



NACIONES UNIDAS
CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



Distr.
GENERAL

E/4458
12 marzo 1968

ESPAÑOL
ORIGINAL: ESPAÑOL/FRANCES/INGLES

44º período de sesiones
Tema 5 (d) del programa

CONSERVACION Y UTILIZACION RACIONAL DEL MEDIO

Informe sometido por la UNESCC y la FAO

Blank page

Page blanche

Blank page

Page blanche

PROLOGO

En este informe se examinan la conservación y la utilización racional del medio ambiente natural y especialmente aquellos aspectos a los que la mayoría de los gobiernos nacionales y de los organismos internacionales no prestan actualmente un apoyo importante.

Se hace hincapié en primer término en los principios ecológicos que rigen el medio ambiente y en los que ha de basarse todo programa de utilización racional, y en segundo término, en la preservación de la calidad del medio prestando la debida atención a los valores estéticos, científicos y recreativos tanto de los paisajes naturales como de los creados por el hombre y, en particular a la conservación de las especies silvestres y de las comunidades naturales.

Es evidente que los distintos ambientes de la tierra, sólo ofrecen valor para el hombre en la medida en que éste puede disponer de ellos para su sustento, su utilización directa o su contemplación y disfrute. Las poblaciones tienen primero que poder vivir si se quiere que aprecien luego su medio ambiente; de aquí, que la producción de alimentos y de otros bienes necesarios sea una de las preocupaciones primordiales en toda actividad de conservación.

La necesidad de un examen cuidadoso y de un estudio a fondo de los problemas relacionados con la conservación y la utilización racional del medio deriva en gran parte del aumento de la población humana y de los progresos de la tecnología. A causa de la nueva dimensión de estos dos factores, la conservación es hoy día un problema mundial. En las reuniones y los informes nacionales e

internacionales se presta gran atención a la población mundial, así como a la producción de alimentos y de otros bienes. Por esta razón, no se examinarán aquí en detalle esos factores, si bien es necesario considerarlos como una parte fundamental de la estructura de las actividades globales de conservación.

Este informe se limita además al examen del medio terrestre y de sus aguas interiores. En otros informes y estudios internacionales se presta la debida atención a los océanos, que abarcan la mayor parte de la superficie del globo.

No se ha prestado una atención especial en este informe a la contaminación, aunque constituye un importante problema mesológico. Por separado se somete al Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas un informe especial sobre la contaminación, preparado bajo la dirección de la Organización Mundial de la Salud.

Este informe, presentado conjuntamente por la FAO y la Unesco, se ha preparado de conformidad con un deseo expresado por el Consejo Económico y Social en su 39° periodo de sesiones. Para redactarlo se ha utilizado como base un proyecto sometido, a petición de la Unesco, por R.F. Dasmann, Senior Associate, The Conservation Foundation, Washington D.C. La FAO y la Unesco expresan aquí su sincero agradecimiento al Sr. Dasmann por su labor, así como a The Conservation Foundation por haber permitido que el Sr. Dasmann hiciese ese trabajo.

Dicho proyecto se completó con el asesoramiento y la asistencia de Harold Coolidge y J.P. Harroy (UICN), Max Nicholson y E.B. Worthington (PBI), Lee Talbot y F. Raymond Fosberg (The Smithsonian Institution) y Michel Batisse (Unesco).

El nuevo texto se transmitió a las siguientes personas que formularon valiosas propuestas para mejorarlo: Russel Train y William Vogt (The Conservation Foundation), Harold Coolidge (UICN), Lee Talbot y F. Raymond Fosberg (The Smithsonian Institution), Michel Batisse y S. Evteev (Unesco) y F. Bourlière (PBI).

El texto se completó ulteriormente con aportaciones de la FAO, la OMS y la Unesco y se sometió, para que formulase observaciones, al Comité Consultivo de Investigación sobre los Recursos Naturales (Unesco) en su segunda reunión, celebrada en junio de 1967. El resumen y la revisión final son obra de F. Fournier, ex Director de la Oficina Interafricana de Suelos y en la actualidad consultor de la Unesco.

La FAO y la Unesco expresan su sincera gratitud a cuantos han contribuido a la preparación de este trabajo.

El informe se sometió al Comité Asesor del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo, en su 8º periodo de sesiones, celebrado en octubre de 1967, que formuló los siguientes comentarios:

"El Comité expresó su acuerdo general con las ideas contenidas en el informe y con las medidas que en él se recomiendan. A su juicio, el informe constituye un laudable esfuerzo para analizar y asentar sobre bases científicas el concepto de combinar más que oponer la conservación de los recursos naturales a su utilización racional. El Comité estima que la armonización de la necesidad cada vez mayor de bienes materiales y espirituales proporcionados por el medio para una población mundial en constante expansión con el mantenimiento de una producción sostenida de recursos y una calidad apropiada del medio será uno de los problemas dominantes en los próximos decenios. Este problema afectará tanto a los países desarrollados y "viejos", en los que la situación es ya difícil, como a los países en vías de desarrollo y "nuevos", que tienen mayores posibilidades de evitar errores graves.

Si bien reconoció que la solución de este problema general depende en cada país de múltiples consideraciones económicas, sociológicas y financieras, el Comité observó con satisfacción que, según se afirma en el informe, los progresos

realizados recientemente en la esfera de la ecología y otras ciencias afines tales como la climatología, la hidrología y la edafología, permiten establecer actualmente un método científico que sirva de punto de partida para proponer actividades. Ese método facilitará progresivamente una base más objetiva para el "planeamiento físico" en cada país y en el conjunto de las zonas continentales del globo.

Se informó al Comité de los preparativos de la Conferencia Intergubernamental de Expertos sobre las Bases Científicas de la Utilización Racional y la Conservación de los Recursos de la Biosfera que la Unesco organizará en septiembre de 1968, con la participación de las Naciones Unidas, la FAO y la OMS y en cooperación con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales y el Programa Biológico Internacional. Esta Conferencia, junto con el informe que se examina, constituirá un paso importante para informar a todos los países de las ideas predominantes de la ciencia y para formular propuestas de actividades nacionales e internacionales que permitan mejorar la utilización y la conservación de los recursos biológicos, y en particular, del suelo y el agua que los sustentan.

El Comité se felicitó también de la excelente cooperación que se ha establecido entre las diversas organizaciones interesadas, tanto en la preparación del informe como en la organización de la Conferencia.

El Comité encomienda calurosamente el informe a la atención del Consejo Económico y Social y de los gobiernos de los Estados Miembros y espera que en la Conferencia sobre la Biosfera participará un número adecuado de expertos de todos los países invitados por la Unesco."

INDICE

	<u>Página</u>
I. RESUMEN Y PAUTA DE ACCION PROPUESTA	13
II. INTRODUCCION	25
A. LA IMPORTANCIA DE LA CONSERVACION	25
1. Definición de la conservación	25
2. Antecedentes históricos de la conservación	27
3. La conservación como parte integrante de la cultura. .	28
4. El concepto de utilización racional	28
5. Calidad de vida	29
6. Beneficios directos e indirectos	30
7. Recursos bióticos y minerales	31
B. EL DILEMA DE LA HUMANIDAD	31
1. Presión demográfica y deterioración del medio	31
a. Países en vías de desarrollo	31
b. Países desarrollados	32
c. Falta de planificación y de inspección	33
2. Beneficios a largo plazo y ganancias inmediatas	33
a. Regiones tropicales húmedas	33
b. Praderas semiáridas	35
c. Pérdidas irreemplazables	36
3. Las consecuencias del crecimiento urbano industrial. .	37
a. Planificación inadecuada	37

	<u>Página</u>
b. Contaminación	38
c. Las interrelaciones del medio	39
1) Sistemas urbanos	40
2) Areas silvestres	41
III. LA ECOLOGIA Y LA UTILIZACION RACIONAL DEL MEDIO	44
A. DEFINICION DE LA ECOLOGIA	44
B. EL CONCEPTO DE BIOSFERA	45
1. Definición	45
2. La evolución del papel del hombre en la biosfera . . .	45
3. Interaecciones en la biosfera	46
C. EL CONCEPTO DE ECOSISTEMA	48
1. Definición	48
2. Clases de ecosistemas	49
3. Importancia del concepto de ecosistema	50
4. Importancia de mantener ecosistemas típicos como elementos de referencia	52
IV. LOS ECOSISTEMAS Y LA HUMANIDAD	54
A. CIRCULACION DE LA ENERGIA Y NECESIDADES ENERGETICAS	54
1. El ciclo energético	54
2. Evolución del papel del hombre en el ciclo energético	56
3. Necesidad de alimentos para una población mundial cada vez más numerosa	58
B. EL CICLO DEL AGUA	60
1. El ciclo hidrológico	60

	<u>Página</u>
2. El agua en el ecosistema	61
3. Utilización del agua	62
4. Riego	64
5. Pesquerías interiores	65
C. CICLOS DE LOS NUTRIENTES Y NECESIDADES ALIMENTARIAS	67
1. Fuentes de nutrientes	67
2. Suministro de nutrientes al suelo	68
3. Estudios edafológicos y ordenación del suelo	69
4. Estados estacionarios e intervención del hombre	70
5. Necesidades de alimentos	72
a. Necesidades calóricas	72
b. Calidad dietética	73
D. BIOMASA Y PRODUCTIVIDAD	74
1. Biomasa	74
a. Variaciones de biomasa	74
b. Biomasa y producción agrícola	75
2. Productividad	75
a. Variaciones de la productividad	76
b. Productividad y complejidad	77
E. ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD EN LOS ECOSISTEMAS	79
1. Complejidad y estabilidad	79
2. La simplificación y sus consecuencias	80
3. Adaptabilidad en los ecosistemas	81
a. Capacidad de recuperación	81
b. Regulación biológica frente a regulación climática	82

c.	Condiciones irreversibles	83
d.	Adaptabilidad de las poblaciones animales . . .	84
4.	Producción de bienes de consumo en el medio	85
a.	Silvicultura	85
b.	Ganadería	86
c.	Cultivos agrícolas	88
V.	CONSERVACION DE LOS RECURSOS BIOLOGICOS INSUSTITUIBLES	91
A.	LOS TESOROS BIOLOGICOS DE LOS PAISES	91
1.	Valores científicos	91
a.	Valores prácticos potenciales	91
b.	Valores de las comunidades intactas	92
c.	Reservorios genéticos	92
d.	Conocimiento de los procesos ecológicos	93
e.	Estudios sobre el comportamiento	93
2.	Valores estéticos	94
a.	Belleza frente a fealdad	94
b.	Necesidades psicológicas	94
c.	Necesidades recreativas	95
d.	Testimonios culturales	95
3.	Valores éticos	96
a.	Las religiones orientales	96
b.	Las religiones occidentales	97
c.	Conceptos modernos	98
4.	Valores económicos	98
a.	Beneficios directos	98

	<u>Página</u>
b. Beneficios indirectos	99
c. Ventajas para la productividad y estabilidad de las regiones productoras de bienes de consumo	100
B. CLASIFICACION DE LAS ZONAS PROTEGIDAS	100
1. Zonas naturales	101
a. Reservas científicas	101
1) Reservas naturales estrictas	101
2) Zonas de interés científico	103
b. Parques nacionales	103
1) Parques o zonas silvestres	104
2) Parques o zonas turísticas	104
c. Reservas especiales	105
d. Zonas de ordenación especial	105
2. Ordenación general de las especies silvestres	107
VI. UTILIZACION RACIONAL DE LA BIOSFERA	109
A. OBJETIVOS QUE DEBE PROPONERSE LA HUMANIDAD	109
1. Opiniones posibles	110
a. Un mínimo de subsistencia para una población máxima	110
b. Condiciones de vida satisfactorias para un máximo de individuos	110
c. Buena calidad de vida para un número óptimo de individuos	111
2. Adaptación de los medios a los fines	112

	<u>Página</u>
a. Ignorancia de las cuestiones ecológicas	112
b. Falta de planificación	113
3. Las limitaciones de espacio	114
B. DIFERENTES UTILIZACIONES DEL TERRENO	115
1. Utilización múltiple del terreno	116
2. Rendimiento sostenido	117
3. Clasificación de las tierras	118
4. Principios de la utilización del agua	120
5. Principios de la utilización del aire	121
C. PLANEAMIENTO Y REGULACION	121
1. Prioridades de utilización	121
2. Estudios e inventarios	125
3. Planeamiento y regulación	126
VII. APLICACION DE LOS PRINCIPIOS DE LA UTILIZACION RACIONAL	
Y LA CONSERVACION	128
Referencias bibliográficas	138

I. RESUMEN Y PAUTA DE ACCION PROPUESTA

Introducción

Este informe, presentado conjuntamente por la Unesco y la FAO, se ha preparado de conformidad con el deseo expresado por el Consejo Económico y Social en su 39° periodo de sesiones. El informe principal se ha redactado a base de un proyecto preparado, a petición de la Unesco, por R.F. Dasmann, Senior Associate, The Conservation Foundation Washington D.C. El texto se completó ulteriormente con aportaciones de la FAO, la OMS y la Unesco así como con comentarios de diversos especialistas. El informe se presentó al Comité Consultivo de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (Unesco), que recomendó se redactase este resumen para facilitar el examen del informe por el Consejo Económico y Social. La FAO y la Unesco dan sus más expresivas gracias al Sr. Dasmann así como a todos cuantos han contribuido a la ejecución de este trabajo.

El problema

Este informe examina uno de los problemas fundamentales que tiene planteados la humanidad: la conservación del medio en el que vive el hombre y del que obtiene todos sus medios de subsistencia.

Se trata de un problema de candente actualidad ya que la población del globo crece en tales proporciones que cada vez ejerce una presión más fuerte sobre el medio: éste corre así el riesgo de sufrir daños irreversibles y de perder sus potencialidades de utilización que, sin embargo, deben respetarse a toda costa. Esta actitud no implica en forma alguna que exista oposición entre el mantenimiento del capital de producción que representa el medio natural y su

explotación intensiva por el hombre. Admitir esa oposición conduciría a limitar la producción mientras que, por el contrario, su crecimiento constituye una necesidad absoluta. Por lo tanto, la conservación del medio natural debe ser dinámica y no estática. Consiste en respetar las potencialidades del medio natural en el momento de su utilización. Para ello, esa utilización debe ser "racional".

Esa noción tendría que formar parte de la cultura de la humanidad, que debería darse cuenta de que su aplicación representa el único medio que posee de elevar al máximo su nivel de vida.

Por otra parte, al aplicar esa noción, el hombre no debe prestar atención únicamente a los elementos del medio de los que obtiene hoy su subsistencia, sino también a los que poseen un valor científico, estético, educativo, recreativo o de otro carácter, sin menospreciar ningún aspecto del medio en que vive.

Los problemas que surgen ante el hombre difieren según el grado de desarrollo, la antigüedad o la densidad de la población y según los climas de los diversos países y regiones. En los países muy desarrollados, los progresos tecnológicos son tales que han perturbado y a menudo deteriorado el medio. En los países muy antiguos, y por consiguiente explotados de manera continua desde hace mucho tiempo, o en regiones muy densamente pobladas, el medio natural primario puede incluso haber desaparecido casi totalmente. En los países nuevos, en vías de desarrollo, o en las regiones densamente pobladas desde hace poco, existe una disparidad entre el rápido aumento de la población y una explotación limitada del medio. La intensificación inevitable de esa explotación no debe conducir a una pérdida de potencial. En todos los casos, el principal peligro es la falta de planificación y de regulación del aprovechamiento de los recursos. Por ejemplo, a menudo, las acciones emprendidas para obtener resultados a corto plazo no tienen en cuenta los efectos nefastos a largo plazo. El desarrollo industrial y

urbano puede traducirse, y esto constituye otro ejemplo, en una ingerencia excesiva en el medio, con la consiguiente destrucción o contaminación de éste.

Sin embargo, la explotación intensiva del medio es la única compatible con las exigencias de la vida moderna. Es, por lo tanto, imperativo planificar y regular la utilización de los recursos de la biosfera y basar todo programa de utilización racional en los principios que la ciencia moderna permite establecer a ese respecto.

LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS MODERNOS COMO FUNDAMENTOS DE LA UTILIZACIÓN RACIONAL DE LOS RECURSOS DE LA BIOSFERA

Los conceptos científicos que aquí interesan proceden en gran parte de la ecología, ciencia integrada que se dedica al estudio de los seres vivos en sus relaciones con el medio en que viven, es decir, la biosfera o parte del globo terrestre en la que puede existir la vida y que comprende una parte de la litosfera, de la hidrosfera y de la atmósfera.

La unidad de estudio del medio natural es el ecosistema, zona de extensión sumamente variable (lo mismo puede ser un bosque en medio de una superficie cultivada que la zona de la sabana tropical o de la tundra) pero que posee una unidad bien determinada por las complicadas relaciones mutuas existentes tanto entre las distintas comunidades que lo pueblan como entre éstas y el medio físico en que viven.

El ecosistema es el ámbito en el que el hombre puede apreciar mejor el efecto de sus acciones, ya que cada ecosistema se caracteriza por un complejo de suelo, clima y fauna bien determinado, que posee su propio potencial de adaptación y de tolerancia al cambio. Mediante el mantenimiento de una red de ecosistemas de referencia, el hombre puede medir las ganancias o las pérdidas resultantes de sus actividades. Los ecosistemas funcionan gracias a una serie de ciclos, en primer término, un ciclo de energía ligado a la utilización de la

radiación solar. Ahora bien, el hombre es un consumidor de energía. Por consiguiente, se integra en ese ciclo y se convierte en un factor de consumo. Entre los fenómenos biológicos naturales, el crecimiento de la población constituye el elemento motor primordial de la dinámica del ecosistema.

El ecosistema supone además un ciclo del agua. Prescindiendo de la evaporación, el suelo constituye el elemento que regula la repartición entre el agua que corre por la superficie y la que se infiltra. Transformando el suelo, el hombre puede influir sobre esta repartición y perder o ganar el agua tan necesaria para sí mismo, su agricultura y su industria. Puede además influir en la calidad del agua.

Por último, el ecosistema supone un ciclo de elementos nutritivos, ligado a los ciclos de la energía y del agua. En efecto, para que la vida se mantenga en la superficie del globo, es preciso que haya un intercambio y un retorno constantes de elementos nutritivos con la menor pérdida posible. Las fuentes de elementos nutritivos son el suelo, la atmósfera y el agua. El retorno al suelo de los elementos nutritivos depende de las prácticas agrícolas. El conocimiento del suelo, de su acondicionamiento y de su comportamiento reviste, por ello, una importancia primordial. En este ciclo, el estado de equilibrio depende de una utilización racional en la que se compensen la extracción y la devolución de los elementos nutritivos. Estas son las bases científicas del problema de la fertilización.

CONSECUENCIAS PRACTICAS DE UNA UTILIZACION RACIONAL DE LOS RECURSOS DE LA BIOSFERA FUNDADA EN LOS PRINCIPIOS DE LA CIENCIA MODERNA

A través del ecosistema, unidad de estudio del medio natural, pasa un caudal de energía que depende por completo de la radiación solar. Las plantas verdes captan la energía y la ponen a la disposición de los elementos más elevados del ecosistema a los que se transmite: se establece una "cadena alimentaria"

constituida por una serie de organismos cada uno de los cuales sirve de alimento al siguiente y de la que cada hombre obtiene las 2.000 calorías cotidianas indispensables para su vida. Por consiguiente, al explotar el medio en que vive modificando las cadenas alimentarias, el hombre debe tener en cuenta que el caudal de energía que circula a través de ellas es siempre el proceso fundamental para la continuidad de la vida en la superficie del globo. Esos recursos de la biosfera no deben explotarse abusivamente.

El ecosistema contiene en cada instante una cantidad total de elementos vivos que se expresa en peso: la biomasa. Esta varía en el tiempo y el espacio sobre la superficie del globo ya que está ligada a la temperatura y a la humedad. Desde el punto de vista de su utilización, la biomasa se caracteriza porque su desarrollo no es paralelo al aumento del potencial de productividad, es decir, de eficacia de utilización de la radiación solar. En efecto, el valor de una biomasa pesada puede ser pequeño y el de una biomasa ligera muy grande. Ahora bien, el hombre se interesa ante todo, por la productividad. Por consiguiente, deberá considerar y estudiar los factores que la limitan.

Un ecosistema constituye un complejo de elementos que, en las condiciones naturales, posee un cierto equilibrio. Sin embargo, el hombre al integrarse en el medio, lo transforma y lo simplifica al utilizarlo, desencadenando entonces una modificación del equilibrio original. El monocultivo, por ejemplo, provoca un recrudecimiento de los enemigos de los cultivos. Por lo tanto, el hombre debe pensar en términos de balance y de equilibrio si desea utilizar de manera racional los recursos de la biosfera.

Esa necesidad no es menos perentoria cuando se examina la adaptabilidad de los ecosistemas. Estos son utilizables y poseen cierta facultad de recuperación después de una explotación abusiva. Tal facultad varía en función de los factores climáticos y biológicos y es óptima cuando éstos son equivalentes. Si

dominan unos u otros, disminuye la durabilidad de un ecosistema en explotación. En este proceso, el elemento principalmente explotado suele ser introducido por el hombre. Al menos, así sucede casi siempre en la agricultura. Esto es menos general en el caso de la ganadería y todavía menos en el de la silvicultura. En cada caso hay que adoptar una política específica y el hombre debe aplicarse a estudiarla.

ESTADO DE LA ACCION INTERNACIONAL

Las organizaciones internacionales han tenido que ocuparse muy pronto del problema de la utilización racional y la conservación de los recursos de la biosfera dada la gravedad con que éste se plantea en escala mundial.

La FAO procura, con una acción de conjunto, aumentar la producción agrícola sobre bases racionales que permitan rendimientos permanentes. Por medio del Plan Indicativo Mundial para el Desarrollo Agrícola, trata de evaluar y esclarecer los aspectos agrícolas, forestales y pesqueros del urgente problema que plantea el crecimiento de la producción para hacer frente a las necesidades cada vez mayores de una población mundial en plena expansión.

La FAO y la OMM, así como la Unesco, han emprendido conjuntamente estudios climatológicos regionales (Africa Occidental, Cercano Oriente).

La FAO y la Unesco están haciendo conjuntamente un inventario edafológico global por medio del Mapa de los Suelos del Mundo a escala 1:5.000.000.

La Unesco, con la iniciación del Decenio Hidrológico Internacional, aporta una contribución esencial al estudio de los recursos de agua.

En todas sus actividades relativas a las investigaciones sobre los recursos naturales, la Unesco tiende a establecer las bases científicas necesarias para la utilización racional de éstos. Por otra parte, sostiene constantemente las actividades de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales, así como el Programa Biológico Internacional que

constituye un paso importante en la investigación de los recursos biológicos del globo y de las medidas necesarias para su conservación.

Por último, la OMS estudia más especialmente los problemas de la contaminación, sobre los cuales ha preparado, en colaboración con las otras instituciones especializadas, un informe que se ha sometido al Consejo Económico y Social en el mismo periodo de sesiones. Al lado de estas instituciones especializadas de las Naciones Unidas, existen múltiples organizaciones que se ocupan también del problema de la utilización racional y la conservación de los recursos de la biosfera, tan importante para la humanidad.

ACTIVIDADES FUTURAS DE LAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

Sin embargo, el informe demuestra que aún queda mucho por hacer, no sólo en el plano nacional sino también en el internacional. Se aprecia, en particular, que las instituciones especializadas competentes deben poner en práctica un audaz programa de actividades sobre la planificación y la regulación del aprovechamiento de los recursos de la biosfera con todos los estudios básicos y los preparativos que ello supone, en cuatro aspectos diferentes:

Científico; Institucional; Educativo; Legislativo.

