentra las de tipo arborescente como los géneros *Yucca* y *Dasyliirion*, y otras de tallo poco desarrollado como los géneros *Agave* y *Hechtia*.

El Matorral desértico micrófilo se distingue de los otros, por la dominancia de elementos arbustivos de hojas pequeñas. Se encuentra en los terrenos planos y laderas de los cerros de una gran zona del Altiplano.

La dominante es Gobernadora (*Larrea tridentata*), además de hojásén (*Flourensia cernua*), mezquite (*Prosopis laevigata*), granjero (*Celtis pallida*) y clavellina (*Opuntia leptocaulis*).

Una de las variantes que también se pueden incluir en este ecosistema es el denominado Chaparral. Es una comunidad arbustiva densa de 1 a 2,5m de altura, perennifolia de clima mediterráneo (lluvias de invierno). Se encuentra en áreas restringidas de Baja California norte y de Coahuila.

En Baja California la comunidad se caracteriza por la presencia de *Artemisia californica*, *Lotus scoparius*, *Eriogonum fasciculatum*, *Salvia munzii*, *Haplopappus venetus*, *Encelia californica*, etc.

El chaparral del área de Coahuila se caracteriza por la presencia de *Quercus fusiformes*, *Diospyra texana*, *Bumelia lanuginosa* y *Sophora secundiflora*.

#### d) Limitaciones al Uso

Por supuesto la limitante más conspicua es la aridez y los 9 a 11 meses sin lluvias. A ello se suma el agravante de la irregularidad del régimen pluvial: ciertos veranos transcurren prácticamente sin lluvia alguna o si no, pueden ser torrenciales, lo que sumado a la escasa cobertura vegetal del suelo, produce escorrentías masivas (torrenciales) con bajos porcentajes de infiltración y retención del agua caída. Los cursos de agua conducen durante esos días fuertes torrentes que se agotan a los pocos días.

En áreas onduladas con pendientes el riesgo de erosión es grande, especialmente por causa del sobrepastoreo, lo que puede lavar la capa de suelo somero y hacer aflorar el caliche estéril.

e) Usos y Tecnología Predominantes

El uso más extendido es el de la ganadería, especialmente ovina y caprina. Es habitual el pastoreo continuo y con ello la tendencia a sobrepastorear los campos, con la resultante del retroceso o la desaparición de buenas forrajeras nativas, como la navajita (*Bouteloua gracilis*), banderilla (*Bouteloua curtipendula*), *Stipa clandestina*, costilla de vaca (*Atriplex canescens*), etc. y su gradual sustitución por arbustos no palatables (*Mimosa biuncifera*, *Acacia* spp., *Mahonia trifoliata* y otras).

En zonas más capitalizadas de esta región (Monterrey) se usan ciertas prácticas intensivas de engorde y lechería, como el uso del nopal (*Opuntia* spp), como base fibrosa del forraje (cosechado, "chamuscado" con fuego y picado de las "pencas"), suplementándolo con grano (sorgo), melaza y urea (fuente de nitrógeno). Este tipo de alimentación se hace "a corral", en lugares cercanos a los centros de consumo y es factible por el precio relativamente muy alto de la carne vacuna en la región.

Otro uso de considerable importancia en una región de recursos naturales y fuentes de ingresos rurales tan pobre como ésta, es la explotación de diversas especies vegetales silvestres como materias primas industriales:

- Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*): arbusto bajo que se corta y luego se le extrae cera por medios artesanales, para la venta como materia prima industrial.
- Palma Samandoca (*Yucca carnerosana*); se cosecha las hojas para extracción de fibra industrial.
- Lechuguilla (*Agave lechuguilla*): igual uso que la anterior

- Guayule (*Parthenium argentatum*): se explotó durante la segunda guerra mundial en el sur de Estados Unidos y México para producción de un caucho sucedáneo del de Hevea, pero su uso quedadesclasificado ante la competencia del producto de ésta última.
  
- Magueyes (*Agave spp*): hay una diversidad de especies usadas para la producción de bebidas alcohólicas regionales, de consumo directo tras la fermentación de los jugos de las plantas (pulque) o destilación mediante (mezcales, como el tequila, de fama internacional).

En algunos casos como la candelilla y el guayule, la sobre-explotación de las poblaciones naturales, condujo al casi agotamiento de las existencias en algunas zonas de esta unidad ecológica.