Actividades científicas

Consistirán en:

reunir los conocimientos científicos y tecnológicos relativos a los elementos del medio, a sus acciones recíprocas y a su utilización, a fin de dar una base científica a la planificación y a la regulación del aprovechamiento de la biosfera. Esta planificación debe conducir a una utilización integrada de los recursos naturales que permita mantener el rendimiento de la biosfera;

definir los elementos de análisis y de selección necesarios para la utilización integrada de los recursos naturales, lo que podrá hacerse mediante:

la prospección y el inventario de los elementos que componen el medio; el conocimiento de los elementos del medio, de los fenómenos y de los procesos que los caracterizan, de las relaciones mutuas entre ellos y de las potencialidades que poseen.

Así considerados, esos elementos se convierten en los factores de la planificación.

establecer, en el curso del estudio de cada elemento del medio, los criterios selectivos a ellos aplicables:

criterios selectivos para las aguas;

criterios selectivos para las tierras;

criterios selectivos para los vegetales;

criterios selectivos para la utilización de los animales.

introducir en los estudios la noción de balance, pues el hombre debe procurar mantener un equilibrio en la naturaleza, tanto si se trata del agua como del suelo, de los vegetales como de los animales.

deducir las reglas de ordenación del territorio, que permitirán determinar las zonas útiles para el hombre:

reservas naturales, reservas científicas, parques, zonas de reposo y de recreo;

zonas de valor estético y espiritual;

zonas de utilización agrícola: agricultura, silvicultura, ganadería;

zonas industriales y urbanas.

La ordenación, particularmente de las aguas y los elementos nutritivos, debe hacerse científicamente a base del estudio de las pérdidas y el cálculo del

retorno o de las adiciones necesarias para mantener la producción. Se tendrá igualmente en cuenta la necesidad de mantener la calidad del medio y de evitar su contaminación.

mostrar que el estudio de los suelos, del clima y de las necesidades de los vegetales y los animales permite conocer toda la gama de las potencialidades de los ecosistemas, entre las que efectuarán su selección los economistas y los sociólogos cuando, con ayuda de los científicos, preparen los planes de ordenación.

fomentar nuevas investigaciones destinadas a colmar las principales lagunas que aún existen en los conocimientos científicos necesarios para utilizar de manera racional los recursos naturales.

Actividades institucionales

Ninguna mente humana puede por sí sola prever las múltiples facetas de una empresa tan vasta como la planificación del aprovechamiento de los recursos naturales. Tanto en el plano nacional como internacional, esa empresa debe encomendarse a grupos apropiados y a organismos multidisciplinarios capaces de realizar los estudios de carácter polivalente que permitan la planificación integrada de los recursos inherente a la ordenación del territorio.

Actividades educativas

La utilización racional de los recursos de la biosfera no se conseguirá sin la adhesión total de las poblaciones. Es, por lo tanto, necesario luchar contra la ignorancia que aún subsiste y hacer cambiar las actitudes. Los organismos internacionales, centros de información y de divulgación, deben contribuir eficazmente a la información pública general.

La educación, tanto en el nivel primario como medio y universitario, constituye el factor fundamental de la evolución de las actitudes. Por consiguiente,

habrá que incluir en la enseñanza nociones sobre la utilización racional de los recursos naturales con miras a su conservación.

Si existen ya servicios encargados de fomentar la utilización racional de los recursos de la biosfera, habrá que formar especialistas y técnicos no sólo en ciertas disciplinas sino en esferas interdisciplinarias.

Actividades legislativas

Las actividades previstas sólo podrán tener éxito si se cuenta con los medios de aplicarlas. Por ese motivo, es necesaria una legislación apropiada, que habrá que promulgar y adaptar a las diferentes zonas ecológicas del globo.

Paralelamente a todas esas actividades, las organizaciones internacionales deben procurar que los gobiernos comprendan que, en el interior de sus fronteras, poseen riquezas irremplazables y, sobre todo, los elementos que constituyen los medios de vida de sus pueblos. Deben además ponerles en guardia contra la pérdida de potencialidad que sufriría la biosfera a causa de una aplicación desordenada de las técnicas de explotación. Con esta finalidad principal y para sentar las bases de un programa de actividades a largo plazo, la Unesco organizará en París, en septiembre de 1968, la Conferencia Intergubernamental de Expertos sobre las Bases Científicas de la Utilización Racional y la Conservación de los Recursos de la Biosfera, que recomendó la Conferencia General en su 14a. reunión.

ACTIVIDADES FUTURAS DE LOS GOBIERNOS

Los gobiernos deben percatarse de que es preciso planificar y reglamentar la utilización de los recursos de la biosfera, apoyándose en los principios descubiertos por la ciencia moderna. Las actividades que deberán desplegar en los planos antedichos son:

En el plano científico:

establecer el balance de los conocimientos por ellos adquiridos y canjearlos con otros países para llegar a enunciar, en escala mundial, los principios generales que rigen la utilización racional del medio; profundizar sus conocimientos, prosiguiendo las investigaciones para discernir mejor los problemas que plantea la explotación de sus recursos con miras al mantenimiento de la producción en el nivel cualitativo y cuantitativo más alto posible; enunciar las nociones aplicables a la ordenación racional del territorio, en particular definiendo los criterios, tanto científicos como económicosociales, que permitan determinar el destino de las diferentes zonas existentes y los imperativos de su explotación.

En el plano institucional:

crear organismos nacionales encargados, tanto en el orden administrativo como científico, de fomentar y aplicar una política de utilización racional de los recursos mediante una adecuada ordenación del territorio. Esta actividad culminará en la creación de unas condiciones económicas favorables para el desarrollo.

En el plano educativo:

inculcar en las poblaciones el concepto de la utilización racional y la conservación del medio en que viven; organizar cursos apropiados en todos los niveles de la enseñanza; formar especialistas y técnicos capaces de aplicar la política requerida, principalmente mediante la creación de instituciones interdisciplinarias de investigación y de formación profesional.

En el plano legislativo:

promulgar leyes que permitan aplicar en cada país las normas de utilización racional y de conservación de los recursos de la biosfera y colaborar con los países vecinos cuando se trate de recursos comunes.

II. INTRODUCCION

A. LA IMPORTANCIA DE LA CONSERVACION

1. Definición de la conservación

La conservación puede definirse como la utilización racional de los recursos de la tierra para que la humanidad alcance la mejor calidad de vida posible. Puesto que los deseos y las aspiraciones de los pueblos son diferentes, no puede llegarse a un acuerdo sobre lo que constituye la calidad de vida. Por ello, la conservación supone el mantenimiento de la diversidad más amplia posible tanto en el medio natural como en el creado por el hombre para permitir la máxima variedad en las formas potenciales de vida de la humanidad, reconociendo que el hombre y sus necesidades materiales serán los factores ecológicos dominantes. La diversidad tiene por sí misma un valor biológico. Si se retiene esta noción de diversidad, puede retrasarse la deterioración del medio y mantenerse la estabilidad bajo la presión de las actividades humanas.

En otras épocas, la conservación se ha asimilado a los esfuerzos destinados a conservar la flora y la fauna silvestres. Si bien esto es indispensable para el mantenimiento de la diversidad del medio humano, sólo constituye una parte del concepto moderno de la conservación. Esta incluye también la utilización, con espíritu imaginativo y creador, del suelo y de otros recursos para combinar los elementos naturales del medio con los creados por el hombre y obtener paisajes rurales y urbanos estables, productivos y bellos para el uso y el disfrute humanos.

2. Antecedentes históricos de la conservación

La conservación no es un fenómeno nuevo, sino que tiene sus raíces en las más antiguas actitudes de los pueblos primitivos hacia la tierra, la naturaleza y sus propias culturas y en las aspiraciones más profundas del hombre a crearse un ambiente seguro y agradable. Si bien muchas actividades humanas han resultado destructoras para su propio medio, esta destrucción ha sido en muchos casos una consecuencia imprevista e inevitable de la ignorancia de las relaciones mesológicas. Antaño, el hombre no poseía instrumentos capaces de producir cambios rápidos, profundos e irreversibles en su medio ambiente. Es indudable que se produjeron profundos cambios, como ocurrió con la clímax de pinar abierto de las tierras altas de Asia Sudoriental, probablemente producida por la agricultura migratoria en una larga rotación; pero eso fue una lenta adaptación al hombre considerado como un agente ecológico con una función comparable a la de los animales herbívoros en los prados naturales. En la actualidad, las consecuencias inmediatas de las actividades del hombre pueden predecirse con mucha más exactitud, aunque la economía y la tecnología producen una reacción en cadena cuyos efectos a largo plazo son menos previsibles. Ahora la ignorancia es todavía menos excusable.

Entre los más antiguos testimonios históricos de la humanidad, se encuentran ya medidas para garantizar la conservación de los bosques y de la fauna silvestre. Desde el principio de la época neolítica existen pruebas de los esfuerzos destinados a estabilizar la agricultura mediante un tratamiento apropiado del suelo. En un pasado remoto, se consiguió en muchos lugares de la tierra un alto grado de estabilidad y de productividad en las tierras dedicadas a la agricultura. Basta comparar la agricultura en bancales sumamente estable de los incas con la explotación destructiva de tierras análogas por sus descendientes peruanos, para comprobar en qué medida los conocimientos sobre la

conservación desaparecieron de su cultura. En China Meridional, el valle del Nilo y otras regiones habitadas desde hace largo tiempo, se ha practicado durante miles de años una adecuada conservación agrícola.

La renovación moderna de las actividades de conservación es en gran parte un fenómeno del siglo XX. Mientras que la conservación primitiva trataba de reducir la influencia sobre el suelo y la naturaleza de un número relativamente reducido de hombres que utilizaban el fuego, el arado, el hacha y la lanza, la conservación moderna se enfrenta con poblaciones humanas enormemente mayores que utilizan medios más destructores (la excavadora, el motor de combustión interna, materias químicas tóxicas y estructuras de hormigón y de acero) y procura ajustar su empleo a las realidades ecológicas del medio humano.

Por consiguiente, debemos reconocer tres aspectos distintos pero interrelacionados de la conservación del medio humano:

- 1) En primer lugar existe lo que podemos denominar conservación logística, que se refiere principalmente a los recursos no renovables, tales como minerales, carbón, petróleo, etc., que no deben consumirse impróvidamente. Se podrían incluir también el suelo y los recursos de agua que deban reservarse para una futura colonización y empleo.
- ii) Los recursos renovables del hábitat humano requiere una conservación de la productividad para satisfacer las necesidades materiales de la población, y más que rendir un beneficio económico inmediato considerable, procuran una alimentación sana y una calidad de vida aceptable. Ni ahora ni en el pasado ha tenido la humanidad aseguradas estas dos cosas, aunque la población ha estado limitada por los efectos maltusianos de la miseria y la enfermedad. Sólo mediante una explotación prudente y una planificación cuidadosa podrán los recursos

mundiales de la agricultura, la silvicultura y la pesca alcanzar y mantener los rendimientos que harán falta en un futuro previsible.

- iii) El medio ambiente natural, total o parcialmente inalterado por la actividad humana, constituye un patrimonio de incalculable valor estético y científico y un factor de equilibrio en la ecología del hábitat variable del hombre. Su supervivencia, así como la de su flora y fauna irremplazables, requiere medidas urgentes de conservación del medio y de su amenidad a las que deben supeditarse todos los proyectos de desarrollo rural y urbano.

Los conceptos que se exponen en este informe se refieren principalmente a la última categoría de conservación, aunque se procura relacionar la productividad con la amenidad y la supervivencia física del hombre con la del ecosistema del que forma parte.

3. La conservación como parte integrante de la cultura

La conservación no es un lujo sino una parte integrante de la relación cultural del hombre con su medio. Sin ella, los suelos agrícolas serían denudados por las aguas o por el viento, los bosques se talarían sin repoblarse, la fauna salvaje desaparecería, los pastizales se convertirían en desiertos y el hombre destruiría sus propios medios de existencia. Muchas de las mejores actividades de conservación se conocen con otros nombres pues han pasado a ser una parte aceptada y normal de la práctica cultural. Por lo tanto, si la conservación en su acepción más amplia dejara de existir hoy, habría que crearla de nuevo mañana. No hay más alternativa que la conservación o la destrucción del medio humano.

4. El concepto de utilización racional

La conservación se define en parte como utilización racional. La utilización racional preserva el futuro mediante el planeamiento y la aplicación de los

conocimientos disponibles a la explotación de los recursos naturales por el hombre. En la utilización irracional no hay planeamiento a largo plazo. Prevalece la conveniencia a corto plazo o se ignoran los conocimientos existentes. Por ejemplo, es irracional talar un bosque productivo en una ladera para obtener sólo algunas escasas cosechas de maíz antes de que desaparezcan el suelo y la fertilidad. Es irracional esquilmar los pastos y convertir una pradera productiva en un desierto. Es irracional destruir inapreciables comunidades naturales y especies silvestres para obtener una extensión marginal de la agricultura o un desarrollo desordenado de la urbanización. Por desgracia, lo que es irracional a la larga para la sociedad puede no serlo para el individuo o para los fines inmediatos de aquélla. Un ganadero puede obtener inmensos provechos convirtiendo un pastizal en un desierto; un especulador en terrenos puede beneficiarse de la expansión urbana. Sin embargo, la sociedad se perjudicará y, por lo tanto, debe recaer en ella la carga de la regulación.

5. Calidad de vida

Una existencia óptima para un pueblo o una cultura puede ser intolerable para otra. El habitante de las ciudades puede no desear terrenos salvajes en sus contornos; el agricultor puede detestar las ciudades. Ninguna utopía puede complacer a todos los hombres. La finalidad de la conservación es proporcionar "una elevada calidad de vida" manteniendo la diversidad del medio, permitiendo múltiples modos de vida, dejando siempre abierta la puerta para cambios futuros.

Un aumento excesivo de la producción, con su secuela habitual de normalización y unificación de los medios aplicados, puede destruir la diversidad y la calidad del ambiente. Hasta cierto punto, la insistencia en la cantidad es esencial ya que permite satisfacer las necesidades humanas. Sin embargo, a partir de ese punto, la ganancia en cantidad sólo se consigue con gran sacrificio de la diversidad natural. Llevada hasta su consecuencia lógica, la insistencia continua

en la producción de bienes de consumo conduciría a una mera subsistencia para un número máximo de personas, con todos los recursos en plena explotación y ninguna posibilidad de cambio futuro sin que sobrevenga una catástrofe. Una existencia de ese tipo sería precaria y estaría expuesta a un desastre. La conservación procura canalizar el desarrollo de forma que haya siempre un hábitat rico y variado para el hombre que permita niveles de vida de alta calidad material, intelectual y espiritual.

6. Beneficios directos e indirectos

La producción sostenida de los bienes de consumo necesarios para el hombre suele recibir la máxima prioridad en las tierras más apropiadas para ello. Sin embargo, en todas las regiones deben también tenerse en cuenta los beneficios indirectos del suelo. Aquí se incluye la protección o el desarrollo de los diversos valores culturales (científicos, estéticos, educativos, recreativos y otros). Aunque signifiquen poco para el incremento inmediato del producto nacional bruto, a la larga esos beneficios serán superiores a los que hubieran podido conseguirse mediante la plena utilización de todas las tierras para la producción de bienes de consumo. En realidad, esas utilizaciones pueden resultar indispensables para sostener de manera permanente la producción de bienes materiales y la vida humana. En muchas tierras puede conseguirse una producción de bienes materiales sin dejar por ello de proteger los valores no utilitarios. Las ciudades bien planificadas deben poseer parques que sirvan para el recreo del hombre y como hábitats de ciertas plantas y animales silvestres. Los bosques productivos pueden servir también de albergue a la fauna silvestre, de lugares de recreo y de fuentes de agua pura. Teniendo en cuenta las variadas potencialidades de las tierras, es raro que una aplicación prevalezca en una vasta zona con exclusión de todas las demás. Por ello, incluso una reserva natural estricta, destinada principalmente a los estudios científicos, puede servir para fines pedagógicos

y recreativos. Por su naturaleza, contribuirá asimismo a la estabilidad del terreno y de la cuenca hidrográfica.

7. Recursos bióticos y minerales

Actualmente, la principal preocupación de la conservación es la protección y la utilización de los recursos vivos del globo, así como del suelo, el agua y la atmósfera necesarios para su existencia. La explotación de los recursos minerales y de combustibles fósiles, excepto en la medida en que influye en la conservación de los recursos bióticos, es hoy día un problema fundamentalmente tecnológico cuyo examen no tiene cabida en este informe.

B. EL DILEMA DE LA HUMANIDAD

1. Presión demográfica y deterioración del medio

En una gran parte del mundo, el medio humano está sufriendo diversos grados de deterioración. Esto es debido al aumento de la población, particularmente de la que vive en los niveles más bajos de prosperidad material, a la influencia de la expansión desordenada deficientemente planeada de la tecnología industrial y al desconocimiento de las realidades del medio. Entre los países en vías de desarrollo y los que han alcanzado un alto nivel de progreso tecnológico, existe una diferencia en el grado y la naturaleza de la deterioración del medio.

a. Países en vías de desarrollo

En la mayor parte de los países en vías de desarrollo, el rápido aumento de la población, unido a una disconformidad cada vez mayor con las escasas satisfacciones materiales de la agricultura de subsistencia, se ha traducido en una presión creciente sobre la tierra para obtener alimentos y cosechas destinadas a la venta. Casi invariablemente, este aumento de la demanda va acompañado de un avance escaso o nulo de la tecnología agrícola y de un crecimiento demasiado lento de los empleos no agrícolas. Tanto el ritmo como la extensión de la

deterioración del medio ambiente han sido considerables; los bosques y los prados han sido empobrecidos o destruidos, mientras que la extensión del cultivo a nuevas zonas marginales disminuye el rendimiento medio de las cosechas y fomenta la erosión. Debido a todas estas pérdidas es muy escaso el mejoramiento del nivel de vida.

Con frecuencia, los métodos agrícolas tradicionales están mal adaptados a la superficie más restringida de que dispone el agricultor individual, o a la explotación eficaz de otras tierras que no sean las anteriormente cultivadas. El bajo nivel de educación existente y la falta tanto de personal asesor como de la posibilidad económica de aprender con el ejemplo, malogran los intentos de introducir cambios apropiados en la utilización del suelo y en los métodos agrícolas que en otro caso permitirían satisfacer la necesidad de altos niveles de producción.

Estas dificultades se observan por igual en países que poseen una antigua civilización y están densamente poblados, tales como la India, que algunos llamarían "superdesarrollados", y en países más nuevos y de población más dispersa, tales como el Brasil. Ambos requieren progresos revolucionarios de los métodos agrícolas así como de la conservación de los recursos naturales. Estos últimos ofrecen indudablemente más posibilidades de maniobra y más perspectivas de proporcionar un elevado nivel de vida en un futuro relativamente próximo.

b. Países desarrollados

En los países técnicamente avanzados, la producción de bienes de consumo suele ser suficiente para satisfacer las necesidades de la población humana. Este nivel económico relativamente elevado se ha conseguido gracias a los procesos de industrialización y urbanización y a un alto nivel de educación pública, incluida la formación de personal técnico y profesional. Sin embargo, en la mayor parte de esos países rara vez se han comprendido o compensado convenientemente

los efectos a largo plazo de los cambios tecnológicos. Las ciudades invaden el campo y al hacerlo así destruyen el espacio que sería más útil para otros fines. La contaminación del medio se ha convertido en un problema de importancia mundial. Se han roto los viejos moldes culturales y la población sólo ha encontrado sustitutivos inadecuados para reemplazarlos. Con el aumento del tiempo libre y de la prosperidad material, la población busca recreo y aire libre, ejerciendo presiones sobre el campo que, con frecuencia, destruyen las amenidades deseadas.

c. Falta de planificación y de inspección

Tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados se suele apreciar una falta de planificación del aprovechamiento racional del medio, o donde ésta existe, una falta de aplicación de los planes. Es evidente que la utilización del medio por el hombre no está eficazmente regulada. Los fines se confunden con los medios y los objetivos a largo plazo a los que racionalmente tiende la población, se supeditan a las técnicas aplicadas para resolver a corto plazo dilemas inmediatos. En casi todas las regiones existe una necesidad permanente de investigaciones que permitan adquirir los conocimientos imprescindibles para la utilización racional de los recursos naturales y para la comprensión del comportamiento humano.

2. Beneficios a largo plazo y ganancias inmediatas

a. Regiones tropicales húmedas

El sacrificio de los beneficios a largo plazo para satisfacer necesidades inmediatas se aprecia con frecuencia en la explotación de los bosques tropicales. Con una ordenación apropiada, esos bosques pueden dar un rendimiento continuo de productos útiles, proporcionar un refugio para la fauna silvestre, mantener la estabilidad del suelo y de las cuencas hidrográficas y aportar otros beneficios a la sociedad. De 100 a 200 millones de personas dependen para su subsistencia

de la agricultura migratoria, que realmente puede considerarse como un elemento de la ecología forestal allí donde el periodo de rotación es suficientemente largo y los suelos, las laderas y el clima lo suficientemente favorables para permitir la regeneración del manto forestal.

Sin embargo, la densidad creciente de la población reduce el periodo de rotación por debajo del punto crítico de la regeneración forestal y obliga a la población a extender esa práctica a laderas inestables y zonas de precipitaciones marginales donde la regeneración es más aleatoria. Sobrevienen así pérdidas de fertilidad, erosión del suelo, laterización y otros procesos que pueden impedir la recuperación del lugar después de su abandono. Este proceso puede observarse en toda la región tropical del Antiguo y del Nuevo Mundo y el ritmo al que desaparecen los bosques ha sido desde hace mucho tiempo un motivo importante de preocupación. Aubreville estimaba en 1950 que en el 40 % de la zona de selva tropical de Africa había sido talado el bosque primario; y en Nigeria el 74 %. Rostlund calculaba en 1955 que se había talado el 40 % de los bosques del Brasil; en este caso, la producción de cosechas para la exportación, tales como el café, es tan responsable como la agricultura de subsistencia. De esa manera, los valores que debieran haberse conservado para un futuro previsible se sacrifican para satisfacer necesidades a corto plazo. Sólo pequeñas zonas de los trópicos húmedos se prestan a sistemas simples de agricultura sedentaria estable. Se trata de los suelos de las llanuras y los valles aluviales, especialmente cuando el aluvión procede de rocas básicas, los suelos volcánicos y los suelos de ladera cuyo material primario es básico; la meteorización libera los nutrientes tan pronto como el proceso normal de la erosión elimina la superficie del suelo lixiviada. Sin embargo, muchos suelos tropicales aceptan perfectamente ciertas combinaciones de prácticas agrícolas, tales como el riego, la rotación de cosechas y el empleo de fertilizantes, que aplicadas conjuntamente permiten la formación

de suelos arables de mayor productividad potencial que los suelos naturales del bosque primario. Hacen falta todavía muchas investigaciones para perfeccionar esos sistemas agrícolas y su introducción y adopción general debe ser un proceso lento. La posibilidad de satisfacer las necesidades humanas conservando al mismo tiempo el conjunto de los recursos naturales y preservando una parte del medio original con su patrimonio biológico, reside en la implantación planificada de una agricultura verdaderamente productiva en zonas limitadas.

b. Praderas semiáridas

En muchas zonas del mundo, tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo, las praderas semiáridas se están destruyendo a un ritmo que parece acelerarse. En casi todos los continentes puede observarse la transformación del terreno productivo en tierras yermas casi desérticas. Este fenómeno es más patente alrededor de los bordes del Sahara y de los desiertos de Asia Sudoccidental, pero puede observarse también en Australia y en el Oeste de los Estados Unidos, donde hacia 1930-1940 el Servicio Forestal calculaba que, debido a una mala utilización, la capacidad de las praderas para alimentar el ganado, se había reducido en un 50 %.