Otro uso de gran relevancia económica para México es el agrícola bajo riego. Hay actualmente importantes cuencas de regadío (Sonora, zona de Torreón, en la Altiplanicie, Aguas Calientes, Tamaulipas), en las que se cultivan cereales, algodón, vid, hortalizas, etc., con altos rendimientos y tecnología de altos insumos.

#### ECOSISTEMA 29b - PASTIZALES SECOS DE MESETA

Son comunidades basicamente herbáceas de clima seco en tierras llanas de la altiplanicie Central Mexicana.

- a) Distribución: ocupa una extensa franja que bordea por el este la Sierra Madre Occidental Mexicana desde Sonora y Chihuahua hasta las cercanías de Guadalajara.

b) Datos del Medio Físico

Clima: templado-cálido seco; con lluvias de verano; precipitación anual de 300 a 600mm, en promedio; 6 a 9 meses secos con heladas regulares; temperatura media anual entre 12° C y 20° C.

Clasificación según Koeppen: BS y BW.

Fisiografía y Relieve: ocupa parte de la Meseta del Norte de México en zonas sin declives pronunciados entre 1100-2500m de altitud.

Suelos: Xerosoles, Yermosoles y Regosoles. Son medianamente profundos, fértiles, con poca materia orgánica, pH de neutro a alcalino. Son de características algo menos xéricas que los colindantes del ecosistema Matorral Xerófilo: son de horizonte superficial algo más oscuros, por tener mayor porcentaje de materia orgánica, rasgos que se acentúan gradualmente en dirección oeste y sudoeste, en transición gradual hacia los Cambisoles y Luvisoles típicos de los Bosques Templado-fríos. Son suelos fértiles con abundante calcio, que forma a veces un duripán de caliche en el subsuelo.

c) El Biosistema

Son pastizales compuestos de un estrato rasante de especies rastreras y otro *Bouteloua* y *Muhlenbergia*, representadas por varias especies y acompañadas por *Lycurus phlecidis*, *Sporobolus cryptandrus*, *Heteropogon contortus*, *Elymus barbiculis*, *Hilaria cenchroides* y otras.

Según variaciones topográficas se presentan asociaciones típicas, como son: *Bouteloua-Muhlenbergia* en suelos profundos y de mayores elevaciones y precipitaciones. *Bouteloua-Heteropogon* sobre laderas pedregosas. *Bouteloua-Bouteloua* en otras posiciones.

En muchos sitios el pastizal aparece acompañado de leñosas dispersas, correspondientes a *Prosopis velutina*, *Acacia* spp. y *Quercus* spp.

Los Pastizales Secos de Meseta se encuentran más vinculados a la flora sudamericana que a la de EEUU, poseen también más afinidad con elementos tropicales que con la flora de las regiones templadas y frías.

En muchas áreas la frecuencia de plantas leñosas es el resultado de intenso disturbio, aunque en algunas partes parece tratarse de una condición natural. En este caso se trata de zonas de transición hacia el matorral o hacia el bosque.

En general resulta difícil establecer qué factor o factores son responsables de la presencia de una determinada comunidad, más aún cuando éstas se encuentran en áreas densamente pobladas como pasa con los pastizales.

#### d) Limitaciones al Uso

Las limitaciones son muy semejantes a las del Matorral xerófilo, a lo sumo algo más menguadas por una precipitación media algo mayor.

El hecho de tener mayor proporción de campo abierto también facilita el uso pecuario y agrícola de estas tierras.

#### e) Usos y Tecnología Predominantes

Son muy semejantes a los del Matorral xerófilo, excepto el aprovechamiento de materias primas industriales, muy escasas en este ecosistema.

### USO Y TECNOLOGIA APROPIADOS

Como se deduce de lo descripto hasta aquí, el destino de las tierras y la tecnología a aplicar deben girar en torno a la economía del agua, como limitante más conspicua de la región.

Uso ganadero: el mejor adaptado a la región es el ganado carpino y ovino. Al primero suele asociárselo a la degradación de los campos, pero este proceso es generalmente consecuencia de un deficiente manejo.

Ambas especies están mejor adaptadas a la economía del pequeño productor, por la poca inversión inicial que requieren, su mejor precocidad sexual y prolificidad y la mayor disponibilidad de carne fresca para el consumo familiar que ofrecen. Además el caprino se adapta a un forraje sumamente rústico como el de ésta región y ofrece una producción de leche más eficiente que la del bovino, bajo esas condiciones.

La tecnología de manejo ganadero más apropiada, es quizás la del tipo semi-extensivo de complementación entre el pastoreo extensivo del campo natural y la producción intensiva de forraje en los fondos y faldeos bajos de valle. Esta última producción suple la escasez crítica de pasto en el campo, hacia el final de la temporada seca y permite su descanso. Los rebaños se manejan intensivamente en vegas y terrazas construídas, como se vé más adelante o sobre parcelas de pradera permanente o alfalfa bajo riego.

Maldonado Aguirre (1983) cita resultados obtenidos en el NE de México, en experiencias de manejo de cuencas como el analizado de aumentos de producción de forraje utilizable, de 40,2 Kg. (materia seca)/ha a 1.168 Kg. lo que representa más del 2000 %.

El campo natural, por su lado, se mejora con los descansos estacionales que permiten aquellas obras y con rotaciones de los rebaños dentro de una misma estación, mediante alambrados, pastores, atractores móviles, etc. También, se lo mejora mediante implantación de arbustos forrajeros (costilla de vaca, *Atriplex canescens*; engordacabra, *Dalea tuberculada*; etc.) y/o mediante la eliminación de especies no palatables, por métodos mecánicos o químicos.

El aprovechamiento de nopal o maguey forrajeros, cuyo uso actual citamos anteriormente, puede incorporarse también a este modelo de ganadería semi-extensiva.

Manejo ordenado de cuencas: en cañadones y valles de distinta magnitud se pueden hacer diversas clases de mejoras para contener y aprovechar en intensidad las lluvias tan escasas pero torrenciales, propias de la región.

Ejemplos de esas obras de contención son: zanjas de ladera, cavadas, con plantación en contorno de maguey (*Agave*) y nopal (*Opuntia*) u otras herbáceas o arbustivas densas y resistentes, que interceptan y acumulan la humedad, tanto como los sedimentos de arrastre, que se van depositando en terrazas; presillas filtrantes, diques de piedra suelta o en gaviones sobre los fondos de quebradas y cárcavas, que filtran el exceso de agua, pero detienen sedimentos.

Fijadas con pastos y otras plantas que se desarrollan a cuenta del suplemento de agua infiltrada, éstas microobras tienden a escalonar el relieve en forma de vegas suspendidas y terrazas, por infiltración y sedimentación in situ. En ellas el suplemento de humedad permite mucha mayor productividad primaria que la media zonal.

Aparte, se cuenta también con el recurso del embalsado del agua para riego.

La técnica de las obras de contención debe iniciarse en las microcuencas altas, y avanzar con la integración de aquellas en obras mayores, aguas abajo, en la medida de la reducción del volúmen de los sedimentos y de la torrencialidad del escurrimiento.

Uso agrícola: la técnica de las obras de contención puede aplicarse a la implantación de cultivos alimenticios, frutícolas, industriales, etc., asociando el uso agrícola en diversos grados con el ganadero, para una mejor amortización de las obras. También hay experiencias exitosas (según refiere Maldonado Aguirre), en el uso de sistemas de trampas de agua, que consiste en sistematizar el terreno de forma tal que un área de plantación o sembradío sea alimentada por un área tributaria desnuda, de escurrimientos, en una relación de superficies óptimas de 1 a 5.

Esta diversidad de métodos de cultivo, tuvieron ya resultados satisfactorios con maíz y frijol, con frutales como durazno, vid, nogal y pistacho, y forestales, como pino aleppo y piñonero.

Dentro del uso agrícola del ecosistema árido, se puede incluir el cultivo de especies industriales silvestres, cuya domesticación es factible y tiene ya diversos grados de avance: candelilla, jojoba, maguey tequilero, maguey bacanora, guayule, etc.

La agricultura de esta región basada en el riego, debe recurrir a técnicas de máxima eficiencia en el aprovechamiento del agua, como el riego por aspersión o por goteo, y a fuentes de agua subterránea, allí donde el elemento es extremadamente escaso, como en el Centro-norte de México, y en la península de Baja California.