El Sr. F.D. Larson calculaba en 1957 que, en Libia, el ritmo de la erosión y la explotación abusiva de las praderas se habían acelerado durante el cuarto de siglo precedente. Con una utilización apropiada, esas tierras pueden dar un rendimiento, necesariamente limitado pero continuo, de carne y otros productos de poblaciones animales tanto salvajes como domésticos. En ciertas regiones, tales como Africa Oriental y Rhodesia, la fauna silvestre se destruye para sustituirla por animales domésticos menos valiosos para el hombre. En amplias regiones, la explotación desordenada de los animales domésticos o salvajes ha producido inconvenientes tales como el exceso de ganado, el pastoreo abusivo, la destrucción de la vegetación, la pérdida del suelo y la alteración del ciclo hidrológico.

El daño causado puede tener efectos prácticamente permanentes. Un pequeño número de propietarios de animales domésticos pueden obtener grandes ganancias a corto plazo explotando abusivamente los recursos del suelo y de la vegetación que de otra forma hubieran producido beneficios a largo plazo para muchos. Con frecuencia, los servicios gubernamentales de los países interesados saben cómo deben administrarse esos terrenos; lo que falta casi siempre es una aplicación eficaz de esos conocimientos y una regulación efectiva de la utilización de la tierra.

c. Pérdidas irreemplazables

En los dos ejemplos anteriores un recurso muy valioso se ha destruido por falta de planeamiento y de inspección y por no haberse aplicado principios correctos de ordenación del terreno. Los suelos productivos son recursos prácticamente irreemplazables. Una vez que se han perdido por la aceleración de la erosión, es difícil conseguir en un tiempo económicamente rentable la restauración de la productividad del suelo. No es menos deplorable, sin embargo, el sacrificio de recursos científicamente inapreciables y estéticamente valiosos para conseguir un pequeño aumento de la producción de bienes de consumo. En muchas naciones del mundo pueden encontrarse ejemplos de este tipo. Es una necesidad científica evidente conservar ejemplares representativos de todas las comunidades vegetales y animales existentes en la naturaleza, con las especies silvestres que contienen. Cada vez es mayor la necesidad de conservar zonas naturales por su valor recreativo y estético incluso donde aún no se ha difundido el aprecio general de esos valores. Como es lógico esas zonas deben encontrarse en los lugares de mayor interés biológico o estético y no tienen por qué mermar apreciablemente las tierras necesarias para la producción de alimentos. Esas zonas pueden considerarse como un capital irreemplazable de la nación. Sin embargo, por falta de una planificación y una inspección adecuadas de la utilización de la tierra, con frecuencia se sacrifican esos valores para obtener un pequeño

aumento económico en el rendimiento de las cosechas, la obtención de productos forestales, la energía hidráulica, el suministro de agua para las ciudades u otros bienes que podían haberse obtenido en cualquier otra región. La destrucción continua de los bosques primitivos de secuías de California para obtener un pequeño aumento de la producción nacional de madera, es un ejemplo de este proceso.

3. Las consecuencias del crecimiento urbanoindustrial

a. Planificación inadecuada

Muchas naciones se esfuerzan en conseguir los beneficios derivados de una economía industrial y de la aplicación de la tecnología moderna a la producción de bienes de consumo. Sin embargo, las naciones que poseen la tecnología industrial más avanzada se encuentran ante un dilema cada vez más grave debido a la dificultad de adaptar la tecnología industrial a las realidades ecológicas del medio. En todo el mundo, la urbanización se desarrolla en unas proporciones que no tienen precedentes en ningún otro periodo. Sin embargo, la calidad de la vida en todas partes sufre las consecuencias de la falta de nuevos modelos urbanos que satisfagan las necesidades de unas ciudades que difieren cuantitativa y cualitativamente de las del pasado.

En la mayoría de las naciones hay un conflicto entre la demanda de terreno para usos urbanos e industriales y las exigencias tradicionales para fines agrícolas, forestales, pesqueros, higiénicos y recreativos. Muchos países industrialmente avanzados se debaten en un laberinto de ineficacia y de frustración por falta de un plan adecuado para el transporte de gran número de personas y gran cantidad de materiales. Los errores de las naciones avanzadas son copiados y repetidos por muchos de los países que están en vías de desarrollo. El crecimiento desordenado de las zonas urbanas con sus carreteras, sus aeropuertos y

sus industrias ponen en peligro la producción de los bienes de consumo necesarios para la vida y las posibilidades de esparcimiento que enriquecen la existencia.

El desconocimiento de los intereses y las necesidades de los diferentes grupos culturales de un mismo país se traduce a menudo en la creación de ambientes incapaces de proporcionar una vida satisfactoria a sus habitantes. Muchas personas se trasladan de las zonas rurales a las urbanas para encontrar en las ciudades un modo de vida todavía menos satisfactorio. Las poblaciones desplazadas por los cambios tecnológicos son con frecuencia incapaces de adaptarse al nuevo medio. Por lo general, se descuidan las investigaciones imprescindibles para conocer esas necesidades humanas.

b. Contaminación

Muchas naciones padecen en mayor o menor grado una contaminación del medio (aire, agua y suelo) por productos o subproductos de la tecnología urbana e industrial. Por ejemplo, la posibilidad de aumentar la producción agrícola mediante la aplicación de plaguicidas químicos ha conducido al abuso de su empleo. Aplicados incorrectamente, estos productos no sólo no eliminan las plagas contra las que se usan, sino que desencadenan ciclos biológicos que producen plagas todavía más graves. Un ejemplo es el programa de lucha contra la hormiga de fuego (Solenopsis) en el Sudoeste de los Estados Unidos. En 1957-1958 más de un millón de hectáreas se pulverizaron con dieldrina y heptacloro desde aviones para combatir las hormigas. En ciertas regiones se destruyó la fauna silvestre; surgieron otras plagas de insectos y la hormiga no se suprimió. Mal utilizados, algunos plaguicidas actúan como biocidas generales destruyendo organismos útiles y amenazando con extinguir especies silvestres menos comunes. De este modo, en el Japón ha desaparecido prácticamente la luciérnaga y están a punto de extinguirse las poblaciones de cigüeñas y de ibis japoneses a causa del empleo abusivo de los plaguicidas. Mal aplicados, estos productos químicos se difunden

por el agua o el aire hasta zonas muy alejadas de aquéllas a las que se destinan, con lo que sus efectos plantean no un problema local sino mundial. Por ejemplo, los tejidos de animales capturados en el Antártico contenían DDT. De un modo análogo, la difusión de subproductos del empleo de la energía atómica con fines pacíficos y militares, si no se reduce suficientemente, puede contaminar todos los medios y plantear graves problemas.

Los subproductos de la industria y los efluentes de los grandes centros urbanos son una fuente de contaminación que en la actualidad merma considerablemente el valor recreativo del medio y amenaza la salud de la población. En muchos casos, la solución de esos problemas será mucho más costosa que lo que hubiera sido prevenirlos, a pesar de lo cual, se deja que aumenten y se extiendan las condiciones que causan la contaminación. En el estado actual de nuestros conocimientos tal vez sea inevitable cierto grado de contaminación si queremos aprovechar los beneficios económicos de la civilización urbanoindustrial. Sin embargo, una contaminación excesiva revela una negligencia en la aplicación de los conocimientos y los medios disponibles, tales como la instalación de aparatos de depuración de los gases de escape en los automóviles, y la incapacidad de adaptar nuestra utilización del medio a la naturaleza física y biológica de éste.

c. Las interrelaciones del medio

Un programa mundial de conservación mediante la utilización racional del medio se esforzará en encontrar procedimientos que permitan a la humanidad superar las dificultades derivadas de un conocimiento, un planeamiento y una regulación deficientes de la utilización de las tierras, las aguas y otros recursos mundiales. Ese programa tendrá que incluir necesariamente la utilización de todas las tierras y la distribución de la población y de sus actividades. Habrá que examinar toda la gama de utilizaciones del terreno desde las zonas urbanizadas

hasta las tierras silvestres más remotas, pues está demostrado que lo que sucede en una región a menudo influye en casi todas las demás. El planeamiento inapropiado de la vida en las ciudades puede tener repercusiones en las tierras silvestres. A su vez, una ordenación inapropiada de éstas puede tener repercusiones sobre la calidad de la vida en las ciudades.

1) Sistemas urbanos: Una metrópoli industrial moderna, tal como San Francisco de California, demuestra hasta qué punto el medio humano está inextricablemente entretelado. Las aguas que abastecen la ciudad proceden de montañas boscosas situadas a centenares de kilómetros. La forma de utilización del terreno en esas cuencas hidrográficas determina la cantidad y la calidad del agua suministrada a la población urbana, así como el costo del tratamiento del agua para adaptarla a sus múltiples usos urbanos e industriales. Al circular por la ciudad, este agua así como la procedente de las precipitaciones locales, se carga de desechos y de contaminantes y, al verterse en la bahía o el océano, influye en la variedad y abundancia de la vida acuática que pueden sostener estas regiones. De este modo, por la sola utilización del agua, una ciudad que ocupa menos de 130 km² depende de una región que abarca muchos miles de kilómetros cuadrados e influye sobre ella.

El abastecimiento de alimentos de esta ciudad procede no sólo de las zonas agrícolas del interior sino de todos los continentes del mundo. Los métodos de utilización de la tierra practicados en Asia, Africa, las Américas, Europa y Australia influyen en el suministro, la calidad y el costo de los alimentos importados. La existencia de éste y otros centros de importación urbanos afecta a su vez a la utilización de la tierra y de los recursos de zonas continentales situadas a miles de kilómetros de esos centros de consumo. La entrada y salida de personas y mercancías de esa ciudad requiere redes de transporte que influyen en todos los países por donde pasan, a lo largo de miles de kilómetros. Los

habitantes de la ciudad invaden el campo los fines de semana y durante las vacaciones y ejercen una presión directa sobre tierras situadas a grandes distancias del centro urbano. Las demandas de carácter recreativo determinarán la utilización de los terrenos en las costas, las montañas u otras zonas lejanas, frecuentadas por la población en busca de un cambio en las condiciones de la existencia urbana. De esa manera, los efectos de una gran ciudad moderna se dejan sentir finalmente en zonas de todo el mundo.

Los centros urbanos industriales de los países en vías de desarrollo suelen extender su influencia a una zona circundante más pequeña pero, por concentrar la demanda de artículos tales como carne, leche, madera y combustible, pueden provocar una amenaza todavía más grave para la conservación del medio local. En las tierras áridas o semiáridas de Asia Occidental esta demanda urbana ha agravado los daños derivados de la tala de bosques y del pastoreo excesivo. El remedio consiste en una explotación más intensiva de los recursos locales que mejor se presten a soportar este nivel de producción, ya que la concentración de la demanda constituye un aliciente económico para la mayor inversión requerida. En Asia Occidental, el riego permite producir forrajes para mantener industrias lácteas modernas y cebar ganado vacuno y ovino procedente de pastos más lejanos, mientras que las plantaciones forestales de regadío pueden satisfacer mejor la demanda de madera si no de combustible. En la actualidad, la agricultura de regadío tiene con frecuencia carácter extensivo más que intensivo y sólo utiliza parcialmente el abastecimiento de agua disponible, con una gran parte del suelo dedicada a cereales o en barbecho.

2) Áreas silvestres: Lejos de las ciudades, en regiones donde el terreno ha sido todavía poco modificado por el hombre, se puede observar un conjunto similar de relaciones. Una zona montañosa cubierta de bosques estará influida por las condiciones atmosféricas resultantes de las relaciones de insolación, vientos

y precipitaciones procedentes de algún mar remoto. La formación de corrientes de convección en la atmósfera local podrá ocasionar relámpagos que incendien los bosques secos fácilmente combustibles. El fuego puede propagarse y destruir el manto forestal. Desaparecerá el hábitat que sostiene una variada fauna silvestre y se desencadenarán fuerzas que crearán un tipo diferente de hábitat para otras especies de animales. Se alterarán las relaciones entre la vegetación y el suelo. La lluvia que caiga en la cuenca hidrográfica antes boscosa puede arrastrar el suelo y ocasionar crecidas repentinas en los valles más bajos y depósitos de cieno y de detritos en los embalses destinados a abastecer de agua a las ciudades. Los insectos que proliferan en la vegetación muerta abandonada por el fuego pueden difundirse y causar daños en bosques situados a muchos kilómetros de distancia. Las especies silvestres adaptadas al tipo de vegetación que sustituya al bosque en las zonas calcinadas podrán multiplicarse y tal vez descender hasta los cultivos de los valles inferiores. De este modo, las condiciones locales están determinadas por factores que actúan en zonas remotas y a su vez ejercen sus efectos en regiones muy alejadas de los límites del bosque primitivo.

Las actividades humanas aumentan el grado de interacción. Ninguna zona sirve para un solo propósito del hombre. La decisión de utilizar un área silvestre para una finalidad humana concreta afecta a su vez a otros posibles empleos de la tierra y puede ejercer asimismo efectos sobre procesos naturales que escapan al conocimiento o a la intención de los usuarios locales del suelo. Por lo tanto, al planear la utilización de un terreno, es necesario examinar no sólo los costos y beneficios inmediatos que produce una tala de árboles, por ejemplo, sino todos los gastos, beneficios y valores indirectos que se derivan de esa decisión: sus efectos sobre el interés científico que presenta una región natural no perturbada, sobre el posible empleo del terreno con fines recreativos, sobre la fauna silvestre y los múltiples beneficios que ésta reporta a la humanidad,

sobre la estabilidad y la fertilidad del suelo, sobre la hidrología de la cuenca y así sucesivamente. Si la evaluación no está completa pueden cometerse errores importantes al decidir la utilización del terreno. Cada zona incluye múltiples hilos de una compleja trama de relaciones mesológicas. Si se corta un solo hilo puede alterarse toda la red.

III. LA ECOLOGIA Y LA UTILIZACION RACIONAL DEL MEDIO

A. DEFINICION DE LA ECOLOGIA

La ecología es una ciencia integrante que se refiere al estudio de las relaciones de los seres vivos con el medio en el que se encuentran. En particular, trata de las poblaciones y comunidades de organismos vivientes. El medio en que viven incluye otros seres vivos además de agentes físicos, tales como la energía, la atmósfera, el agua, el suelo y las rocas. Para conservar y utilizar racionalmente los recursos bióticos, el hombre necesita conocer cabalmente las relaciones de esos recursos con su medio; la ecología le brinda, para ello, una base científica. Puesto que el hombre debe coexistir con un medio físico y biótico y forma parte integrante del mismo, la ecología constituye además una base científica para ayudarlo a comprender su función en la tierra.

La ecología no tiene primacía sobre otras disciplinas científicas: siendo por su naturaleza una ciencia integrante toma necesariamente de otras disciplinas los datos y principios básicos que aplica a la interpretación de las relaciones del medio. Asimismo, los ecólogos utilizan las técnicas y teorías de la física, la química, las ciencias geológicas, la biología y las ciencias del comportamiento en sus estudios de las acciones mutuas entre los organismos y el medio. Por ejemplo, las leyes de la termodinámica, definidas por los físicos, sirven de base para interpretar la circulación de la energía a través de las comunidades bióticas que interesan a los ecólogos.

B. EL CONCEPTO DE BIOSFERA

1. Definición

Toda la vida existente en la tierra está circunscrita a una delgada película de aire, suelo y agua denominada biosfera y depende de ella ¹⁾. Esta capa exterior de la tierra, que comprende el suelo y las rocas de los continentes en un espesor de pocos metros, las aguas continentales y los océanos, así como las capas inferiores de la atmósfera, es la región en la que se producen acciones mutuas entre la energía aportada por la luz solar y las sustancias químicas de la tierra. Estas acciones mutuas hacen posible la existencia de la vida y determinan la naturaleza de los tipos de medios que existen en la superficie terrestre.

2. La evolución del papel del hombre en la biosfera

Si se analiza la evolución del hombre se ve que en un principio la función que desempeñó en la biosfera, fue muy limitada, casi insignificante; no pasó de ser la de una de las diversas especies de primates que ocuparon una zona reducida en las regiones tropicales del viejo mundo. Su influencia sobre el medio no era mayor que la de otros animales silvestres. Su dependencia respecto del medio era total. Necesitaba el oxígeno y el agua contenidos en la atmósfera, así como la energía solar, transformada por las plantas verdes en compuestos que podía captar y asimilar. Era un animal de rapia para otros animales y una presa para los carnívoros mayores o más fuertes.

Sin embargo, a medida que avanzaba la evolución del hombre, fue tomando incremento su función en la biosfera. El descubrimiento de las diversas aplicaciones del fuego le permitió modificar la vegetación e influir así en las condiciones de vida de un número mucho mayor de plantas y animales. Con el desarrollo de

1) Algunos ecólogos aplican el término "biosfera" exclusivamente a los organismos y no a su medio físico.

la domesticación, dejó de ser uno de tantos animales omnívoros, para convertirse en el factor determinante de las condiciones de vida de todas las demás especies de seres vivos que habitan en la misma zona geográfica. Con la civilización y el desarrollo gradual de los conocimientos tecnológicos se convirtió paulatinamente en una fuerza geológica accesoria que afecta a aquellas partes de la biosfera en las que se concentra la población. Con la revolución industrial y la canalización de nuevas fuentes energéticas hacia la producción de materiales útiles para él, se convirtió en una fuerza universal y alcanzó una posición de dominio ecológico sobre los otros componentes vivos y gran parte de la materia inorgánica de la biosfera.

Sin embargo, con todo, el hombre continúa siendo básicamente un animal omnívoro que depende del oxígeno y del agua de la atmósfera, así como de la energía del sol transformada por las plantas verdes en formas que permiten al hombre captarla y asimilarla. Si bien ha alcanzado una posición predominante, no puede modificar durante largo tiempo las condiciones predominantes en la biosfera de modo que excedan de los límites de tolerancia para él y para los animales y plantas de los que depende su vida. Si lo hiciera perecería.

3. Interacciones en la biosfera

Las relaciones mutuas dentro del medio en el que vive el hombre ya se han descrito en parte en la primera sección de este documento. El alcance total de esas relaciones mutuas es algo que sólo hemos empezado a comprender hace poco. La mayoría de los hombres de ciencia que han estudiado el origen de la vida sobre la tierra se inclinan a creer que antes de la aparición de la vida la atmósfera terrestre estaba desprovista de oxígeno. El oxígeno es un producto de la fotosíntesis que realizan las plantas verdes; las cantidades producidas industrialmente por el hombre son relativamente insignificantes. La vegetación de los continentes y las algas que pueblan las capas superiores del océano mantienen

el equilibrio del oxígeno en el aire, el agua y el suelo. Siempre que subsista un nivel razonable de población humana, es poco probable que esa producción de oxígeno se altere en una proporción peligrosa. En cambio, el continuo aumento de la población humana combinado con las perturbaciones causadas en la vegetación y el consumo de combustibles fósiles podría causar un grave perjuicio en ese sentido. Sin un conocimiento más exacto de los ritmos globales de fotosíntesis y de oxidación no es posible determinar cuándo se alcanzaría un punto peligroso.

El nivel actual de la población mundial y de la actividad industrial han aumentado en grado apreciable el contenido en dióxido de carbono de la atmósfera a un ritmo de 0,7 ppm por año. Algunos opinan que ello puede crear un efecto térmico de "invernadero" dentro de la atmósfera terrestre que aceleraría la fusión de los glaciares y casquetes de hielo de la tierra y ocasionaría así una elevación del nivel del mar que sumergiría las tierras costeras en las que vive actualmente un porcentaje elevado de la población humana de la tierra. Aunque no haya peligro inmediato, la ocupación definitiva de la biosfera por el hombre puede depender considerablemente del cuidado con que mantenga la proporción necesaria de gases en la atmósfera.

La nociva utilización de la energía atómica por el hombre en las explosiones nucleares ha contribuido a esclarecer las relaciones mutuas dentro de la biosfera. Las precipitaciones provenientes de las bombas atómicas y de hidrógeno matan pequeños organismos y dañan los tejidos de organismos mayores hasta distancias equivalentes a la mitad de la circunferencia del globo terrestre. Si bien los presentes niveles de las precipitaciones no suponen un peligro inmediato para el hombre, la radiactividad es enemiga de la vida y las consecuencias de toda descarga importante de materiales radiactivos en la atmósfera son evidentes

y bien conocidas. Ninguna nación puede estar al abrigo de las consecuencias de un conflicto atómico.

Los estudios sobre los radioisótopos y los plaguicidas químicos han aumentado nuestros conocimientos sobre la capacidad de la materia viva para concentrar los productos químicos en un grado que resultaría imposible predecir si nos atuviéramos exclusivamente a las leyes físicas elementales. Gracias a las corrientes atmosféricas y oceánicas y a las migraciones de aves, insectos y otros animales resulta posible que productos químicos liberados en una zona determinada ejerzan efectos por concentración biológica en regiones muy apartadas de la de su origen. El DDT verosímilmente aplicado en otros continentes, aparece en los tejidos de animales antárticos. El radiocesio, procedente de explosiones atómicas, aun provocadas en bajos niveles de la atmósfera o del suelo, se descubre, en un grado de concentración peligroso en los tejidos del caribú ártico, a miles de kilómetros de la región en que el radiocesio se ha originado.

Los estudios sobre la contaminación del aire urbano revelan además la existencia de circuitos en la biosfera. Los gases de escape de los automóviles en las zonas de concentración urbana de la costa de California ejercen sus efectos en las cosechas del valle central de California a centenares de kilómetros de dichas zonas. La densa niebla contaminada de esos centros urbanos causa daños en los pinos que crecen en las distantes montañas de la Sierra Nevada.

A medida que aumenta nuestro conocimiento de la biosfera, es mayor nuestra comprensión de que vivimos en "un mundo único" no desde el punto de vista político sino en un sentido biológico realista.

C. EL CONCEPTO DE ECOSISTEMA

1. Definición

La unidad fundamental de estudio en la ecología es el ecosistema. Este se define como una entidad integrada por una comunidad viviente y su medio físico

no viviente. Es imposible separar los dos componentes de un ecosistema excepto con fines de discusión. Por ejemplo, la atmósfera y el aire pueden considerarse como no vivientes. Sin embargo, todos los organismos que viven en una comunidad biótica utilizan constantemente el aire. En el proceso de utilización, la composición química del aire se va modificando por medio de adiciones o sustracciones de oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua. Es decir que la atmósfera, en la vecindad inmediata de una comunidad biótica, forma a la vez parte del medio y de la comunidad. Es diferente de la atmósfera tal como sería si no estuviera en contacto con la comunidad biótica, ya que contendría porcentajes diferentes de CO_2 , oxígeno, vapor de agua y nitrógeno e indudablemente también serían diferentes sus características relacionadas con la temperatura.

El término "ecosistema" tiene un sentido amplio, pues se aplica a cualquier combinación de seres vivos y de medio físico integrados entre sí, que actúan recíprocamente y que tienen cierto grado de estabilidad. El valor del concepto estriba en que destaca la importancia de la acción mutua y el hecho de que ningún ser vivo existe independientemente de otros seres vivos o de su medio.

2. Clases de ecosistemas

Con fines de estudio, el mundo se divide en categorías principales de ecosistemas y en las diversas subdivisiones de éstos. En el medio terrestre, las grandes categorías incluyen los tipos principales de la vegetación mundial: tundra en las regiones ártica y ártica-alpina, bosque boreal en las regiones subártica y subalpina, diversas categorías de bosques y matorrales de la zona templada, praderas, desiertos y diversas categorías de bosques y sabanas tropicales y subtropicales. Dentro de cada una de esas regiones vegetales principales, o biomas, ciertos tipos de vegetación constituyen comunidades relativamente estables y permanentes llamadas comunidades climax. Otros tipos de vegetación, de existencia más transitoria, se denominan comunidades o subclimax sucesivas.

Con el tiempo y si están exentas de perturbaciones, estas últimas se convierten en las comunidades climax más estables.

Dentro de cada una de las principales regiones de vegetación existe una vida animal característica, formada por especies herbívoras y carnívoras adaptadas a vivir en un lugar determinado de ese medio, que se llama: nicho ecológico; la existencia de cada especie depende de la de otras y a su vez es indispensable para que puedan existir otros grupos de especies. Cada tipo principal de vegetación proporciona nichos que son ocupados por especies animales ecológicamente equivalentes. El pequeño ciervo de los bosques lluviosos de Asia tiene su equivalente en los pequeños antílopes de las selvas africanas o en las diferentes especies de ciervos de los bosques húmedos americanos.

Cada ecosistema principal puede subdividirse en comunidades más pequeñas pero siempre con cualidades distintivas, con una serie diferente de especies vegetales que ocupan un tipo distinto de suelo, y a menudo con un tipo característico de microclima, y cada una de las cuales sustenta una serie diferente de especies animales. El conjunto de esas comunidades incluidas las climax y las etapas sucesivas, constituye el grado máximo de complejidad y diversidad biológica que ha producido y sustentado la tierra durante los tiempos geológicos recientes. Cada especie viviente representa una etapa de un proceso evolutivo que puede remontarse hasta los comienzos de la vida en la tierra. A su vez, cada una de ellas puede originar en el porvenir nuevas especies adaptadas a la evolución de las condiciones dominantes en la superficie de la tierra.

3. Importancia del concepto de ecosistema

El concepto de ecosistema contribuye a explicar tanto los éxitos como los fracasos en los intentos del hombre encaminados a modificar el medio natural para su propia conveniencia. En general, una forma de utilización del suelo apropiada para un determinado ecosistema puede transferirse con probabilidades de

éxito a otro ecosistema geográficamente separado pero similar. Así, los métodos agrícolas practicados en la región templada de bosques caducifolios de Europa, fueron transferidos con provecho por ciertos grupos de cultivadores competentes, a la región templada de bosques caducifolios del Este de América del Norte. En cambio, los intentos de transferir esos mismos métodos a regiones de bosque tropical húmedo han fracasado. Así como se han malogrado por completo las tentativas de aplicar a las estepas áridas de Australia, los sistemas de pastoreo adecuados para las praderas húmedas de Europa. Las prácticas forestales aceptables en las zonas templadas de América se han adaptado mal a las regiones tropicales americanas, pero han dado buenos resultados en los bosques templados de Asia Oriental.

Puesto que los ecosistemas difieren entre sí en cuanto al suelo, el microclima, la vegetación y la vida animal, cada uno plantea un problema distinto en relación con el aprovechamiento de la tierra. El conocimiento de las relaciones entre las especies nativas y su medio, puede contribuir considerablemente al logro de una utilización estable y productiva de las especies domesticadas. Por ejemplo, el estudio de los procesos de formación del suelo bajo la vegetación prático-native ha contribuido al mejoramiento y a la conservación de las praderas utilizadas para el cultivo de cereales, porque han revelado cuáles eran los factores que en un principio contribuyeron a la fertilidad y a la estructura física. Los estudios de la función de los árboles fijadores de nitrógeno, tales como el aliso (Alnus) han revelado su importancia en relación con la sucesión de los bosques y el enriquecimiento de los suelos forestales. Las comparaciones efectuadas en Alemania entre los suelos creados por medio de monocultivos forestales y los suelos forestales de origen natural, condujeron a una producción más equilibrada y sostenida de los bosques comerciales.

Los ecosistemas difieren asimismo en su adaptabilidad y tolerancia a los cambios. Los de Europa Septentrional y Occidental se han ido adaptando y ajustando a través de un largo proceso de tanteos en la utilización de la tierra que, por último ha culminado en una agricultura sumamente estable. Los de la Europa Mediterránea, menos tolerantes y adaptables, se han agotado en extensas regiones sometidas a presiones análogas. En las regiones áridas o frías, donde la vida existe gracias a un delicado equilibrio con un medio hostil, los errores cometidos en la utilización de la tierra suelen tener consecuencias nocivas persistentes. En cambio, en las zonas más húmedas y cálidas, errores similares por lo general, se absorben y corrigen con mayor facilidad.

4. Importancia de mantener ecosistemas típicos como elementos de referencia

Todos los progresos culturales del hombre han estado asociados con nuevas y mejores formas de utilizar la biosfera para producir bienes necesarios o convenientes para la humanidad. Los productos de los ecosistemas de origen natural pueden cosecharse o recogerse. Un ecosistema natural puede ser modificado radicalmente para crear otro, artificial, que rinda productos útiles con mayor abundancia. En determinadas circunstancias es posible mejorar las condiciones naturales, como ha ocurrido por ejemplo en Europa Occidental y Asia Oriental. Al parecer, la fertilidad y la estabilidad de muchos suelos agrícolas de esas regiones son superiores a las de los suelos originales formados bajo el manto forestal. En otras circunstancias, el suelo se deteriora, rápidamente o poco a poco, como en muchas praderas del antiguo y del nuevo mundo en las que ha disminuido la productividad a causa del pastoreo continuo. La evaluación de los progresos y de los retrocesos se ve facilitada si se mantienen muestras representativas de los ecosistemas originales con fines de estudio y de comparación; para que esta última sea válida, tales muestras habrán de abarcar en su totalidad la serie de sistemas utilizados para la producción de bienes de consumo.

Los ecosistemas constituyen asimismo un depósito de materiales genéticos, un espectro de organismos adaptados a una gama determinada de condiciones edafológicas y climáticas. Si se conservan, pueden proporcionar en el porvenir especies directamente útiles para los fines del hombre, quizá para la domesticación, para la lucha biológica, para las investigaciones médicas o para otros usos.

Además de su valor práctico inmediato, los ecosistemas tienen un enorme interés para las ciencias fundamentales, para mejorar el conocimiento de los procesos biológicos, la evolución, la bioquímica comparada, la fisiología, etc.

El valor estético y recreativo de zonas silvestres intactas también va cobrando mayor importancia a medida que se va extendiendo la proporción de la superficie terrestre modificada por el hombre.

Tales son algunas de las razones que abogan por el mantenimiento de zonas intactas de los sistemas ecológicos naturales. Las especies silvestres no pueden crearse de nuevo cuando han desaparecido, pero pueden conservarse con poco o ningún esfuerzo económico.

IV. LOS ECOSISTEMAS Y LA HUMANIDAD

A. CIRCULACION DE LA ENERGIA Y NECESIDADES ENERGETICAS

1. El ciclo energético

La vida depende por completo de la energía solar. Esta dependencia no sólo se manifiesta en el calor y la iluminación de la superficie terrestre, sino también en la energía contenida en los alimentos y en los combustibles utilizados para mantener en funcionamiento nuestra civilización industrial. Actualmente se hacen muchas investigaciones relacionadas con el importante objetivo de lograr una mayor eficacia en la captación y el almacenamiento de la energía solar. No obstante, en esencia, la humanidad dependerá siempre principalmente del proceso más corriente de captación y almacenamiento de energía, el de la fotosíntesis que se produce en las plantas verdes.

El hombre necesita obtener de sus alimentos aproximadamente 2.000 calorías diarias para mantener su metabolismo y para que su organismo funcione con eficiencia. La necesidad real varía en cada caso según el individuo y la cantidad de trabajo que éste realiza. La totalidad de esa energía la captan las plantas verdes y se almacena en enlaces químicos en los hidratos de carbono, las grasas, las proteínas o las vitaminas.

La circulación de la energía a través del ecosistema es un proceso ineficiente. Rara vez excede de aproximadamente el uno por ciento de la energía solar total que incide en extensas zonas de vegetación la que se capta y se fija como energía potencial almacenada en las plantas; si bien se ha registrado un

grado algo mayor de eficiencia en algunos cultivos agrícolas, en pequeñas áreas de comunidades naturales productivas y en cultivos de algas. Es poco probable que se alcance jamás un grado elevado de eficiencia en empresa alguna de producción de alimentos en gran escala. Con todo, la eficiencia en cuanto a la fijación de la energía solar rara vez constituye un factor restrictivo importante de la producción de alimentos.

La energía captada por las plantas verdes es asequible para los organismos superiores de un ecosistema, y se dice que circula a través de los diversos niveles energéticos, o niveles tróficos, de una cadena alimentaria. Una cadena alimentaria se compone de una serie de organismos cada uno de los cuales se alimenta de otro. Las cadenas alimentarias suelen ser breves a causa de la ineficacia en la transferencia de energía y de la pérdida de energía en cada transferencia que se describen a continuación.

En la transferencia de energía de las plantas verdes a los herbívoros que las consumen, la mayor parte de la energía almacenada anteriormente en las plantas se pierde por dispersión en forma de calor en los procesos de la digestión y del metabolismo o, por eliminación, en forma de residuos no digeridos. La energía que queda almacenada en los tejidos de un herbívoro suele representar sólo una pequeña proporción de la energía que contenía el alimento ingerido. Así el cerdo, transformador de energía relativamente eficiente, conservará en sus tejidos sólo el 20 % aproximadamente de la energía contenida en el maíz de que se alimenta. Cuando los carnívoros devoran a los herbívoros se produce otra pérdida, y la mayor parte de la energía contenida en los tejidos de los herbívoros no llega a almacenarse en el organismo del carnívoro. Por eso, en todo ecosistema, la cantidad relativa de energía disponible para una especie determinada que se alimenta exclusivamente de otros carnívoros, será muy pequeña comparada con la disponible inicialmente en las plantas verdes.

La ineficiencia relativa de la transferencia de la energía dentro de un ecosistema responde a una ley física conocida desde hace mucho, el segundo principio de la termodinámica, conforme al cual, en toda transformación espontánea de energía, el sistema pierde inevitablemente parte de ella que se dispersa en forma de energía térmica irrecuperada. Es una ley a la cual han sabido adaptar su vida los seres humanos. En las regiones superpobladas son pocos los que pueden permitirse el lujo de adquirir la energía de las plantas verdes a través de los herbívoros. El hombre debe, por tanto, consumir directamente los alimentos vegetales para conseguir el número de calorías que necesita para conservar su vida. La calidad de la dieta y el lujo de nutrirse con carne o con pescado han de sacrificarse a la obtención de la cantidad de calorías necesaria. Sin embargo, si bien la mera cantidad de calorías puede ser suficiente para conservar la vida durante un cierto tiempo, la falta de calidad de los alimentos tiene graves consecuencias para la salud, la reproducción, el vigor, el crecimiento y otros procesos metabólicos. La desnutrición proteínica es mucho más frecuente en el mundo que la desnutrición calórica.

2. Evolución del papel del hombre en el ciclo energético

Antes de que el hombre o sus antepasados utilizaran el fuego, la energía que necesitaban procedía, casi exclusivamente, de los alimentos que podían consumir entonces y ascendía probablemente a unas 2.000 a 3.000 calorías o más por día, según las materias comestibles a su alcance. Toda utilización excesiva de energía por el organismo, como la necesaria para mantener constante la temperatura del cuerpo tanto en tiempo frío como en tiempo caluroso, para luchar contra los enemigos o huir de ellos, o para escapar a las fuerzas hostiles del medio, tenía que ser compensada con un mayor consumo de alimentos. El medio apropiado para el hombre se circunscribía necesariamente a regiones que no fueran excesivamente frías, que ofrecieran un amparo adecuado contra el calor excesivo y

especialmente a aquéllas donde los alimentos y el agua fueran accesibles y relativamente abundantes.

El siguiente cambio radical en el ritmo ascendente de utilización de la energía fue consecuencia de la revolución industrial, gracias a la cual por vez primera pudo el hombre aprovechar en gran escala los combustibles fósiles para realizar su trabajo. La explotación de la energía nuclear (derivada del sol durante el periodo de formación de la tierra) es un fenómeno reciente que aún no contribuye demasiado al consumo total de energía. El alimento si bien sólo aporta una pequeña parte de la energía consumida por una sociedad industrializada, continúa siendo un elemento básico y esencial que no puede sustituirse. Por lo tanto, su producción continúa en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades del hombre que sigue siendo un factor de máxima prioridad en el planeamiento de la conservación.

La utilización de los combustibles fósiles y de la energía hidroeléctrica y nuclear para realizar trabajo, permite una cierta economía de los recursos bióticos. Si una sociedad industrial hubiese de funcionar exclusivamente a base de la energía proporcionada por los alimentos y por la combustión de la madera, es dudoso que los recursos bióticos de la tierra bastasen para satisfacer las necesidades actuales de energía. La utilización de máquinas movidas por energía que no procede de los alimentos o del músculo humano, reduce la demanda que pesa sobre nuestros recursos agrícolas. Así, la sustitución de la madera por los combustibles fósiles permite realizar los programas actuales de conservación de bosques. Por ese motivo resulta absurdo que en Asia Sudoccidental, que posee una parte considerable de los recursos mundiales de combustibles fósiles, se utilice en forma desmedida la limitada vegetación existente en hogueras y usos culinarios, hasta el punto que la región sufre actualmente las graves consecuencias de una extensa despoblación forestal.

A pesar del enorme consumo de energía de las sociedades industrializadas, todas ellas deben satisfacer las necesidades básicas de energía alimentaria del hombre a expensas de la energía almacenada anualmente por las plantas verdes. La circulación de la energía a través de las cadenas alimentarias naturales o modificadas sigue siendo el proceso fundamental para la presencia continua del hombre en la tierra.

3. Necesidad de alimentos para una población mundial cada vez más numerosa

En el hombre y en los grandes animales, los cambios demográficos son necesariamente lentos y se miden en generaciones más que en años. Durante muchos siglos, el crecimiento total de la población mundial ha sido sumamente lento y ha presentado desigualdades de unas comunidades a otras con arreglo a su dominio del medio y a la aparición de enfermedades y plagas. En los dos mil años anteriores al siglo XVII, la población mundial debe haberse duplicado. En los 200 años siguientes, se duplicó de nuevo, cambio demográfico que refleja principalmente las nuevas tecnologías de los actuales países desarrollados. Desde entonces, y en gran parte debido a los progresos de la medicina y de la higiene, el crecimiento demográfico se ha acelerado aún más en los países en vías de desarrollo, que comprenden la mayoría de la población humana. Al ritmo actual, ésta puede duplicarse en 40 años y la tasa de crecimiento también va en aumento. Toda limitación del crecimiento de la población requerirá otro cambio demográfico considerable en las generaciones venideras.

La tecnología de los países en vías de desarrollo está retrasada con respecto a la medicina y la mayor parte de la raza humana no disfruta en la actualidad de una alimentación suficiente o suficientemente equilibrada. La satisfacción de otras necesidades materiales presenta diferencias aún mayores entre las naciones en vías de desarrollo y las desarrolladas. Hará falta un vasto incremento de la productividad de los recursos del suelo y del agua para satisfacer

las necesidades razonables de la población actual y subvenir a su inevitable crecimiento.

En realidad, también se ha registrado un aumento continuo pero irregular de la producción agrícola en los países en vías de desarrollo y la producción de alimentos ha aumentado en un 3 % por año durante el último decenio. Esta cifra corresponde aproximadamente al crecimiento de la población, pero no al de la renta por persona, que mide la demanda efectiva de una alimentación más satisfactoria. La demanda insatisfecha, principalmente de las poblaciones urbanas, y el incremento irregular de un año a otro y de un país a otro se ha traducido en grandes importaciones de cereales y otros productos alimenticios en lugar de las exportaciones precedentes. El volumen de esas importaciones aumenta a razón de un 6 % anual y, en la actualidad, es del orden del 10 % del consumo total, habiendo ascendido a unos 23 millones de toneladas de cereales al año en el periodo 1961-1963. La demanda prevista de alimentos en los países en vías de desarrollo será, en 1975, del 50 al 60 % superior a su valor actual y, puesto que el aumento previsible de la producción local dentro de un decenio es limitado, las importaciones de alimentos deberán por lo menos duplicarse. Es indudable que el déficit puede satisfacerse con la producción de los países agrícolas de las zonas templadas, pero, dado el limitado poder adquisitivo de los consumidores, difícilmente podrá hacerse esto en condiciones comerciales.

El dilema resulta de la incapacidad de los países en vías de desarrollo para modernizar su agricultura o, mejor dicho, para apreciar las necesidades ecológicas de su situación, tan rápidamente como han procurado desarrollar sus industrias y mejorar la salud de sus poblaciones. Se ha tendido a ensanchar los límites del cultivo y a reproducir, con frecuencia en medios menos apropiados, la tecnología de producción existente, lo que constituye una ingerencia más grave

en la biosfera que cualquier amenaza derivada de la introducción de métodos bien elegidos de agricultura intensiva.

El fenómeno biológico del crecimiento demográfico es uno más de los elementos biológicos "naturales" del ecosistema dinámico. Nutrir, alojar, vestir y, en general, satisfacer en el futuro las necesidades materiales de la raza humana no está fuera del alcance de la capacidad técnica del hombre. El problema reside en aplicar la tecnología de una forma que no esquilme los recursos naturales ni destruya totalmente elementos irremplazables de la flora, la fauna y el hábitat.

B. EL CICLO DEL AGUA

1. El ciclo hidrológico

El agua circula por la biosfera siguiendo circuitos llamados ciclos hidrológicos. La energía solar que actúa sobre la superficie del globo hace ascender el vapor de agua en la atmósfera y, mediante el calentamiento diferencial de ésta, engendra los principales movimientos atmosféricos que llevan el aire cargado de humedad a la superficie de los continentes. Cayendo en forma de precipitaciones, el agua penetra en los ecosistemas terrestres de muchas maneras, determinando los climas locales, regulando la temperatura de los seres vivos, participando en los diversos procesos metabólicos de las plantas y de los animales, deslizándose sobre la vegetación o la superficie del suelo para engrosar los ríos, o filtrándose a través del suelo y de las rocas para acumularse en depósitos subterráneos. En cada etapa de este proceso, una parte del agua pasa otra vez a la atmósfera por evaporación, y debe sustituirse en el ecosistema con nuevas precipitaciones.

La precipitación y la temperatura son los dos factores mesológicos más importantes que combinados determinan el tipo de ecosistema que aparecerá en una

localidad determinada. Actuando, junto con los vegetales y los animales, sobre las rocas de la superficie terrestre, determinan el tipo de suelo que se formará, así como la estructura física y la fertilidad de éste. La importancia del agua para el hombre es evidente. Algunos consideran que es el recurso natural más importante de la tierra y el factor que podría limitar el crecimiento de la población humana. La institución del Decenio Hidrológico Internacional, bajo los auspicios de la Unesco, ha puesto de relieve la importancia que tiene conocer la hidrología de la tierra.

2. El agua en el ecosistema

El agua que cae sobre una superficie pavimentada, correrá por ella o se evaporará. El agua que cae sobre una zona cubierta de vegetación puede seguir diversos caminos. Una parte será interceptada por la vegetación y se evaporará desde el follaje mientras que otra se evaporará desde la superficie del suelo. Cuando el volumen de las precipitaciones es superior al que puede absorber el suelo, parte del agua corre por la superficie. El agua que penetra en el suelo puede permanecer en él, sea rellorando los poros, sea adhiriéndose por enlaces más o menos fuertes a las partículas del suelo. El agua puede atravesar el suelo y penetrar en los canales subterráneos por los orificios de la superficie de las rocas, o si aquél está formado de materiales muy porosos, tales como arena o grava, filtrarse por ellos hasta niveles más profundos para emerger en otro lugar formando manantiales o fuentes, o acumularse en cuencas artesianas subterráneas. Una parte del agua retenida temporalmente en el suelo ascenderá por capilaridad hasta la superficie a medida que se produce la evaporación en ésta. Una gran parte del agua contenida en el suelo será absorbida por las plantas, atravesará las raíces y los tallos y volverá a la atmósfera por la transpiración. Otra parte permanecerá en las plantas en combinación química o para mantener la turgescencia de las células. El agua contenida en las plantas puede

ser consumida por los animales para satisfacer total o parcialmente las necesidades normales de agua de éstos. También, el agua retenida en el suelo o acumulada en los arroyos, estanques, manantiales, etc., puede ser consumida por los animales.

3. Utilización del agua

Cuando el hombre desea utilizar directamente el agua que cae sobre la tierra tiene a veces que modificar diversos aspectos del ciclo hidrológico a fin de obtener mayor rendimiento. Sin embargo, esas modificaciones suelen causar pérdidas en otros valores del ecosistema. Para obtener el máximo rendimiento de agua de una cuenca, hay que reducir al mínimo las pérdidas por evaporación o transpiración y tratar de aproximarse a un sistema en el que el agua precipitada pase directamente a las capas acuíferas subterráneas para emerger en el lugar de su utilización. Sin embargo, la mayor parte de las cuencas hidrográficas naturales no se prestan a esa simplificación. Si se suprime la fuente de la transpiración, es decir, la vegetación, también desaparece la capacidad de ésta para fijar el suelo. En muchas ocasiones, las laderas sufren entonces la acción erosiva de la escorrentía y de los torrentes, lo que afecta también a los embalses, y la parte restante del suelo puede volverse relativamente impermeable, haciendo que toda el agua circule sobre la superficie del terreno, con el consiguiente aumento de la evaporación. Por ello, para obtener un rendimiento máximo y constante de agua, es a menudo necesario conservar el manto vegetal con la estructura y la porosidad que comunica al suelo. La destrucción de la vegetación y la formación de un suelo desnudo o compacto, son con frecuencia un obstáculo para la obtención de un rendimiento constante de agua. Así, la importancia relativa de una zona para el abastecimiento de agua puede ejercer una influencia determinante sobre otros empleos de la tierra. La atribución de una alta prioridad al

agua en las zonas expuestas a la erosión puede excluir toda utilización que altere el suelo o la vegetación.

Son muchos los ejemplos de cuencas hidrográficas que en otros tiempos produjeron un caudal de agua estable durante todo el año y que en la actualidad presentan un ciclo de rápidas crecidas estacionales seguidas de largos periodos de aridez. Esas condiciones reflejan una mala utilización persistente de la vegetación y del suelo dentro de la región que con frecuencia se debe a incendios o al pastoreo abusivo.

El hombre impone duras y variadas funciones a las cuencas hidrográficas. En primer lugar, hace falta agua potable tanto en cantidad adecuada como de calidad compatible con la salud o la vitalidad humanas. No menos importante, pero mucho mayor desde el punto de vista cuantitativo, es la utilización del agua para el riego de los cultivos. Siguen en importancia las aplicaciones del agua para la limpieza, los diversos procesos industriales, la evacuación de desechos, el transporte de personas o de mercancías, la extinción de incendios, las actividades recreativas, etc. Algunas de estas aplicaciones presuponen el consumo del agua. Por ejemplo, el agua utilizada para la producción agrícola no puede volver a emplearse. Otras aplicaciones, tales como el transporte, la producción de energía hidroeléctrica y las actividades recreativas, no son consultivas. Otras son intermedias, ya que el agua utilizada para la bebida puede en parte volver a utilizarse, si se separan de ella los productos de excreción después de atravesar el cuerpo. El agua empleada para la evacuación de desechos industriales puede utilizarse de nuevo si se purifica, aunque muchos procesos industriales consumen cierta cantidad de agua.