Manejo de especies industriales: a la par de los progresos logrados en la domesticación de las especies silvestres industriales, se debe revertir la tendencia al agotamiento de las poblaciones naturales, mediante el ordenamiento de su explotación, en función de la intensidad de corta, que tolera cada especie en cada zona. Maldonado Aguirre menciona que la más adecuada para la candelilla es al 50% en relación a su cobertura, y que cosechando en la época oportuna, se puede elevar el porcentaje de cera extraída, de 2,5% de su peso verde, a 10,3%.

BIBLIOGRAFIA

- Arias, Jesús. 1981. Cultivos múltiples: producción e influencia en la conservación de aguas y en la erosión de la ladera colombiana. Agricultura de ladera en América Tropical. Mem. del Seminario Internacional realizado en Turrialba, Costa Rica, pp. 305-312.
- Bassols Batalla, Angel. 1978. Recursos naturales de México. Teoría, conocimiento y uso. Ed. Nuestro Tiempo, México, pp. 361.
- Beard (1953, citado por Rzedowsky, 1978).
- Budowski, Gerardo. 1981. La productividad y el manejo de los bosques tropicales en Nicaragua. II Seminario Nicaragüense de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Managua, Nicaragua.
- Cabrera, Angel L. y Abraham Willink. 1973. Biografía de América Latina. OEA, Monografía N° 13, Washington, 120 pp.
- Cintron, Gilberto, Hugo Ariel, Douglas Pool y Greg Norris. 1978. Los manglares de las costas áridas de Puerto Rico e islas adyacentes. Universidad de Florida, EE.UU.
- Cornick, Tully R. y Roger A. Kirkby. 1981. Interacciones de cultivos y producción animal en la generación de tecnología en zonas de ladera. Agricultura de ladera en América Tropical. Mem. del Seminario Internacional realizado en Turrialba, Costa Rica, pp. 341-354.
- Cubillos, Gustavo y Mauricio Salazar. 1981. La investigación en el manejo de pastos en zonas de ladera de trópico húmedo. En: ídem anterior, pp. 325-340.
- Delgado, Arturo. 1977. Algunas consideraciones sobre el uso múltiple del recurso forestal. En: El bosque natural y artificial. CONIF, Serie Técnica N° 3, pp. 65-71, Bogotá.
- Del Valle, Jorge I. 1977. Sistemas silviculturales en el trópico húmedo. En: El bosque natural y artificial. CONIF, Serie Técnica N° 3, pp. 21-36, Bogotá.
- FAO-UNESCO. 1974. Mapa Mundial de Suelos, Vol. III, México y América Central.

- Fernández-Baca, Saúl. 1981. La producción pecuaria como componente del desarrollo agrícola en las zonas de ladera de América Tropical. Agricultura de ladera en América Tropical. Mem. del Seminario Internacional realizado en Turrialba, Costa Rica, pp. 229-241.
- Fournier, O. Luis. 1981. Sistema de cultivo de plantas perennes en las laderas de América Central. En: ídem anterior, pp. 313-323.
- Frère, Marie-Victoria y Leon Frère. 1942. Itinéraires botaniques dans L'île de Cuba, Montreal, Canadá, pp. 496.
- Holdridge, L.R., W.C. Grenke, W.H. Hatheway, T. Liang y Y.A. Tosi (Jr). 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones. A Pilot Study. Pergamon Press, Londres.
- Lauer, W. 1966. Problemas de la división fitogeográfica en América Central. Geo-ecología de las regiones montañosas de las Américas tropicales. Colloquium Geographicum, Proceedings of the Unesco Mexico Symposium, Universität Bonn, Rep.Fed. Alemana.
- Maldonado Aguirre, Lorenzo. 1983. Caracterización, uso actual y potencial de las zonas áridas en México. IDIA, Suplemento N° 36, VIIa. Reunión Nacional para el estudio de las regiones áridas y semiáridas.
- Marroquín, Jorge S. 1976. Vegetación y florística del Nordeste de México. I. Aspectos sinecológicos en Coahuila, pp. 69-101. Vegetación y florística del Noroeste de México. II. El bosque deciduo templado. Compilaciones y Adiciones, pp. 103-132. Revista de la Soc. Mexicana de Historia Natural, Tomo XXXVII, México, D.F.
- Marroquín, Jorge S., G. Borja, R. Velázquez y J.A. De la Cruz. 1964. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del Norte de México. Inst. Nac. Invest. Forest., Publ. Esp. N° 2, México.
- Maydell, A.J. 1978. Research related to the joint production of wood and food in agroforestry systems. XIIIth World Forestry Congress, Jakarta, Indonesia, pp. 16-28.
- Miranda (1963, citado por Rzedowsky, 1978).
- Miranda (1973, citado por Rzedowsky, 1978).