La existencia de agua aprovechable en un medio determina la presencia o la ausencia de culturas humanas. La presión que se ejerce sobre los recursos mundiales de agua dulce requiere gran prudencia en la ordenación de las cuencas

hidrográficas y en la utilización del agua. Donde la densidad de población sea elevada, el agua tendrá que utilizarse sucesivamente para diversos fines. Con un cuidado conveniente, una sola fuente de abastecimiento puede satisfacer muchos deseos y necesidades del hombre, a condición de que se tomen medidas para un aprovechamiento polivalente y de que se reduzca al mínimo la contaminación.

4. Riego

En las partes más áridas de las regiones tropicales y subtropicales, la agricultura de secano, cuando es practicable, sólo produce rendimientos escasos e inseguros y hay que dejar en barbecho cada año la mitad o más del terreno cuyo estado y vegetación naturales se han modificado. Incluso en zonas más húmedas, la concentración estacional de las precipitaciones con frecuencia limita la producción a una sola cosecha, por lo común precaria. Por consiguiente, excepto en los climas muy favorables, el riego, como medida primordial o suplementaria, puede constituir un requisito previo para la aplicación económica de mejoras agrícolas tales como el empleo de fertilizantes, de variedades más productivas y de la rotación de cultivos.

La simplificación del ecosistema característico de los monocultivos puede evitarse donde las precipitaciones o el riego y la temperatura en las estaciones del desarrollo vegetal permiten una rotación de cultivos durante el año. Los vastos sistemas de riego implantados en los valles de los grandes ríos pueden transformar todo un país; los sistemas menores crean islas de productividad y aumentan la estabilidad ecológica y humana de un medio cuya explotación sería en otro caso, difícil y esquilmante.

En comparación con las aplicaciones industriales, el volumen de agua necesario para el riego es inmenso en relación con la cantidad de producto obtenido. En un clima árido pueden necesitarse 10.000 toneladas de agua para mantener en cultivo una hectárea de terreno durante un año. Además de la humedad

requerida por la transpiración debe haber el avenamiento suficiente para impedir la acumulación de sales en el suelo y para mantener el nivel freático a una profundidad adecuada.

Debido a la gran cantidad de agua que hace falta para producir una cosecha y a que el agua para la estación seca debe almacenarse en embalses o extraerse de pozos, es necesario que los gastos unitarios de instalación y los gastos anuales sean módicos y que el agua se utilice de la mejor manera posible. Ello restringe considerablemente la selección de zonas apropiadas para la construcción de sistemas de riego. También hay que estudiar urgentemente las necesidades reales de agua y las respuestas de las plantas cultivadas, para establecer un suministro cuidadosamente regulado y una norma óptima de producción. Por ejemplo, en Asia Occidental, el barbecho es corriente incluso en tierras de regadío ya que el suministro es en gran parte irregular y las sales se acumulan en el suelo por un insuficiente avenamiento. En la India, el agua asignada a la misma cosecha en medios similares varía en cantidades asombrosas y probablemente arbitrarias. La protección contra las inundaciones está relacionada con el riego y es otra modificación necesaria del medio agrícola. Ambas deben ir juntas en los proyectos de aprovechamiento polivalente de cuencas fluviales.

Dadas las necesidades previsibles de alimentos y otros productos agrícolas se calcula que, para 1985, será necesario y factible un aumento del 50 % como mínimo de las zonas de regadío, así como un progreso importante en la eficacia de los riegos.

5. Pesquerías interiores

No cabe estudiar en este documento las pesquerías marinas. Sin embargo, la pesca de agua dulce representa el 15 % aproximadamente de las capturas mundiales, es decir, unos 7 millones de toneladas, sin contar el considerable volumen de la pesca de subsistencia y deportiva en todo el mundo. Su contribución

relativa a la alimentación humana es mayor todavía porque gran parte de las capturas marinas se destinan a otros usos. Gracias a su distribución mundial, las pesquerías interiores son el único suministro de pescado y una de las principales fuentes de proteínas en muchos de los países en vías de desarrollo.

La pesca de agua dulce rara vez es incompatible con otros usos del agua y no representa un consumo importante de ésta; por su acción estabilizadora, la pesca mejora la calidad del ecosistema. El establecimiento de una pesquería no suele acarrear ninguna modificación del medio físico. Sin embargo, ciertos empleos del agua son nocivos para los peces, como sucede en el caso de la contaminación industrial. La ordenación de la cuenca fluvial y el avenamiento de las tierras pueden impedir la fase migratoria del ciclo biológico e introducir cambios fundamentales en el medio al que están expuestos los peces. En cambio, las pesquerías interiores con frecuencia se mejoran o se ponen en actividad gracias a estructuras construidas por el hombre, tales como las presas y las obras de regulación fluvial.

Los depósitos naturales y artificiales de agua dulce: ríos, canales, lagos y pantanos, abarcan aproximadamente una superficie total de 500 millones de hectáreas. Además, existen vastas extensiones de lagunas costeras y de marismas y estuarios salobres en las que también puede establecerse una pesquería. Estos recursos sólo se aprovechan por completo en ciertos lugares mientras que, en otros, el mejoramiento de las embarcaciones, de los aparejos y de las comunicaciones, sin duda permitiría aumentar considerablemente la producción sin modificar el medio o el ecosistema. Los métodos de explotación más intensivos, que comprenden la repoblación con las especies preferidas, la eliminación de los animales ictiófagos y el empleo de fertilizantes, sólo pueden aplicarse por lo general a zonas reducidas y es poco probable que afecten a la ecología de las principales masas de agua. La piscicultura en estanques artificiales o en

recintos establecidos en aguas corrientes constituye el método más intensivo. En Asia Sudoriental y otros lugares se obtienen rendimientos de varias toneladas anuales por hectárea, y la piscicultura debiera desarrollarse más ampliamente para mejorar la alimentación humana donde escasea la carne y hay pocas posibilidades de aumentar la ganadería.

C. CICLOS DE LOS NUTRIENTES Y NECESIDADES ALIMENTARIAS

Por último, el ecosistema posee un ciclo trófico, ligado a los ciclos de la energía y del agua. Para que la vida se conserve sobre la tierra tiene que haber un intercambio y un retorno constantes de nutrientes, con el mínimo de pérdidas. Las fuentes de nutrientes son el suelo, la atmósfera y el agua. El retorno de los nutrientes al suelo depende de los métodos agrícolas. Por consiguiente, el conocimiento del suelo, de su utilización y de su comportamiento, reviste capital importancia. Para que este ciclo sea estable, la explotación racional debe conseguir un equilibrio entre la extracción y la devolución de nutrientes. Esta es la base científica del problema de la fertilización.

1. Fuentes de nutrientes

Los nutrientes de importancia para la vida proceden de las rocas de la corteza terrestre, de la atmósfera o del agua. Entre los elementos químicos, el nitrógeno ofrece una importancia especial. En el suelo debe haber además otros muchos elementos químicos para que se produzca el crecimiento de las plantas. Sin embargo, no es suficiente que aquéllos estén presentes, sino que deben estar en forma asimilable, lo que suele significar disueltos en el agua del suelo, o débilmente unidos a las partículas de arcilla o de humus del suelo. Los suelos de estructura porosa y friable por los que puede circular el aire y el agua, pero que contienen suficiente arcilla o humus para garantizar un suministro permanente de nutrientes químicos, son los más favorables para el crecimiento de las plantas. Las prácticas agrícolas que destruyen la estructura del suelo o

imponen una carga excesiva sobre la fertilidad de éste perturban los ciclos tróficos indispensables para el buen funcionamiento del ecosistema.

2. Suministro de nutrientes al suelo

En algunos ecosistemas, tales como las praderas, la transferencia de nutrientes del suelo a la planta y de ésta a aquél, por la acción de los microorganismos de la descomposición, es rápida. Esos suelos se han formado en un régimen de escasas precipitaciones y con frecuencia contienen un excedente relativo de nutrientes respecto a las necesidades anuales del crecimiento de las plantas. La falta de humedad, más bien que la de nutrientes, impone un límite anual al crecimiento en esas praderas. Tales suelos, una vez extirpada la hierba y sembrados de cereales, pueden conservar su productividad durante decenas de años, incluso sin la aplicación de fertilizantes, a condición de que se tenga cierto cuidado en mantener su estructura.

Sin embargo, en otros ecosistemas, los procesos de formación del suelo son tales que éste sólo recibe una escasa aportación de nutrientes. Los suelos de las selvas tropicales, formados en un régimen de grandes precipitaciones, están a menudo intensamente lixiviados y oxidados. Esos suelos contienen un exceso de sales de hierro y de aluminio pero son pobres en otros elementos. La mayor parte de los nutrientes están ligados a la materia viva (animales y plantas) del ecosistema. Tan pronto como se liberan esos nutrientes a consecuencia de la muerte y de la descomposición son absorbidos de nuevo por las plantas y devueltos al sistema. Si la vegetación se arranca y se quema, los nutrientes en ella contenidos son liberados en cantidad en el suelo, pero como éste carece de partículas adsorbentes de arcilla para retener los nutrientes cerca de la superficie, éstos son rápidamente arrastrados por la lluvia. El suelo primitivo a causa de la lixiviación y la oxidación, es de por sí relativamente estéril y, por consiguiente, incapaz de mantener largo tiempo una explotación agrícola

extractiva. Después del descuaje inicial puede obtenerse una producción relativamente elevada, pero que no se mantendrá mucho tiempo. Los suelos responden mal a los fertilizantes por carecer de los compuestos estructurales que retienen y ponen a la disposición de las plantas los elementos suministrados.

En los pocos suelos tropicales en los que puede implantarse una agricultura permanente hay que reproducir en la medida de lo posible la acción formadora y conservadora que la vegetación nativa ejerce sobre el suelo. Una agricultura hortense que utilice árboles, arbustos y plantas de raíces y tubérculos alimenticios; que proporcione al suelo una cubierta permanente y le devuelva los nutrientes; y que, por medio de diversos sistemas de raíces llegue a muchas capas del suelo, resulta la más apropiada para una producción permanente, sobre todo cuando el estercolado y el recubrimiento con paja y desechos orgánicos permiten una devolución de nutrientes y de humus. Sin embargo, en el mejor de los casos, esos suelos tropicales húmedos suelen ser deficientes en nitratos y producen cosechas ricas en calorías pero pobres en proteínas. Sometidos a procedimientos agrícolas que dejan el suelo expuesto a la acción de los rayos solares y de la lluvia, esos suelos pueden sufrir la lateritización (formación de una capa de laterita ferroaluminica casi indestructible) y quedar prácticamente inutilizables para una producción ulterior de cualquier tipo.

3. Estudios edafológicos y ordenación del suelo

Aunque el suelo y sus propiedades son fundamentales para cualquier agricultura, millones de campesinos de todo el mundo trabajan en la actualidad suelos que nunca se han estudiado científicamente. La profunda revolución agrícola tan necesaria actualmente para la supervivencia del hombre impone la ejecución de estudios sobre el suelo y la interpretación de sus resultados. Incluso los sistemas más antiguos y estables de agricultura primitiva ven su estabilidad amenazada por la necesidad de cultivar más terreno y producir más alimentos.

Mientras tanto, el foso entre la producción que podría sostener el suelo y la producción real continúa ensanchándose a medida que se idean nuevos métodos agrícolas; los suelos bien ordenados y convenientemente fertilizados son intrínsecamente más productivos que los suelos en su estado natural.

Los fertilizantes son indispensables para mantener rendimientos agrícolas elevados, pero su empleo sólo es económicamente interesante si son adecuados para cada tipo particular de suelo y si al mismo tiempo se adoptan las prácticas agrícolas convenientes y las plantas cultivadas son apropiadas para el suelo y el medio. El progreso realizado en otros lugares sólo puede aplicarse a un nuevo emplazamiento, cuando se han determinado las propiedades del suelo. Para planear la estrategia del desarrollo hacen falta mapas edafológicos en pequeña escala de grandes zonas, mientras que para planear las operaciones se requieren mapas edafológicos en gran escala de determinadas zonas. El Mapa Edafológico Mundial, a escala 1:5.000.000, patrocinado conjuntamente por la FAO y la Unesco, pretende reunir los conocimientos de los especialistas en ciencias del suelo de todo el mundo para producir un mapa estratégico; uno de los problemas técnicos importantes que plantea su preparación es la correlación de tipos de suelo análogos en regiones muy separadas entre sí y la interpretación de sus afinidades agrícolas.

4. Estados estacionarios e intervención del hombre

En las condiciones naturales se establece en los ecosistemas un estado estacionario relativo. La energía circula a través del sistema en una sola dirección, pero se utiliza para realizar el trabajo indispensable para la vida en cada eslabón de una cadena alimentaria. El agua recorre un ciclo que empieza y termina en la atmósfera pasando por el suelo y los embalses. Los nutrientes pasan sucesivamente del suelo a las plantas, a los animales y de nuevo al suelo, y el ritmo relativamente lento de pérdidas debidas a la erosión geológica se

compensa por el ritmo de ingreso de nuevos nutrientes procedentes de la descomposición de las rocas, la producción bacteriana o las adiciones atmosféricas al sistema.

Cuando las poblaciones primitivas, incluso las que viven de manera permanente en un nivel agrícola de aldea, penetran en un ecosistema natural suelen producir únicamente pequeños cambios o trastornos. Parte de la energía, del agua y de los nutrientes se desvía hacia el hombre en lugar de pasar por otras especies de animales, pero la circulación continúa puesto que los seres humanos mueren y sus restos se reintegran al suelo.

Sin embargo, a medida que penetran en el ecosistema poblaciones de cultura superior, más móviles, que practican el comercio y crean centros urbanos, aparece un régimen extractivo diferente. Se extraen nutrientes que no vuelven al suelo del que procedían. El estado estacionario se altera y puede agotarse la fertilidad. El proceso se acelera si ese cuadro se combina con una extensa destrucción de la vegetación natural, una erosión acelerada del suelo o la lateritización. Un ecosistema puede descender, como ya ha ocurrido, de un elevado nivel de productividad a otro casi nulo. Ejemplos de un cambio de ese tipo pueden observarse fácilmente en las colinas septentrionales del Valle de México donde los bellos robledales descritos por Alexander von Humboldt son ahora estériles suelos duros o en el Valle de Oaxaca, también en México, donde el fértil paisaje descrito por Cortés ha sido sustituido por tierras rojas, abarrancadas e improductivas.

La utilización racional requiere un equilibrio entre la extracción y devolución. Deben añadirse al suelo fertilizantes y materias orgánicas para compensar los compuestos extraídos con las cosechas o con el ganado exportado. Hay que tratar de reproducir o de mejorar la función de formación y conservación del suelo que desempeña la vegetación natural para mantener abiertas las vías de

circulación de los nutrientes y del agua. Tiene que haber un manto vegetal, sea natural o artificial, para impedir la pérdida directa del suelo por la erosión. Hay que conservar la vegetación natural en los sitios particularmente inestables para mantener el ciclo hidrológico en la región. Si se aplican estas medidas, como se ha hecho con éxito en algunas regiones del mundo, pueden utilizarse de un modo permanente los ecosistemas para la obtención de productos útiles al hombre.

5. Necesidades de alimentos

Ya se ha subrayado en este informe que la alimentación plantea un problema mundial básico y que se están haciendo grandes esfuerzos para aumentar las disponibilidades mundiales de alimentos. Sin embargo, es esencial tener en cuenta que las necesidades tróficas del hombre no son sencillas y que incluso un gran aumento en unos cuantos productos alimenticios puede no bastar para satisfacerlas.

a. Necesidades calóricas

Las necesidades tróficas son de dos categorías. En primer término, existe el problema relativamente sencillo de satisfacer las necesidades calóricas, de proporcionar alimentos que aporten unas 2.000 calorías por día como mínimo, para mantener el metabolismo del cuerpo y sostener la vida. Esas necesidades pueden satisfacerse con hidratos de carbono que pueden producirse en condiciones ecológicas muy diversas. Las raíces y los tubérculos comestibles, tales como la colocasia y el ñame de las regiones tropicales, así como los cereales pueden proporcionar esa energía. Sin embargo, el abastecimiento de alimentos medido simplemente en cantidad de calorías, es inadecuado en muchas partes del mundo, y un informe sobre el Plan Indicativo Mundial de la FAO para el Desarrollo Agrícola señala que aproximadamente la mitad de la población del globo está subnutrida, malnutrida o ambas cosas.

b. Calidad dietética

Además de los alimentos puramente energéticos, el hombre necesita proteínas, ciertos ácidos grasos, sales minerales y vitaminas. Los alimentos capaces de suministrar energía pueden no tener la suficiente calidad dietética para mantener el crecimiento, la salud o el vigor. Desde hace mucho tiempo son muy frecuentes en la mayoría de los países tropicales las deficiencias proteínicas que producen enfermedades y disminuyen la vitalidad. Para satisfacer las necesidades de proteínas hace falta consumir carne, leche, huevos, pescado o vegetales ricos en proteínas. Estos últimos son los más difíciles de producir en abundancia en los suelos tropicales lixiviados y mineralmente desequilibrados. Además de las necesidades calóricas y proteínicas, el aporte adecuado de las diversas sales minerales y vitaminas que el hombre requiere en mayor o menor cantidad exige suelos intrínsecamente ricos en sales minerales o capaces de retener y ceder las sustancias químicas aportadas por los fertilizantes. Los lugares donde predomina la malnutrición son a menudo esas zonas tropicales peor adaptadas, desde el punto de vista ecológico, a la producción de alimentos de elevada calidad debido a deficiencias del suelo, y también las zonas en las que una elevada tasa de crecimiento demográfico contrarresta los esfuerzos destinados a mejorar el suministro de alimentos.

Además de los requisitos dietéticos, existe otra necesidad psicológica de alimentos que satisfagan los gustos y las demandas de los diversos grupos culturales. El organismo puede vivir y funcionar físicamente con una dieta que pronto, cuando no inmediatamente, encuentre insípida y poco apetecible. Las poblaciones tienen, y es de esperar que puedan seguir teniendo, preferencias alimentarias que se traducen en una demanda de dietas variadas, interesantes y apetitosas. A veces, la satisfacción de esas demandas parece una vana pretensión en zonas donde una población excesiva vegeta sobre una superficie insuficiente de

terreno productivo y todos los esfuerzos se concentran en proporcionar el mínimo necesario para vivir. Existe, sin embargo, la finalidad de la conservación, como factor importante que contribuye a la calidad de la vida.

D. BIOMASA Y PRODUCTIVIDAD

1. Biomasa

En un momento dado, cada ecosistema contiene una cantidad total de materia viva que se denomina biomasa y se suele medir por su peso. La biomasa total varía de un ecosistema a otro en función de las condiciones anteriores del crecimiento en cada ecosistema y de la longevidad de los organismos que en él habitan. En términos generales, un bosque densamente poblado o con árboles viejos tendrá una biomasa vegetal mayor que una pradera constituida por plantas herbáceas de vida relativamente corta.

a. Variaciones de biomasa

La biomasa vegetal varía en correspondencia con las diferencias de temperatura y de pluviosidad. La biomasa será menor en la tundra ártica fría y seca, que en los biomas más calidos y húmedos. Dentro de la zona templada, la biomasa será inferior en un desierto árido que en una región húmeda. La complejidad y la variedad de la vegetación suelen seguir la misma gradación que la biomasa, y son mayores en las regiones cálidas y húmedas que en las frías o secas. Sin embargo, existen algunas excepciones. La vegetación más compleja y más rica en especies se encuentra en las regiones tropicales húmedas, pero puede suceder que la biomasa sea mayor en los bosques de la zona templada y húmeda, relativamente menos complejos pero formados por árboles de vida larga y de gran porte. Carecemos por ahora de medidas comparativas del peso de la vegetación por hectárea en un bosque de secuías o de abetos de la región fría con estación templada y en una selva tropical lluviosa.

b. Biomasa y producción agrícola

Sería erróneo equipar una gran biomasa con un alto potencial de producción agrícola de buena calidad. Los ecosistemas de la zona templada y húmeda con suelos bien desarrollados tienen un alto potencial de producción de hidratos de carbono. La biomasa de árboles, arbustos y otras plantas leñosas representa una cantidad considerable de hidratos de carbono, pero una proporción relativamente baja de proteínas y de muchos elementos esenciales para la vida animal. La biomasa mucho menor de una pradera semiárida contendrá una cantidad muy inferior de hidratos de carbono y muy superior de proteínas por unidad de superficie, junto con una mayor variedad de principios minerales indispensables. Esas relaciones bioquímicas se reflejan en la biomasa animal. Los bosques tropicales lluviosos de África contienen un gran número de especies animales, pero la biomasa total de la vida animal por unidad de superficie es relativamente pequeña. En cambio, las sabanas tropicales más secas sustentarán menos especies de animales, pero una biomasa animal mucho mayor por unidad de superficie. De manera análoga, la máxima biomasa de animales salvajes en América del Norte se encontrará en las praderas secas. Los bosques húmedos, con mayor número de especies zoológicas, tienen una biomasa animal relativamente baja.

2. Productividad

Desde el punto de vista de la utilización por el hombre, la biomasa total tiene menos importancia que la productividad, es decir, la velocidad con que se añade nueva materia orgánica a un ecosistema. No existe necesariamente correlación entre una gran biomasa vegetal y una elevada productividad vegetal. Un terreno de pastos intensivamente explotado puede tener una biomasa pequeña y un índice de productividad muy superior al de una pradera inexplorada con una biomasa mucho mayor. Un bosque maduro puede ser menos productivo que un plantel de árboles jóvenes de crecimiento rápido con una biomasa mucho menor. Por lo

general, la productividad es proporcional a la velocidad con que se consumen, se cosechan o mueren los organismos. Se distinguen dos categorías de productividad, la primaria, que es la velocidad con que los organismos fotosintéticos o quimicosintéticos producen nueva materia orgánica y la secundaria, que es la velocidad con que los organismos consumidores, en su mayoría animales, convierten la materia vegetal en tejidos animales.

a. Variaciones de la productividad

La productividad varía con los factores limitativos del medio. En el Artico, el frío y la falta de humedad limitan el crecimiento de las plantas durante gran parte del año. Durante un breve periodo de crecimiento, la productividad puede ser alta, pero la productividad media anual es baja y comparable con la de los desiertos. En los desiertos, el agua es un factor limitativo y en algunos lugares existe un exceso tóxico de sales y de alcalís, por lo que la productividad total es baja al cabo del año, aunque pueda ser elevada durante un breve periodo después de las lluvias. En las regiones desérticas donde existe un suministro de agua y los suelos aportan un conjunto de nutrientes bien equilibrado, pueden obtenerse índices elevados de productividad. La productividad de las aguas oceánicas profundas, lejos de las islas y de la plataforma continental es tan baja como la de un desierto. En cambio, la de las aguas tropicales poco profundas puede alcanzar valores extraordinariamente altos.

Se cree que la productividad anual más elevada se encuentra en los bosques tropicales lluviosos, donde todos los factores climáticos tienden a favorecer el crecimiento de las plantas, la humedad es abundante y sólo los nutrientes son relativamente escasos. Sin embargo, parece que la compleja biota del bosque lluvioso hace circular rápidamente los nutrientes disponibles a lo largo de cadenas alimentarias sumamente complejas y sostiene de esta forma una productividad elevada. Como se ha dicho anteriormente, cuando se elimina la biota de un bosque

y el suelo queda desnudo, declina rápidamente la productividad. En las regiones templadas, existe un gradiente de productividad primaria desde los desiertos, pasando por las praderas, hasta los bosques húmedos y probablemente alcanza un máximo en las regiones húmedas relativamente cálidas, los pantanos, estuarios, etc.

Sin embargo, el gradiente de la productividad secundaria no es paralelo al de la primaria, al menos en lo que toca a los animales de mayor tamaño, aunque el cuadro sería distinto si se tuviesen en cuenta los animales de menor tamaño, y los microorganismos de la putrefacción y del suelo. La contribución de éstos a la biomasa total no es muy grande, por su corta vida y la velocidad con que se remuevan, pero contribuyen a la productividad. Sin embargo, en el caso de la vida animal aprovechable por el hombre, la productividad secundaria es mayor en los terrenos con bosques abiertos y en las sabanas que en las selvas húmedas o en los desiertos áridos.

b. Productividad y complejidad

La productividad secundaria aumenta con el número de especies animales que viven de la vegetación. Cada especie está adaptada a un nicho ecológico particular. Este es el lugar del medio determinado por las especies de las que se alimenta y por las que se alimentan de ella, por el hábitat que ocupa y por sus necesidades mesológicas. En una vegetación compleja, donde hay muchas especies de plantas y el tamaño, la forma y otras características de éstas son muy variables, puede existir un gran número de nichos para los animales. Si aquéllos están totalmente ocupados, será mayor la cantidad de energía transferida de las plantas a los animales y habrá una productividad secundaria más elevada que cuando algunos nichos están vacíos o sólo parcialmente ocupados. La capacidad de los herbívoros nativos de los terrenos con bosques abiertos y de las sabanas de Africa, para alcanzar grandes índices de productividad secundaria y de producción de carne, en comparación con la de una o dos especies de herbívoros

domésticos, depende directamente del mayor número de nichos que aquéllos pueden ocupar y a la variedad mucho mayor de especies de plantas y de partes de éstas a las que se han adaptado para alimentarse.

Conviene conocer la importancia relativa de los factores bióticos en la determinación de la productividad en las regiones tropicales húmedas en comparación con las regiones templadas, áridas o frías. El número de especies tropicales es enorme y cada una de ellas utiliza el medio de una manera diferente. Los insectos polinizan a la mayoría de las plantas y con frecuencia cada una de ellas depende de una especie diferente de insectos para su polinización, su reproducción y su contribución final a la productividad. La transferencia de nutrientes desde la vegetación al suelo depende de la existencia de una gran variedad de organismos consumidores desde las aves y los mamíferos, pasando por los insectos, hasta los microorganismos del suelo. En gran parte, la comunidad crea su propio medio físico y biótico, en el que la vegetación protege al suelo de los rayos directos del sol o del impacto de la lluvia, modifica las condiciones de temperatura y humedad desde las copas de los árboles hasta el sotobosque, altera la velocidad del viento y así sucesivamente. La destrucción de la comunidad destruye también el medio y perturba por completo las complicadas redes necesarias para mantener la circulación de los nutrientes y de la energía. Por consiguiente, no es de extrañar que esos ecosistemas de las regiones tropicales húmedas se agoten rápidamente cuando se pretende convertirlos en sistemas agrícolas sencillos.

E. ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD EN LOS ECOSISTEMAS

1. Complejidad y estabilidad

Al parecer, existe una correspondencia entre los gradientes de la complejidad y de la productividad, por un lado, y los gradientes de estabilidad de la comunidad por el otro. En las regiones árticas y desérticas no sólo son más escasas las especies y menor la productividad media sino que, normalmente, también son mayores las variaciones en la abundancia relativa de las especies y sus índices de productividad. En ciertos años las regiones árticas están prácticamente desprovistas de vida animal, mientras que, en otros, las tundras están llenas de animales. En los desiertos, la precipitación media no sólo es baja sino también muy variable. Después de un año de precipitaciones abundantes, la producción vegetal puede ser grande, pero el aumento desaparecerá en los años siguientes de sequía. Los años de plagas de conejos o langostas, de ratas o de aves de caza, equiparan los periodos de gran abundancia con la relativa escasez normal.

En las regiones tropicales húmedas, en las que la regulación biótica sustituye a la regulación climática, esa inestabilidad casi no existe. Un ligero aumento de una especie es contrarrestado por la acción de los predadores adaptados a alimentarse de ella. Además, toda disminución de una especie zoófaga provocará un vacío que será colmado inmediatamente por otras especies predatoras de manera que la abundancia de sus presas permanecerá invariable. La diversidad de especies vegetales evita que aumente el número de insectos o parásitos y que se extiendan las fitopatías especializadas en una determinada especie vegetal. En cambio, la existencia de una sola especie de árboles en los bosques boreales de la región subártica, facilita la propagación de las plagas de insectos y las fitopatías en tales proporciones que llegan a aniquilar grandes extensiones de bosques.

2. La simplificación y sus consecuencias

El hombre ha logrado idear sistemas agrícolas eficientes simplificando los sistemas naturales. Una pradera natural posee un gran número de especies vegetales y una productividad es relativamente elevada. Sin embargo, la mayor parte de la energía y de los nutrientes que contiene, no son aprovechables por el hombre. En cambio, si en la misma tierra, se extirpa la hierba y se cultiva una sola especie de cereal, la productividad global será inferior, pero el hombre podrá cosechar y aprovechar la energía y los nutrientes. Por desgracia, esta simplificación suele acarrear el tipo de inestabilidad característico de los ecosistemas naturales simples. Los organismos parásitos adaptados a la especie única de cereal que se cultiva, pueden adquirir las proporciones de una plaga. A menos que se encuentre algún método para combatirlos eficazmente o se obtenga una variedad de cereal resistente, la cosecha se perderá.

En los últimos tiempos, se ha difundido la utilización de diversos plaguicidas químicos para evitar ese peligro. Sin embargo, puede ocurrir que esos productos contribuyan a acentuar aún más la simplificación del sistema porque no sólo eliminan al organismo dañino sino también a sus enemigos naturales. Eliminados éstos, ocurre a menudo que la especie dañina se recupera del efecto de los plaguicidas y vuelve a asumir proporciones de plaga con mayor rapidez que antes. Las nuevas aplicaciones del plaguicida provocarán probablemente una simplificación mayor. Entre tanto, los factores genéticos habrán favorecido la aparición de variedades del organismo dañino más resistentes al plaguicida. En definitiva, el resultado puede ser un sistema inestable constituido por la planta cultivada y su principal enemigo, lo que obliga a buscar nuevos plaguicidas, que plantean a su vez nuevos problemas.

Un desequilibrio ecológico de esta clase puede ser perjudicial en las regiones templadas, pero sus efectos serán atenuados por los factores climáticos

que limitan la proliferación de las plagas en determinados años. En cambio, en las regiones tropicales húmedas, donde predomina la regulación biológica, la aplicación irreflexiva de los plaguicidas puede tener consecuencias desastrosas y, probablemente, las tendrá en muchos sitios. En las regiones tropicales, también es más probable que la práctica del monocultivo encuentre dificultades permanentes, ya que se aparta mucho más de los sistemas naturales y tiende a facilitar la aparición de nuevas plagas a partir de las innumerables especies existentes que pueden convertirse en agentes parásitos o patógenos. La destrucción de las plantaciones de plátanos de Costa Rica, a lo largo de la costa del Caribe, por la peste de Panamá, es un ejemplo de lo que puede ocurrir cuando una nueva enfermedad ataca a un monocultivo vulnerable.

3. Adaptabilidad en los ecosistemas

a. Capacidad de recuperación

La capacidad de un ecosistema para tolerar la intervención del hombre y neutralizar una explotación abusiva varía mucho según los factores climáticos y biológicos. El restablecimiento de las comunidades afectadas por el fuego es un ejemplo típico. En las regiones húmedas, los incendios de origen natural son poco frecuentes. En años de sequía excepcional, pueden producirse incendios cuyos resultados inmediatos son desastrosos debido a que hay un gran volumen de materias combustibles. Sin embargo, esos daños, rara vez son duraderos. Los bosques vuelven a poblarse siguiendo las etapas normales. En las regiones sumamente áridas, no se producen incendios, puesto que no hay en ellas materias combustibles que los alimenten. Los incendios son más frecuentes en las regiones subhúmedas y semiáridas porque en ellas se suma la sequedad a la existencia de material combustible. La vegetación se restablece más rápidamente de las consecuencias del incendio en las zonas donde las precipitaciones son más abundantes, el suelo más profundo y mayor la variedad de especies. En las regiones semiáridas

la recuperación suele ser lenta y a veces ni siquiera se produce. Los incendios pueden hacer desaparecer los bosques que crecen cerca de los límites climáticos de su área, tal como ocurrió con los bosques de pinos de California en las laderas orientales de la Sierra Nevada. Análogamente, en las regiones frías del planeta, los efectos de los incendios son duraderos. En Alaska y en Canadá, los incendios de la tundra destruyen la vegetación de líquenes, y la reaparición de la clímax normal de estos ecosistemas requiere decenios o no llega a producirse.

b. Regulación biológica frente a regulación climática.

Se podría creer que los sistemas que mejor toleran las perturbaciones deberían encontrarse en las regiones tropicales húmedas. Sin embargo, esto sólo es cierto cuando se trata de perturbaciones relativamente pequeñas, es decir, cuando el daño causado a las redes biológicas normales no es excesivo. La dependencia interespecífica es demasiado grande para que puedan tolerarse perturbaciones excesivas. Toda alteración grave puede destruir hasta tal punto las múltiples conexiones existentes entre las cadenas alimentarias vegetales y animales que la restauración completa de la clímax de un bosque tropical puede ser un proceso sumamente lento.

Al parecer, la tolerancia a las perturbaciones es mayor en las regiones donde la influencia de los factores climáticos es casi equivalente a la de los bióticos, es decir, en los bosques y las praderas húmedas y subhúmedas de la zona templada. Aquí es donde las praderas se mantienen mejor y se recuperan más rápidamente de los efectos del pastoreo y donde los bosques se recuperan en un lapso de tiempo relativamente corto de los efectos del fuego o de la tala. Si se preserva razonablemente su estructura y su fertilidad, los suelos agrícolas pueden soportar durante siglos la producción de cosechas. En cambio, en las regiones donde predomina la regulación climática, o sea, cerca de las zonas

árticas o de los desiertos, es menor la durabilidad de los ecosistemas explotados por el hombre. También disminuye la durabilidad de estos ecosistemas en las regiones tropicales húmedas donde la regulación biótica es más eficaz. Parece existir una correspondencia muy estrecha entre la distribución de los centros de civilización y población de los tiempos pasados y la durabilidad de los ecosistemas. Tal vez los recientes aumentos de población en otras regiones de condiciones más inestables, debidos a la importación de la tecnología médica y de los excedentes económicos de regiones más estables, no sean más que un fenómeno transitorio. Es probable que esos aumentos no puedan ser sostenidos permanentemente a menos que cuenten con la ayuda continua de ecosistemas más duraderos. A juzgar por nuestros conocimientos actuales, son muy limitados las posibilidades de transformar las regiones todavía inhabitadas del planeta en lugares capaces de sostener grandes unidades de población. Tal vez constituyan una excepción las regiones desérticas en las que el único factor limitativo es la escasez de agua. Con el agua necesaria, se podría contrarrestar en ellas la influencia climática desfavorable sobre la productividad.

c. Condiciones irreversibles

Todo ecosistema, aun el menos vulnerable, puede llevarse hasta una situación irreversible. Es decir, una situación en la que la influencia de los factores limitativos es tan rigurosa, que resulta imposible el restablecimiento del ecosistema en un periodo de tiempo a la medida del hombre. La erosión del suelo en las laderas de las montañas, por ejemplo, puede llegar a un punto que la roca subyacente queda expuesta. En ese caso, solamente el lento proceso de sucesión primaria, que dura centenares o millones de años, puede reconstituir el suelo y restablecer su vegetación. Agostamientos de esa naturaleza se han producido en el valle de México y en las laderas de las montañas en Grecia, España e Italia. Del mismo modo, la lateritización del suelo en las regiones

tropicales sólo puede detenerse, sin gastos excesivos, en sus fases iniciales, pues una vez que se ha formado una capa dura de laterita resulta casi imposible la recuperación. Con una protección moderada, las comunidades biológicas pueden reconstruirse hasta cierto punto. Más allá de ese límite de explotación o de perturbación, la recuperación biológica resulta un proceso intolerablemente lento con relación a la escala humana. Evitar que se produzcan tales situaciones irreversibles es uno de los objetivos más importantes de la utilización racional de un medio.

d. Adaptabilidad de las poblaciones animales

Las poblaciones animales tienen una productividad que se denomina potencial biótico. Este potencial determina el nivel máximo absoluto de su explotación, más allá del cual se corre el riesgo de agotarlas. La ordenación racional de la fauna silvestre o del ganado presupone un nivel de explotación igual o inferior al potencial biótico de la especie, para garantizar un rendimiento constante. Si se desea preservar una especie, sería irracional permitir que el nivel de su explotación excediese del máximo absoluto que puede soportar e inversamente, no sería menos irracional dejar de explotar una especie cuya abundancia hubiese llegado a ser excesiva o hubiese excedido de la capacidad de su hábitat. Sólo pueden constituir excepciones los casos en que otros procesos naturales pueden eliminar, sin perturbaciones, el excedente que no se desea explotar. Así, por ejemplo, en algunos parques nacionales, como el de Yellowstone en América del Norte o el de Tsavo, en Kenia, ha planteado graves problemas el hecho de que, por una parte, se haya permitido que los herbívoros silvestres se multiplicaran en mayor medida que la que tolera su hábitat y de que, por otra parte, hubiesen sido destruidas o fuesen insuficientes las especies predatoras capaces de regular la población herbívora.

4. Producción de bienes de consumo en el medio

En general es el hombre quien implanta, tal es el caso en función de sus necesidades, la biomasa por él explotada. Necesariamente en la agricultura; en menor grado, en la ganadería, aunque las especies domésticas puedan haber sido introducidas, y menos aún, en la silvicultura. La recolección de alimentos en el bioma natural es una forma de subsistencia que ha desaparecido casi por completo. Conviene examinar por separado la influencia de la silvicultura, la ganadería y la agricultura sobre el medio natural.

a. Silvicultura

Se calcula que los bosques cubren actualmente unos cuatro mil millones de hectáreas de la superficie terrestre. Se considera que el 40 % de esta superficie escapa a toda posibilidad de explotación, por más que no esté a salvo de la deterioración causada por el hombre. Otro 24 %, aunque accesible, no se explota eficazmente. Sólo alrededor del 13 %, es decir, unos 550 millones de hectáreas, es objeto de algún tipo de explotación, aunque ésta no sea siempre racional. Lo mismo que ocurre con los alimentos, el consumo de productos forestales, madera, pulpa, leña y otros de menor importancia, guarda una estrecha relación con el producto nacional bruto de la economía y el crecimiento de la población. Por lo tanto, es posible estimar las necesidades futuras, y estas proyecciones a largo plazo son particularmente convenientes en vista de que el crecimiento y la regeneración de los bosques son mucho más lentos que los de los cultivos agrícolas.

En la mayor parte de los países desarrollados se ha llegado a establecer cierto equilibrio entre la silvicultura y otras formas de explotación del medio, por más que subsistan los riesgos que entraña una civilización industrial. En los países en vías de desarrollo el equilibrio es cada vez más precario y el aumento de la demanda recaerá principalmente en las selvas tropicales, tanto en

lo que respecta a los productos forestales como a la transformación en terrenos agrícolas. Como ya se dijo, la heterogeneidad de las especies es una característica de la selva tropical y son pocas las especies de valor comercial que existen en un territorio determinado. Por lo tanto, el establecimiento de plantaciones, a menudo de especies exóticas o de crecimiento rápido, puede resultar más económico y agotar menos los recursos naturales que la explotación de zonas más extensas que sólo pueden aprovecharse parcialmente. En Africa oriental se ha comprobado que las plantaciones exóticas permiten obtener un incremento del rendimiento anual superior a 20 m³ por hectárea, mientras que el incremento útil en la selva natural no suele pasar de 3 ó 4 m³.

El sistema de silvicultura más estable es el que combina un rendimiento sostenido de los bosques naturales bien ordenados con un grado considerable de adaptación silvícola, la repoblación para la conservación de las cuencas hidrográficas, las plantaciones de bosques y las cortinas protectoras en los terrenos agrícolas. El emplazamiento estratégico de las industrias forestales es un elemento importante de la ordenación y la conservación y puede proporcionar un núcleo conveniente para la colonización de nuevos territorios. Es importante que la política forestal se base en un inventario detallado y en una evaluación correcta de la ecología total. Así se reducirán al mínimo las intromisiones perturbadoras en el hábitat natural o en las formas de vida de las poblaciones indígenas, aunque éstas dependan de los sistemas tradicionales de agricultura migratoria y de pastoreo en los bosques.

b. Ganadería

Mientras que en los bosques ecuatoriales lluviosos, los animales domésticos suelen ser demasiado escasos para proporcionar una alimentación equilibrada al ser humano, en otras regiones, el ganado es a veces tan numeroso que impone una demanda excesiva a las praderas en las que pasta. La frecuente

especialización de la agricultura primitiva en la producción de cereales como fuente estable de alimentos, hace que quede poca tierra fértil para pastos y que los animales mejor atendidos sean los de trabajo. Los rebaños mal nutridos rinden poco y son muy propensos a las enfermedades. La conservación de este recurso, sin dejar de aumentar la proporción de proteínas en la alimentación humana, que es en general insuficiente, requiere explotar de una manera más racional los pastos y el ganado.

Una primera medida, en cuya aplicación se han hecho ya considerables progresos, es la prevención y erradicación de las enfermedades, que debe ir acompañada de una regulación del número de animales dando incentivos y facilidades para la liquidación del ganado maduro excedente o para el cebado fuera del pasto. Las sequías y la escasez de hierba que se repiten periódicamente en las praderas naturales pueden contrarrestarse en parte instalando puntos de abastecimiento de agua, conservando el pasto en forma de heno o en silos y utilizando forrajes suplementarios obtenidos en las tierras agrícolas. En los climas en que los cereales crecen mejor que la hierba, puede resultar más económica la alimentación a base de granos si la industria ganadera está bien organizada. Debe tenderse a evitar las variaciones excesivas de la ración alimenticia durante el ciclo vital de los animales.

Rara vez se podrá mejorar la calidad de las praderas naturales o deterioradas mientras no se regule el pastoreo y la cantidad de ganado; entonces puede resultar económico aplicar abonos donde no falte humedad, sembrar especies locales o exóticas y subsanar las deficiencias de oligoelementos. La eficacia de las mejoras introducidas se medirá por la diversidad y estabilidad del nuevo ecosistema establecido, en relación con el clima, la composición de la flora y los hábitos alimentarios del ganado.

Puesto que la utilización de la tierra para la producción de alimentos debe recibir la máxima prioridad en los países en vías de desarrollo, es muy importante que la agricultura y la ganadería queden integradas en sistemas de explotación mixta, lo que aumentará la productividad de ambos sectores, proporcionando respectivamente forrajes y residuos vegetales para la alimentación del ganado y estiercol para aumentar la fertilidad del suelo. La obtención de un rendimiento agrícola mayor permitirá reconvertir las tierras marginales en praderas en beneficio de todo el medio. En las tierras áridas donde no son posibles los cultivos agrícolas sin un sistema de riego, la trashumancia seguirá siendo la mejor forma de aprovechar los recursos, pero la productividad podrá aumentarse y estabilizarse haciendo reservas de forrajes, instalando puntos de abastecimiento de agua accesibles a los nómadas e instituyendo un mercado para sus productos.

El progreso de la zootecnia en los países en vías de desarrollo exige que se hagan más investigaciones sobre la ecología tropical, la fisiología de las plantas forrajeras y de los propios animales, y la explotación de especies mejor adaptadas de unas y otros. También es conveniente que se siga estudiando la posibilidad de transformar ciertas especies de animales actualmente silvestres en especies domésticas.

c. Cultivos agrícolas

Al cultivar la tierra el hombre perturba necesariamente por completo el ecosistema preexistente y lo sustituye por otro que generalmente es más simple y que, en general se implanta de nuevo después de cada cosecha. Sin embargo, una colonización permanente exige que el sistema de cultivo sea estable y suficientemente productivo para satisfacer las necesidades del hombre. En efecto, para que haya mano de obra disponible para otros trabajos, cada familia campesina debe producir lo suficiente para mantener a muchos otros trabajadores; la

proporción de la población dedicada a la agricultura constituye un índice revelador del grado de evolución y de diversidad de la comunidad.

Las plantas cultivadas son siempre modificaciones genéticas de especies existentes en la naturaleza; el mayor rendimiento, la resistencia a los parásitos y a las enfermedades o la adaptación a un medio determinado, que presentan las variedades recientemente obtenidas, son también el resultado de la experimentación genética. La elevada productividad de la agricultura moderna en los países adelantados se debe a la introducción de esas variedades y al mantenimiento estricto de las condiciones edafológicas, higrométricas y fitosanitarias óptimas para tales variedades. En grandes extensiones de tierra suele predominar el monocultivo, como ocurre con el maíz y el trigo en las regiones templadas, y en gran parte de los países en vías de desarrollo. Sin embargo, la elevación y estabilización de la productividad están ligadas a una diversidad de cultivos en rotación, que comprenden el heno y otros forrajes para el ganado. En lo que respecta a las condiciones bióticas, el medio vuelve a asemejarse más al ecosistema original, aunque se trate de una profunda modificación que exige un aporte considerable de trabajo y de abonos a cambio de una producción de alimentos y otros bienes extraídos del sistema para mantener una comunidad humana más numerosa.

Una estructura diversificada de cultivos supone una serie cuidadosamente sincronizada de operaciones agrícolas que a menudo exceden de la capacidad del trabajo manual o animal y de los primitivos aperos de labranza y obligan a recurrir a la fuerza motriz y a la maquinaria agrícola.

En los países en vías de desarrollo es indispensable cierta intensificación de las actividades agrícolas para sostener una población cada vez más numerosa y liberar mano de obra para otras ocupaciones. Es preciso crear nuevos ecosistemas artificiales en medios poco conocidos y enseñar a los agricultores

a aplicar nuevos métodos. Sin embargo, esta aplicación de nuevos métodos sólo puede hacerse cuando los agricultores cuentan con todos los medios necesarios y con el apoyo económico y los incentivos indispensables para producir y comercializar cosechas de volumen superior al exigido por la agricultura de subsistencia. Difícilmente podrán mantenerse inalteradas las relaciones que vinculaban la comunidad a la tierra y que se manifestaban en la estructura agraria tradicional. La tendencia a perpetuar esas relaciones en las nuevas modalidades de la producción sólo contribuirá a enriquecer a una minoría y a reducir a la población agraria a una situación de servidumbre más pronunciada, privándola de los incentivos o de la libertad de acción que hacen falta para adoptar la combinación más favorable de toda una serie de métodos nuevos y para explotar y conservar la tierra del modo más racional posible.