- Montaldo, Patricio. 1982. Agroecología del Trópico Americano. IICA, San José, Costa Rica.
- Morello, Jorge H. 1985. Grandes Ecosistemas de Sudamerica. Textos para Discusión, Fundación Bariloche/03.
- Nickel, J.L. 1979. En: "CIAT Highlights for 1978", p. VIII. CIAT, Cali, Colombia.
- Oroño, Pedro. 1980. Estrategias para la investigación agrícola en zonas de ladera. Agricultura de ladera de América Tropical. Mem. del Seminario Internacional realizado en Turrialba, Costa Rica, pp. 221-227.
- Ortega Blandón, Víctor. 1981. El potencial económico de los recursos forestales de Nicaragua a través de ordenamiento de bosques. En: II Seminario Nicaragüense de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Managua, Nicaragua.
- Posner, Joshua, G. Antonini, R. Montañez, R. Cecil y M. Grigsby. 1980. Un sistema de clasificación para las áreas de ladera y altiplanos de América Tropical. En: Agricultura de ladera en América Tropical. Mem. del Seminario Internacional realizado en Turrialba, Costa Rica, pp. 109-130.
- Riegelhaupt, Enrique. 1981. Biomasa como recursos energéticos en Nicaragua. II Seminario Nicaragüense de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Managua, Nicaragua.
- Rzedowsky, J. 1964. Botánica económica. Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos (E. Beltrán, ed.). Inst. Mex. Rec. Nat. Ren., México, pp. 135-152.
- Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México.
- SAHOP. 1981. Desarrollo Urbano. "Programa Nacional de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos", México.
- Samper, Armando G. 1979. Los recursos naturales, su manejo, conservación y mejoramiento en el bienestar humano en América Latina. Xa. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas, Acapulco, México, p. 29.
- Sánchez, Pedro A. 1981. Suelos del Trópico. Características y Manejo. San José, Costa Rica. IICA, 634 pp.

- Sánchez, Pedro A. y José G. Salinas. 1984. Suelos Acidos. Estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Ed. Soc. Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá, 93 pp.
- Sánchez, Pedro A. 1977. Alternativas al sistema de agricultura migratoria en América Latina. Cali, CIAT, 29 pp. y anexos.
- Sarukhan (1968, citado por Rzedowsky, 1978).
- Shreve, F. y I.L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Vol. I y II. Stanford Press, Calif.
- Soria, Jorge. 1977. Sistemas de producción agrícola. En: Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo. IICA, XIIIa. Reunión, Santo Domingo, pp. 40-58.
- Standley, Paul C. y B.E. Dahlgren. 1937. Flora of Costa Rica (Part I). Field Museum of Natural History, Vol. XVIII, Chicago, EE.UU.
- Tapia-Yasso, C. y E. Hernández X. 1957. Producción forrajera y manejo de pastizales. En: Mesas redondas sobre problemas de la industria agropecuaria en México (E. Beltrán, ed.). Inst. Mex. Rec. Nat. Ren., México, pp. 79-155.
- Tobón, C. y José Hiram. 1980. Experiencias en cambios tecnológicos agrícolas y su transferencia en el proyecto Oriente Antioqueño de Colombia. Agricultura de ladera en América Tropical. Mem. del Seminario Internacional realizado en Turrialba, Costa Rica, pp. 257-271.
- Toledo, Víctor M., Julia Carabias, Cristina Mapes y Carlos Toledo. 1985. Ecología y autosuficiencia alimentaria. Hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México. Siglo XXI, México.
- Tosi, Joseph. 1974. Desarrollo forestal del trópico americano frente a otras actividades económicas. En: Reunión Internacional sobre sistemas de producción para el trópico americano. Lima, IICA, Inf. de Conferencias, Cursos y Reuniones N° 41.