V. CONSERVACION DE LOS RECURSOS BIOLOGICOS INSUSTITUIBLES

A. LOS TESOROS BIOLOGICOS DE LOS PAISES

Aunque no siempre se sepa o se reconozca, todo país posee en su territorio tesoros insustituibles constituidos por las especies vegetales y animales, por el medio natural y por los lugares de excepcional valor panorámico. Todos los gobiernos tienen el deber de proteger esos tesoros y de transmitirlos a las generaciones futuras del propio país y de todo el mundo. Esos tesoros tienen un valor inmenso, pero difícil de traducir en cifras. A continuación se describen algunos de ellos:

1. Valores científicos

a. Valores prácticos potenciales

Hoy en día nadie discute que la planta silvestre que dio origen al trigo común fue muy útil para la humanidad. Sin embargo, nadie habría podido apreciar su valor antes de que se aprendiera a utilizarla. Antes de 1930, nadie habría siquiera sospechado que el moho del pan (*Penicilium*) fuese tan valioso. La mariposa Cactoblastis no tenía ningún interés hasta que se comprobó que podía servir para luchar contra la plaga de la chumbera de Australia. El estudio de los huevos del erizo de mar reveló aspectos nuevos del desarrollo de los animales. Es imposible prever la utilidad que puede tener algún día una especie silvestre vegetal o animal. Sin embargo, cabe siempre suponer que esa utilidad puede ser tan grande que no debemos permitir que se extinga ninguna especie. Por desgracia, a pesar de nuestros esfuerzos, no podemos evitar que en el curso

de un proceso evolutivo se extingan algunas de ellas. Sería muy útil poder estudiar ejemplares vivos de todas las especies que han existido en el pasado. Es lástima que la ciencia no tenga ese privilegio. Sin embargo, es necesario prevenir las extinciones evitables.

b. Valor de las comunidades intactas

Es fácil catalogar la mayoría de las especies de aves, mamíferos y otros vertebrados y establecer una lista de sus respectivos hábitats. En muchos casos podemos observar de cerca las poblaciones de esas especies y recomendar las medidas oportunas para su protección. En cambio, no ocurre lo mismo con la mayor parte de las especies vegetales y con los animales invertebrados. Poco es lo que podemos hacer en favor de estos organismos más pequeños o menos conocidos, en lo que atañe directamente a su cuidado, ordenación o protección. Para conservarlos, debemos preservar las comunidades naturales de las que forman parte y que constituyen ejemplos de los diversos ecosistemas naturales existentes en el planeta. La mejor forma de preservar una especie consiste en proteger la comunidad en la que vive. Aun así no llegaremos a salvar a todas las especies pero es lo mejor que podemos hacer.

c. Reservorios genéticos

Cada país posee una parte del reservorio mundial de material genético. En beneficio de su población y del mundo entero, cada país debe hacer todo lo posible por proteger dicho material. Todas las especies son insustituibles. El hombre no puede volver a crear una especie destruida. Cada una de ellas puede contener alguna sustancia orgánica, alguna combinación genética, o revelar algún conocimiento que más adelante sea indispensable para la supervivencia del hombre. La conservación de las especies silvestres, la preservación de las comunidades naturales que son reservorios de material genético cuya futura utilidad teórica o práctica desconocemos, pueden considerarse como la suscripción de una "póliza

de seguros". En efecto, esas medidas constituyen una salvaguardia contra futuras calamidades y una inversión útil para el bienestar de las generaciones venideras. A pesar de que todavía no conozcamos a fondo el funcionamiento de nuestros propios sistemas agrícolas y sólo tengamos nociones fragmentarias de las correlaciones que nos ligan con otras especies de la biosfera, es probable que al proteger las especies y comunidades silvestres nos estemos precaviendo contra calamidades inminentes.

d. Conocimiento de los procesos ecológicos

Frecuentemente, el conocimiento de los procesos ecológicos se adquiere estudiando las causas del mejoramiento o de la degradación del medio. Sin embargo, el estudio de las comunidades naturales tiene también una utilidad práctica inmediata porque puede contribuir al conocimiento de los procesos naturales. Los diversos sistemas de explotación de la tierra que inventamos para obtener los productos básicos que nos son necesarios, triunfan o fracasan en la medida en que se ajustan a los procesos naturales del ecosistema. El estudio de los factores que determinan la estabilidad o la productividad de los sistemas naturales proporciona datos útiles para regular la estabilidad o la productividad de los sistemas modificados por el hombre. Cabe citar, como ejemplo, los estudios de los mamíferos silvestres del África oriental y meridional, de los que se desprende que la producción de carne de las comunidades biológicas naturales es mayor y más estable que la obtenida cuando se sustituye con animales domésticos la diversidad de las especies nativas.

e. Estudios sobre el comportamiento

Son muchos los experimentos y los estudios imposibles de hacer en el hombre que pueden realizarse con poblaciones de animales silvestres. Tal es, por ejemplo, el caso de los estudios sobre el comportamiento en diferentes grados de organización multitudinaria y social. Esos estudios permiten prever las

reacciones y efectos posibles en las poblaciones humanas expuestas a condiciones semejantes. El estudio comparado del comportamiento de los mamíferos, y en particular el de los primates, proporciona interesante información de gran utilidad para el estudio del comportamiento humano. Se ha comprobado que muchas formas de comportamiento que anteriormente se consideraban consecuencias de la organización social humana aparecen igualmente en las especies de mamíferos afines al hombre.

Aunque sólo fuera en razón de su valor científico, tanto teórico como práctico, están justificados todos los esfuerzos que se hagan para preservar las especies animales silvestres y las comunidades que las sustentan.

2. Valores estéticos

a. Belleza frente a fealdad

Aunque los ideales varíen de una cultura a otra, la mayoría de las personas prefieren vivir en un ambiente estéticamente agradable que en uno que no lo sea. Es posible que algunos se contenten con un medio artificial atrayente pero desprovisto de todo lo que no sea fabricado por el hombre. Pero otros, tal vez la mayoría, prefieran que haya plantas verdes y otros seres vivos que den mayor variedad y belleza al ambiente. Muchos gustan de una combinación de aspectos agrestes y modificados de la naturaleza y otros de un paisaje silvestre del que la mano del hombre esté totalmente ausente. Por lo tanto, el establecimiento de ambientes que satisfaga estéticamente a todos los habitantes exige una planificación que tienda a la diversidad, sin olvidar la conservación del panorama natural y de los organismos que lo componen.

b. Necesidades psicológicas

Es difícil determinar en qué medida la integridad psicológica del hombre requiere el contacto con la naturaleza y los paisajes naturales. Hace relativamente poco que el hombre ha empezado a alejarse del medio rural en el que estaba

rodeado de otros seres vivos, silvestres o domesticados. No es posible prever hasta qué punto podrá el hombre conservar su integridad física y psicológica si no mantiene con el aire libre y los elementos naturales mayor contacto que el que permite la vida en las ciudades modernas. Es evidente que la necesidad psicológica de ese contacto es intensa en muchas personas. Tal vez el porvenir demuestre que la plena realización de las facultades psicológicas del individuo depende de dicho contacto. La finalidad de satisfacer ese anhelo psicológico de muchos hombres, es motivo suficiente para preservar en su estado nativo extensiones adecuadas de terreno.

c. Necesidades recreativas

Aparte de las necesidades psicológicas, es manifiesto en la mayoría de los habitantes de las ciudades, sino en todos, el deseo de hallar sitios apropiados para su esparcimiento al aire libre. En todos los países donde hay parques nacionales u otros lugares de recreo al aire libre con medios de acceso adecuados, esos parajes están por lo general atestados de habitantes de las ciudades que buscan el aire libre y los paisajes naturales. El deseo de esparcimiento al aire libre es casi general entre las personas cuyo nivel de vida es superior al mínimo necesario para la subsistencia. Evidentemente, es más fácil reservar esos espacios antes de que su demanda sea perentoria. A falta de otra, esta razón bastaría para preservar el medio natural.

d. Testimonios culturales

En su evolución cultural todos los pueblos, salvo los más primitivos, han pasado por etapas que les han hecho alejarse cada vez más de los medios naturales. Ahora bien, la preservación de los medios en los cuales se desarrollaron las actividades culturales primitivas facilita el conocimiento y la evaluación correcta del pasado cultural de una nación. Es poco probable que un habitante de la ciudad que no haya visto nunca una granja o un animal doméstico pueda

comprender la historia rural de su pueblo o su propia vinculación con la tierra. Una persona que no tenga experiencia alguna del ambiente y de la fauna silvestres, apenas podrá vislumbrar los obstáculos que tuvieron que vencer sus antecesores para sobrevivir y forjar progresivamente la cultura más avanzada a la que él pertenece. Por lo tanto, aunque sólo fuese para facilitar la comprensión de la larga historia de la humanidad y una evaluación de su desarrollo cultural, convendría conservar algunos de los medios en que se produjo esa evolución. Ciertos parajes de carácter agreste o rural pueden tener un valor excepcional para el estudio de una cultura, por ejemplo, la montaña donde vivió un santo, el árbol bajo el cual se firmó un tratado o el campo de batalla en que se decidió el destino de un país. Esos lugares de interés religioso o histórico constituyen antecedentes concretos para la apreciación de la historia de una nación. Se ha reconocido la utilidad de preservar lugares de interés arqueológico tales como las ruinas de Machu-Pichu en el Perú o de Anzkor en Camboya, pero también conviene preservar el medio natural en que se encontraban esas ciudades o esos monumentos.

3. Valores éticos

Para ciertas personas toda vida es sagrada y el hombre no debe destruirla. Para otras las relaciones del hombre con la naturaleza deben regirse por ciertas normas éticas. Tales conceptos han contribuido a la conservación de las especies silvestres y los lugares naturales y para muchos, son una justificación suficiente de las medidas de preservación.

a. Las religiones orientales

Para los adeptos de ciertas religiones hindúes la vida es sagrada. Esta creencia, llevada al extremo, conduce al vegetarianismo total y a la prohibición de destruir cualquier forma de vida animal. Las engorrosas "vacas sagradas" de la India son el testimonio de esa reverencia particular de que es objeto este

animal. Una consecuencia favorable de estas creencias es que se hayan conservado muchos animales silvestres que de otra manera se habrían extinguido. En muchas formas del budismo esa creencia en el carácter sagrado de la vida es aún más rígida y gracias a ella se han conservado ciertas especies en muchos de los países de Asia oriental y sudoriental. Desgraciadamente, esa clase de protección que se aplica a los animales rara vez se extiende a su hábitat y, como ambos son interdependientes, la destrucción generalizada de éste ha causado una grave merma de distintas especies animales. Sin embargo, hay excepciones, por ejemplo, la de los lugares conservados por razones religiosas, entre ellos los jardines de los templos. En éstos se han conservado especies que de otro modo se habrían extinguido: como el árbol Ginkgo de los jardines sagrados de China y del Japón.

b. Las religiones occidentales

La reverencia por la vida animal no es una característica de las religiones occidentales, judaica, musulmana o cristiana. Es posible que los frecuentes abusos que se han cometido contra la naturaleza en las sociedades occidentales, guarden alguna relación con la creencia de que el hombre es un ser separado de los otros animales, y el único dotado de alma. Sin embargo, también en las religiones occidentales, ciertas figuras destacadas y sus discípulos han sido inspirados por la creencia en el carácter sagrado de otros seres vivos. Entre los cristianos, San Francisco de Asís es uno de los primeros ejemplos. Otro, más reciente, es el Dr. Albert Schweitzer, con su doctrina del "respeto por la vida". Ciertos principios rituales, tales como la prohibición de comer carne de cerdo, que respetan los judíos y los mahometanos, han servido para proteger a determinadas especies. La abundancia excesiva de jabalíes en el Paquistán occidental, es una consecuencia de creencias religiosas similares a las que protegen a las vacas en la India.

c. Conceptos modernos

Aldo Leopold, eminente especialista norteamericano en conservación, ha hablado de la necesidad de formar una "conciencia ecológica" y una "ética de la tierra" que rijan las relaciones del hombre con el medio. Una ética de ese orden supondría el reconocimiento de los derechos de otras especies, del mismo modo que la ética social supone el reconocimiento de los derechos de nuestros semejantes. Sin embargo, la formulación de normas éticas que se apliquen a la actitud del hombre hacia su ambiente y a la formación de una conciencia que gobierne sus relaciones con otras especies son objetivos loables que aún no se han alcanzado en general. Tal vez ese concepto encuentre su mejor expresión en las siguientes palabras de un jefe nigeriano: "Considero que la tierra pertenece a una vasta familia integrada por muchos muertos, algunos vivos e inmigrantes que aún no han nacido". Si se impusieran las consecuencias de este concepto en nuestras relaciones con el medio, quizá dejásemos de utilizar de una manera destructiva la tierra y la naturaleza.

4. Valores económicos

a. Beneficios directos

Las comunidades naturales y las especies silvestres, además de los valores intrínsecos ya mencionados, tienen un valor utilitario directo. Efectivamente, en el África oriental y meridional se ha comprobado que es mayor el valor utilitario de los animales silvestres, como productores de carne, que el de los animales domésticos. Asimismo, en los Estados Unidos, en Australia, y en otras regiones, se ha demostrado el superior valor utilitario de una combinación de especies silvestres y domésticas. En la URSS se ha comprobado la gran utilidad directa de una especie silvestre, el antílope saiga, así como la posibilidad de domesticarlo, demostrada por el ejemplo precedente del eland. El comercio de pieles es un ejemplo tradicional de utilización comercial de las especies.

silvestres, particularmente en las regiones árticas donde la producción de pieles suele ser la principal forma de explotación económica del territorio. El marfil de los elefantes, el almizcle del almizclero, el aceite de la ballena, las plumas del pájaro del paraíso, son otros tantos ejemplos del valor utilitario directo de los animales silvestres. En ciertas regiones, tal vez representen la más provechosa utilización posible de un medio particular. En cambio, en otros, tal vez sea más conveniente combinar la producción de las especies con la de las domésticas. Por desgracia, la ignorancia hace que a menudo se sacrifique el elevado valor utilitario directo de las especies silvestres por un valor inferior, pero más conocido, de las especies domésticas, como ocurre en algunas partes de Africa.

b. Beneficios indirectos

En algunos países y, en ciertos casos, en determinadas porciones del territorio de un país, el turismo rinde grandes beneficios económicos. Los países que poseen paisajes naturales admirables o cuya fauna silvestre es diversa y abundante, tales como los de Africa oriental, obtienen importantes ingresos del turismo internacional. La utilidad del turismo justifica que un Estado invierta grandes sumas en proteger los recursos naturales que lo atraen. Citemos como ejemplo los parques nacionales de Kenia, Uganda y Tanzania. Dentro de una misma nación, el movimiento turístico interior contribuye a transferir riqueza de los centros urbanos a las regiones rurales, favoreciendo con ello a las economías locales y permitiendo el desarrollo de los servicios y de los medios de esparcimiento que necesitan o desean las poblaciones de las zonas rurales.

Aparte de su explotación directa para el consumo, la fauna silvestre y los recursos pesqueros tienen otro valor potencial importante, como medio de recreo para los aficionados a la caza y a la pesca. En algunos países, estas actividades tienen muchos adeptos y, lo mismo que el turismo pueden atraer

inversiones de fondos internacionales para su implantación o desarrollo. Dentro de las fronteras de un país, la caza y la pesca, en su carácter de deportes, pueden servir para transferir riqueza a las regiones rurales, en beneficio de todo el país.

c. Ventajas para la productividad y estabilidad de las regiones productoras de bienes de consumo

La existencia de zonas silvestres, grandes o pequeñas, puede ser beneficiosa para los terrenos que se destinan fundamentalmente a los cultivos, porque aportan a estos últimos la necesaria diversidad ecológica. Por razones ya expuestas, esas zonas de vegetación natural contribuyen a estabilizar las cuencas colectoras y a garantizar la existencia de caudales continuos de agua aprovechable. Gracias a la acción de los factores de regulación biológica, una variedad de especies silvestres en una zona puede servir para evitar las epidemias locales de especies dañinas. Efectivamente, la diversidad de la vegetación es un obstáculo para que los organismos dañinos se desarrollen y dispersen hasta asumir las proporciones de una plaga. Convendría realizar estudios a largo plazo para comparar la productividad sostenida de los cultivos y los bosques en lugares de vegetación y explotación muy diversificada, por un lado, y en lugares totalmente talados y utilizados para monocultivos extensivos, por otro.

B. CLASIFICACION DE LAS ZONAS PROTEGIDAS

Una vez tomada la decisión de proteger los elementos insustituibles del paisaje y de la biota, es esencial trazar un programa de conservación y explotación. Las líneas del programa variarán con arreglo al recurso que se trata de proteger y al propósito que guía la protección. Por ejemplo, es posible que un pico rocoso que se distinga por su valor como elemento de paisaje, no exija medidas concretas de conservación o explotación fuera de la prohibición de

abrir canteras o hacer obras y, quizá, alguna medida para proteger a los visitantes. En cambio, si se trata de una especie en peligro de extinguirse, además de preparar un programa de restauración del hábitat, será necesario promulgar rigurosas disposiciones para protegerla. Para ciertos efectos, la mejor forma de proteger algunos recursos consiste en establecer reservas o parques. En otros casos, sólo hará falta alguna disposición legislativa razonable para evitar una explotación excesiva. En la siguiente exposición se considerarán en primer término los recursos que requieren una protección muy estricta.

1. Zonas naturales

Se consideran zonas naturales aquéllas que están poco o nada perturbadas por el hombre, en lo que afecta al carácter silvestre o primitivo, así como las zonas en etapas de subclímax, disclímax o sucesiones que representan comunidades creadas por distintos grados de perturbación. De esta manera, en algunas zonas será conveniente conservar, por ejemplo, un bosque perennifolio de clímax latifoliada; un bosque de pinos de subclímax originada por un incendio de grandes proporciones, un huracán o alguna otra perturbación; o una etapa de pradera o de matorral de una sucesión vegetal desarrollada en el terreno de una explotación agrícola abandonada. La protección del primer bosque mencionado requiere evitar por completo cualquier perturbación mientras que en los otros casos se necesita que las perturbaciones, tales como la acción del fuego, el desbroce de las tierras, el laboreo, etc., no excedan del grado de intensidad que garantice la perpetuación del sistema. La máxima protección de las zonas naturales se obtiene en los distintos tipos de reservas, parques, zonas de explotación o bosques abiertos al público:

a. Reservas científicas

1) Reservas naturales estrictas. Objeto: la conservación de zonas típicas de comunidades bióticas clímax intactas para estudios científicos. En estas

zonas se evitarán todos los tipos de perturbación, tales como las derivadas de la explotación maderera, el pastoreo del ganado doméstico, la caza, la pesca, el turismo, el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, las obras de carácter comercial, urbano o industrial y la agricultura. La utilización con fines científicos se limitará a la realización de observaciones o reconocimientos que no supongan perturbaciones importantes. Las actividades con fines educativos se fiscalizarán cuidadosamente y sólo se permitirán aquéllas que no entrañen ninguna alteración. Todas estas actividades requerirán un permiso previo. Este tipo de reserva puede dividirse a su vez en dos categorías:

Clase A: Esta clase deberá quedar exenta de toda intervención humana salvo las descritas más arriba, incluso las relacionadas con la prevención de incendios y la lucha contra los insectos u otros organismo patógenos.

Clase B: Estas zonas podrán ser objeto de medidas de prevención de incendios u otros daños graves causados por los insectos o los organismos patógenos, a fin de mantener el tipo de comunidad que se establecería a consecuencia de la adopción de tales medidas de protección.

No se imponen límites a las dimensiones de una reserva natural estricta. La determinación de las dimensiones más convenientes para la protección de la comunidad total con las especies animales asociadas, y de las barreras limitativas necesarias para eliminar efectos marginales desfavorables, estará a cargo de la autoridad científica competente.

Para establecer una reserva natural estricta se podrá invocar en principio la necesidad de proteger especies en peligro cuando la protección total de un hábitat intacto beneficie a las especies interesadas. En cambio, no se recomendaría en el caso de una especie que exige una explotación razonable del

hábitat, una defensa contra los predadores u otra forma de ordenación que suponga una alteración de la reserva.

2) Zonas de interés científico. En este caso, el objeto consiste en conservar zonas típicas de comunidades bióticas, hasta entonces intactas o bien en alguna etapa de su transformación, con fines de ordenación e investigación científica que suponen diversos grados de alteración de la comunidad. Se permitirán todos los tipos de investigación científica, incluso aquéllas que obliguen a perturbar o eliminar la vegetación o la fauna o a construir instalaciones diversas. Previo permiso, se podrían usar con fines educativos, dentro de ciertos límites. Sólo en contadas excepciones se admitirían otras aplicaciones públicas. El organismo administrador, asesorado debidamente, se pronunciaría sobre la compatibilidad de las distintas aplicaciones científicas. A base de recomendaciones de hombres de ciencia competentes, se determinarían las dimensiones y los límites de la zona. En general, será conveniente que las zonas de explotación científica estén adyacentes o próximas a las reservas naturales estrictas, tanto para servirles de escudo como para facilitar el estudio de comunidades análogas con diferentes grados de alteración.

b. Parques nacionales

Objetivos: En este caso la preservación tiende a proporcionar lugares de recreo en los que la población pueda gozar de los atractivos naturales de sitios de excepcional belleza o que albergan comunidades bióticas cuya rareza es motivo de interés para el público. En estos parques deberá evitarse todo factor de alteración, exceptuando aquellas actividades de ordenación que se consideren necesarias para la conservación de los paisajes o las curiosidades bióticas o aquellas mejoras necesarias para facilitar el acceso del público y el disfrute del lugar, con tal que no entrañen un obstáculo para la conservación del interés panorámico o biótico del parque. Se podrán admitir también en el parque las

actividades científicas y educativas que no interfieran con la conservación del paisaje y de las características bióticas. En términos generales, un parque nacional deberá ser un lugar de gran extensión y calidad excepcional. Las dimensiones recomendadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales son: 500 Ha. como mínimo en los países de densidad de población igual o superior a 50 personas por km² y 2.000 Ha., como mínimo, en los países de densidad inferior a 50 personas por km². Los parques nacionales se dividirán en dos categorías:

1) Parques o zonas silvestres. Son aquéllos en los que no se han trazado caminos ni otras facilidades para el transporte mecanizado. Su acceso está limitado a los peatones, a las cabalgaduras o vehículos de tracción animal y a las embarcaciones sin motor. Se deberán conservar en el estado más primitivo posible, sin establecer servicios para turistas fuera del trazado de senderos y la instalación de campamentos sencillos.

2) Parques o zonas turísticas. Estos parques obedecerán a las limitaciones descritas en el párrafo 1 pero se admitirá en ellos a los turistas con medios de transporte motorizados y se construirán los caminos y otros elementos de transporte necesarios. Se tolerarán los hoteles, restaurantes y otros servicios para turistas que existan ya en el emplazamiento del parque; pero, dentro de lo posible, los establecimientos nuevos se levantarán fuera de los límites del mismo. Se evitará construir dentro de los parques nacionales instalaciones del tipo de las que existen en Banff o en Jasper, en los parques del Canadá.

Un parque nacional único puede subdividirse en dos zonas, una silvestre y otra turística. En términos generales, cuando las circunstancias lo permitan, se podrá hacer que el parque nacional rodee o sea adyacente a una reserva natural estricta, lo que beneficiará a ambos lugares, pero no conviene que rodee a

una zona de interés científico debido a los problemas que plantean las restricciones impuestas a la utilización de ésta.

Para evitar la ambigüedad que prevalecía anteriormente en las normas de ordenación, cuando se consideraba que la conservación de los caracteres silvestres no era parte esencial de la política de parques nacionales, en adelante se dará por sentado que todo parque nacional no clasificado como parque silvestre o parque con zonas silvestres, carece de tales caracteres.

c. Reservas especiales

Las zonas naturales que no reúnan las cualidades necesarias para ser incluidas en el sistema de reservas científicas o parques nacionales podrán clasificarse como reservas especiales. Estas reservas pueden crearse para la preservación de especies raras o en peligro de desaparecer, cuando esto requiera un tratamiento especial incompatible con la ordenación de los parques nacionales o las reservas científicas, o para la conservación de lugares de interés histórico y cultural. Se considerará que pertenecen a la misma categoría los parques que no son lo bastante extensos ni excepcionales para ser clasificados como parques nacionales. El público tendrá o no acceso a estas reservas especiales con fines de recreo y de turismo, según que estas actividades sean o no compatibles con el propósito perseguido por la creación de la reserva.

d. Zonas de ordenación especial

Entran en esta categoría las zonas cubiertas de vegetación natural que se utilizan primordialmente para producir bienes de consumo, pero que sirven secundariamente para el recreo del público. Como ejemplos, pueden mencionarse los bosques nacionales y las tierras fiscales de los Estados Unidos, ordenadas para la producción de madera, pastos, recursos hidráulicos, fauna silvestre para la caza y la pesca y recreo del público. También corresponderían a la misma categoría las zonas nacionales de recreo, de los Estados Unidos, que se destinan en

principio al recreo público, pero se utilizan también para la producción de bienes de consumo. En cambio, no se incluirán las zonas destinadas exclusivamente a la producción, a las que no tiene acceso el público. En el planeamiento de la utilización del terreno, conviene disponer, en torno a los parques nacionales y reservas científicas, una cintura de zonas que conservarán su vegetación natural, pero se utilizarán al mismo tiempo para obtener productos silvestres. Así se evitará la yuxtaposición de los parques y reservas científicas con zonas de intenso desarrollo agrícola, urbano o industrial, que deben considerarse casi incompatibles con las primeras.

Junto a la invasión del medio natural por los cultivos y otras utilidades, en los países adelantados y quizá en menor grado en el resto del mundo también, se observa a menudo la tendencia inversa. La evolución de determinados valores sociales y económicos conduce a descuidar o abandonar terrenos que anteriormente se explotaban en forma intensiva. Ocurre así, por ejemplo, con ciertos pastizales de las regiones montañosas de las Islas Británicas que ya no se prestan, económicamente, para la ganadería, debido a la competencia de las explotaciones agrarias intensivas, con los pastizales y bosques empobrecidos del Sur de Europa y con las explotaciones agrícolas abandonadas del Este de los Estados Unidos.

El abandono no puede constituir por sí solo una medida eficaz de conservación de los recursos o de restauración del patrimonio natural con todos sus valores científicos y estéticos. Aunque algunas de esas zonas se puedan convertir en reservas o parques naturales, es más importante impedir que el abandono disminuya la riqueza y variedad del medio en su conjunto. El planeamiento racional debería proponerse como objetivo la determinación y el fomento de las utilidades más apropiadas y la provisión de medios de transporte y otros servicios capaces de convertir esas zonas en una fuente de riqueza en vez de en una carga

y una ofensa para la vista. Así, por ejemplo, la relativa escasez de carne, leche y productos forestales que se observa en los países del Mediterráneo, podría aliviarse parcialmente gracias a una explotación más racional de las tierras altas abandonadas con el consiguiente beneficio para la población. Implantando sistemas de producción extensiva bien planeados, que podrían cubrir los gastos de explotación, se lograría aumentar, en lugar de disminuir, la aptitud ecológica de dichas tierras, como reservas de especies silvestres vegetales y animales, y su interés para la sociedad.

2. Ordenación general de las especies silvestres

Daremos por sentado que la fauna silvestre es de propiedad pública. El Estado podrá delegar este derecho de propiedad en personas privadas, en condiciones que el mismo Estado especificará teniendo debidamente en cuenta el interés público. Debería reconocerse la importancia de la conservación de las especies silvestres aun fuera de los parques y reservas. Para muchas especies, incluida la mayor parte de las migratorias, es imposible establecer reservas suficientemente extensas para asegurar una protección completa. Las autoridades deben tomar medidas legales para garantizar esa protección y organizar los servicios de vigilancia necesarios para la aplicación de esas medidas. Las especies más raras o más expuestas de la fauna y la flora silvestre deben contar con una protección total en todo momento. Normalmente se permite la recolección de las especies silvestres más abundantes, con fines deportivos, científicos o comerciales, excepto en aquellos parques y reservas donde tal recolección sería incompatible con los propósitos básicos, pero esa recolección exigirá en todos los casos una licencia o permiso de las autoridades competentes. El volumen de la recolección deberá ser siempre compatible con la conservación de las especies y el principio del rendimiento sostenido. Además de la protección especial de que son objeto la fauna silvestre y las especies raras o amenazadas,

deberían organizarse programas educativos para incitar a los propietarios o explotadores agrícolas a proteger el hábitat natural y las especies silvestres siempre que sea compatible con la utilización primaria del terreno. Cuando sea factible desde el punto de vista ecológico y económico, el principio del mantenimiento de la diversidad, que debe orientar toda ordenación del terreno, exigirá que se atienda particularmente a la preservación de los espacios abiertos naturales y de las especies silvestres.

Debe prestarse especial atención a la función de los lugares naturales y de la fauna silvestre en las zonas urbanas y en las dedicadas a la producción intensiva de bienes de consumo. La mayoría de los habitantes de estas zonas, rara vez pueden visitar los parques y las reservas. Sólo se podrán lograr los beneficios psicológicos y educativos que ofrece el contacto con la naturaleza y con la fauna silvestre si se establece un sistema adecuado y representativo de las zonas naturales en todas las categorías de terrenos. Estos parques urbanos y cinturones verdes no exigirán necesariamente la adopción de medidas de protección especies como las que se aplican a los principales parques y reservas. El propósito básico consiste en proporcionar aire libre, bellezas naturales y contacto con especies apropiadas de la fauna y flora silvestre para todos aquellos que lo deseen o lo necesiten.

VI. UTILIZACION RACIONAL DE LA BIOSFERA

A. OBJETIVOS QUE DEBE PROPONERSE LA HUMANIDAD

Es indiscutible que los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos durante el siglo XX entrañan para la humanidad una esperanza que no estaba justificada anteriormente. Las perspectivas de satisfacer las necesidades de la población mundial en materia de alimentos, fibras textiles y otros productos esenciales para la vida son más favorables que las previsibles hace pocos decenios. En cambio, la posibilidad de satisfacer las necesidades de una población mundial cada vez mayor son tan remotas como siempre. El hecho de que se disponga de técnicas científicas no es una garantía de que se lleguen a aplicar a los problemas humanos. La existencia de una tecnología capaz de rendir beneficios a toda la humanidad no significa necesariamente que pueda o quiera aplicarse para mejorar las condiciones de vida del hombre.

En muchos lugares se observa que la tecnología se aplica sin equilibrio ni freno, que el desarrollo urbano e industrial y el crecimiento de los servicios necesarios para ello están destruyendo las amenidades que embellecen la vida y poniendo en peligro la propia continuidad de la existencia humana en las zonas excesivamente pobladas. Así, por ejemplo, el aire que se respira en Nueva York, Londres, Los Angeles o Tokio contiene tal proporción de contaminantes que se puede decir que la morbilidad y la mortalidad sólo están esperando la combinación fortuita de fenómenos meteorológicos que impida la circulación normal del aire en esas ciudades para alcanzar valores catastróficos. Es sorprendente en

qué medida hemos permitido que la tecnología nos imponga determinadas condiciones de vida, en lugar de utilizarla para crear un medio más favorable. En cierto modo, hemos permitido que nuestro conocimiento de lo que es tecnológicamente posible influya en nuestras previsiones de lo que es económicamente y socialmente probable. De este modo, abrigamos esperanzas infundadas de prosperidad y abundancia. Es preciso que la humanidad analice sus objetivos y oriente sus medios y su capacidad tecnológica hacia la consecución de dichos objetivos:

1. Opciones posibles

Fundamentalmente tenemos tres opciones posibles, con sus diversas variantes:

a. Un mínimo de subsistencia para una población máxima

Podríamos canalizar todos los recursos y aprovechar todo el espacio disponible para permitir la subsistencia del número máximo de personas que la tierra puede mantener en vida. Todos rechazaríamos conscientemente ese propósito. Sin embargo, en la práctica, en muchos lugares del mundo, la humanidad se comporta como si ése fuera efectivamente su propósito. Como prueba suficiente, citaremos los cientos de millones de personas que pasan hambre en América Latina, África y Asia. La consecuencia final de la persecución de este objetivo sería una sucesión de catástrofes.

b. Condiciones de vida satisfactorias para un máximo de individuos

También podríamos canalizar todos los recursos y aprovechar todo el espacio disponible para ofrecer buenas condiciones materiales de vida al mayor número posible de individuos que pueda acceder a ese nivel, sacrificando los valores naturales en aras de una existencia artificial. Aunque no se haya enunciado como objetivo, ésta es una consecuencia quizá imprevista, de la "religión del crecimiento" tan difundida en las sociedades industrializadas y tecnológicas. En éstas, es frecuente que se sacrifiquen los valores naturales en aras del

aumento de la producción de aquellos artículos que tienen fácil salida en el mercado y constituyen índices del progreso económico. La vida diaria del ocupante de un piso de clase media en el centro de Tokio o Nueva York sería un buen ejemplo de condiciones materiales de vida relativamente altas, de elevado nivel de consumo de bienes económicos y de falta casi completa de contacto con objetos que no estén fabricados por el hombre, que caracterizan la búsqueda incesante de ventajas económicas a expensas de los valores naturales.

Es fácil predecir las consecuencias de esta insistencia continua en la producción creciente de bienes de consumo y del aumento de la población a expensas del medio natural, o sea: la contaminación cada vez mayor del aire, la tierra y el agua; la alteración de los ecosistemas naturales hasta poner en peligro la productividad y la vida misma; la lucha sin descanso contra los insectos y las plagas; y, por último, tal vez la aparición de un ser humano de tipo diferente, capaz de tolerar esas condiciones de existencia, con eliminación simultánea de aquéllos que no lo son. Esa continua insistencia en el desarrollo económico a costa de los valores naturales, junto con la injusta distribución de bienes materiales que suele traer aparejada, podría aumentar la probabilidad de los conflictos internacionales derivados de la creciente competencia por los mercados y las materias primas, hasta tal punto que correría peligro la propia existencia de la humanidad.

c. Buena calidad de vida para un número óptimo de individuos

El objetivo humano que entraña el concepto de utilización racional de la biosfera se propone combinar un alto nivel de vida con la conservación de la máxima variedad del medio natural y artificial, sin olvidar la protección de las especies no humanas y de los beneficios de la naturaleza silvestre. En esas condiciones, se conservarían las posibilidades de cambiar de rumbo, de crear diferentes modos de vida, porque no se habrían canalizado ni utilizado

todos los recursos y se dispondría de espacio vital abundante. Pero sólo podría alcanzar este objetivo una población humana limitada a un número de individuos compatible con esas condiciones, que quizá podría definirse como la abundancia óptima de personas. Es imposible indicar en términos generales los números efectivos que constituirían esa población óptima porque varían con los países, las culturas y el grado de adelanto tecnológico. Desde el punto de vista ecológico, este concepto corresponde al de densidad óptima de las especies animales, es decir, la que procuramos mantener cuando explotamos una especie animal. Siempre dentro de ese concepto ecológico, cabe afirmar que ese es el único objetivo realista para la humanidad, porque es el único que permite la supervivencia de individuos libres, psicológicamente completos. En efecto, acéptese o no como objetivo, esa orientación hacia la calidad de la vida en lugar de hacia la cantidad de individuos y la producción económica es la única oportunidad de conservar permanentemente la civilización dando a los individuos la posibilidad de desarrollar todo su potencial humano.

2. Adaptación de los medios a los fines

El hecho de que nuestra tecnología y nuestro comportamiento no persigan objetivos aceptables para la humanidad debe imputarse a numerosos factores. Entre ellos figuran la falta de conocimientos, la incomprensión de las posibles consecuencias de nuestra propia conducta, la incapacidad o renuncia a prever el porvenir y a preparar planes efectivos a largo plazo, y, a veces, la tendencia de muchos a desinteresarse de la suerte de sus semejantes o de las generaciones futuras, porque sólo les impulsa el deseo de adquirir riqueza o poder para ellos mismos.

a. Ignorancia de las cuestiones ecológicas

Todavía es muy frecuente la ignorancia de los problemas ecológicos. Por ejemplo, los ecólogos podían haber previsto fácilmente las consecuencias que

tendría sobre el medio de aplicación de los plaguicidas polivalentes y de acción persistente. Sin embargo, esos plaguicidas se fabricaron y ensayaron antes de que los usuarios tuvieran los conocimientos ecológicos adecuados. Ahora bien, además de la ignorancia de las consecuencias ecológicas, el hecho de que dichos productos se hayan seguido aplicando revela una propensión a sacrificar el bienestar general, y a hacer caso omiso de los riesgos, en aras de la obtención de ganancias inmediatas para unos pocos. La ignorancia ecológica ha intervenido a menudo en actividades tales como la explotación abusiva de los pastizales en las tierras semiáridas, el desbroce de las cuencas colectoras, la tala de bosques productivos, la construcción de presas, que nunca se llenan, para regar tierras que pronto dejan de producir, o la contaminación del aire con los gases de escape de los motores de combustión interna. Por otra parte, cuando se vence la ignorancia, se siguen aplicando los mismos procedimientos porque no se sabe anteponer el bienestar del país o de la humanidad a los intereses económicos de algunos individuos.

b. Falta de planificación

En general, no se tienen debidamente en cuenta los efectos a largo plazo de las actividades humanas. Existe todavía una manifiesta incapacidad para preparar planes. Más frecuente aún es la incapacidad de tener en cuenta, al trazar los planes, todos los factores identificables. En el planeamiento económico se deja sentir la necesidad de asignar la debida importancia a las normas de conservación y a los principios ecológicos. Además, cuando se llega a efectuar un planeamiento, se atiende en gran parte a los factores técnicos, económicos y políticos pero es raro que se preste suficiente atención a los factores económicos que, a la larga, son los que determinan el éxito o el fracaso del plan. Lo más frecuente es que el planeamiento se haga a corto plazo, basándose en los beneficios económicos inmediatos y en el ciclo político local. Los presupuestos de

muchos organismos oficiales se aprueban año por año. Los programas a largo plazo aprobados por una legislatura son anulados a los pocos años por la siguiente. El oportunismo político exige resultados inmediatos, cuesten lo que cuesten al medio ambiente, para justificar el futuro financiamiento de otro programa. Los economistas prefieren hacer planes para cinco años a lo sumo y nunca para más de veinte. En definitiva, todo planeamiento, para ser racional, debe ser a largo plazo y tener en cuenta las condiciones reales de la biosfera. Además, el planeamiento sirve para poco si no va acompañado de medidas políticas, económicas y sociales para su aplicación. En los trabajos sobre planeamiento se encuentran muchos mundos utópicos, ninguno de los cuales es el que habitamos.

3. Las limitaciones de espacio

Nuestros conocimientos actuales sobre el sistema solar y sobre el universo nos han enseñado que vivimos en un pequeño planeta que gira en torno de una estrella secundaria de un sistema planetario que, en general, no parece favorable al desarrollo de la vida. La continuación de nuestra existencia en la tierra depende de nuestra capacidad para resolver nuestros problemas de población y de medio ambiente. Estamos condenados a vivir en la tierra y no podremos emigrar en masa a otros planetas. Podemos escoger entre continuar procediendo de una manera que terminará en la destrucción de la humanidad o ajustarnos a las limitaciones de nuestro planeta.

Nuestra situación se asemeja a la de los habitantes de una pequeña isla, sin contacto con el mundo exterior. Muchos pueblos primitivos debieron afrontar circunstancias análogas y, en su mayoría, supieron adaptarse a las mismas. Los exploradores que descubrieron las islas más remotas de nuestro planeta, comprobaron en general que los isleños primitivos habían logrado mantener un número moderado de habitantes en medios conservados en condiciones favorables para el hombre. La incidencia de civilizaciones más adelantadas y, luego, la revolución

industrial alteraron por completo la ecología de muchas de esas islas y llevaron algunas al borde del desastre. Un crecimiento demográfico apenas reprimido, la destrucción del medio natural y, a menudo, su sustitución por monocultivos precarios, se sumaron para imponer condiciones miserables a los habitantes de islas tales como Santo Domingo, La Reunión y Mauricio. Mientras que muchos pueblos primitivos supieron comprender las limitaciones del medio, las sociedades tecnológicas modernas, que prometen la abundancia y, con demasiada frecuencia, sólo proporcionan sufrimientos, se han mostrado reacias a reconocer tales límites. Mientras no lleguemos a entender las relaciones existentes entre la riqueza del medio, el nivel óptimo de población y el bienestar humano en ecosistemas insulares relativamente simples, hay pocas esperanzas de que podamos comprenderla en el conjunto del planeta. Quizá una actividad internacional orientada hacia la utilización racional de los ecosistemas insulares ayudaría a señalar rumbos para la tierra entera, además de servir para mejorar la situación de los isleños.

B. DIFERENTES UTILIZACIONES DEL TERRENO

En todos los países existe una gama de formas de explotar la tierra, desde las zonas urbanas o industriales más intensamente aprovechadas hasta las regiones silvestres que apenas se utilizan. Para el planeamiento de la utilización del suelo es preciso tener en cuenta todos los elementos de esta gama. No se debería utilizar ninguna zona sin estudiar previamente las posibles repercusiones sobre las demás. Es esencial que cada parte rinda a la larga el máximo provecho, sea directo o indirecto. Es imprescindible que las utilizaciones sean al mismo tiempo compatibles y perdurables. Para lograr estos propósitos, hay que empezar por clasificar los terrenos y los ríos con arreglo a sus posibilidades. Una vez hecho esto, se establecerá un orden de prioridad en función no sólo de las posibilidades del terreno sino también de la adaptabilidad de los

tipos de utilización a los terrenos disponibles. Se dará la máxima prioridad a las utilidades necesariamente fijas o limitadas, y la mínima a las que admiten una mayor flexibilidad en lo que atañe a la elección del terreno. Por ejemplo, es posible que sólo exista un emplazamiento razonable para un puerto o para un parque nacional pero muchos sitios potenciales para trazar una carretera o construir viviendas.

1. Utilización múltiple del terreno

El concepto de utilización múltiple presupone que la tierra puede tener más de una función útil. Una región boscosa puede servir al mismo tiempo para producir madera, como hábitat de la fauna silvestre, como lugar de recreo, para fijar el suelo y para regular el ciclo hidrológico. Cuando una región, explotada adecuadamente, puede tener diversas aplicaciones simultáneas, ese aprovechamiento múltiple puede ser conveniente para la sociedad. Sin embargo, es preciso establecer un orden de prioridad en función del valor y de las posibilidades del lugar. También es posible que algunas de esas utilidades sean incompatibles entre sí, lo que deberá tenerse muy en cuenta. Un lugar que se preste a la producción comercial de madera normalmente no podrá utilizarse al mismo tiempo como terreno de pastoreo intensivo, puesto que ambas aplicaciones son en general incompatibles. La utilización de una zona como reserva científica o parque silvestre es incompatible con la producción de bienes de consumo o con las actividades recreativas en gran escala.

El concepto de utilización múltiple es más aplicable a una región que a un lugar determinado. Dado que los lugares ofrecen diferentes posibilidades, la mejor forma de explotar la región consistirá en dar a cada uno de los lugares que la componen la aplicación a que más se preste. A menudo, una reserva científica o un parque silvestre se beneficiarán si los terrenos circundantes de la región se destinan a servicios de recreo al aire libre o a la producción

comercial de madera, ya que estas aplicaciones pueden servir de defensa contra otras formas de explotación más intensas o incompatibles con las primeras. La utilización de una zona como emplazamiento de una fábrica excluye necesariamente la posibilidad de otras aplicaciones. En cambio, la utilización de una zona con fines industriales se facilitará si los emplazamientos de las fábricas se protegen con espacios verdes que eviten las complicaciones que entrañaría toda utilización incompatible con aquélla, por ejemplo, la construcción de viviendas. Esto significa que el concepto de la utilización múltiple se presta al planeamiento racional de la explotación de una región mientras que sólo tiene una aplicación restringida en el caso de un lote de terreno determinado.

2. Rendimiento sostenido

Otro concepto fundamental para la explotación de la tierra y los recursos vivos, es el del rendimiento sostenido. Todo terreno debe reunir las condiciones necesarias para soportar las consecuencias de la explotación a que se le someta. Normalmente convendrá evitar las utilizaciones de carácter extractivo capaces de reducir las posibilidades del terreno. La demanda impuesta a los recursos edafológicos o bióticos no debe superar a la capacidad del suelo o de la biota para satisfacerla.

En el caso de las tierras cultivadas, el respeto del criterio del rendimiento sostenido supone evitar toda aplicación que pueda reducir su capacidad productiva por una disminución de la fertilidad, una alteración de la estructura edafológica u otras formas de agotamiento. En silvicultura, el rendimiento sostenido exige un sistema de ordenación que garantice la continuidad de la producción forestal. La recolección de la fauna silvestre nunca deberá exceder de la capacidad de reproducción de la especie de que se trate. La explotación a base de un rendimiento sostenido puede aplicarse a todos los recursos vivos y ayuda a garantizar una productividad sostenida. La determinación del rendimiento que

puede sostenerse varía de un sitio a otro y es un problema que aún no se ha resuelto en muchas zonas.

3. Clasificación de las tierras

La primera medida conducente a una explotación racional consistirá en clasificar la tierra y los recursos vivos en función de su menor o mayor capacidad para soportar la explotación. No se estudiarán aquí los procedimientos de clasificación de los terrenos para la producción de bienes de consumo en las regiones templadas porque, si bien admiten aún mejoras, son ya bien conocidos y extensamente aplicados. En lo que atañe a las regiones tropicales, es preciso seguir estudiando la cuestión hasta que los procedimientos de clasificación puedan considerarse acertados. Sin embargo, en esta materia, existen ciertos criterios que generalmente se olvidan cuando en realidad merecen preferente atención. Por ejemplo, convendría recordar los dos criterios siguientes:

- a) ¿Posee el lugar características panorámicas o paisajísticas especiales o únicas? En caso afirmativo, ¿deben darse al terreno aplicaciones compatibles con la conservación de dichas características, aunque hubiese otras formas de explotación que permitiesen obtener de él mayores beneficios?
- b) ¿Alberga el lugar alguna comunidad biótica especialmente interesante? La presencia de especies poco numerosas de caracteres únicos o expuestas a desaparecer, o de ejemplos excepcionales de comunidades vegetales o animales impondrá una forma de explotación que permita preservar esas cualidades bióticas de especial interés.

La clasificación de los lugares privados de características panorámicas, paisajistas o bióticas sobresalientes, que exijan la adopción de medidas especiales de conservación, se basará en los criterios aplicados habitualmente para determinar en general el destino que se ha de dar a un terreno. Entre esos

criterios figuran el clima, las características del suelo, los aspectos geológicos e hidrológicos, la biota, la inclinación, el avenamiento, la estabilidad funcional, etc. La clasificación deberá especificar el grado de utilidad del lugar para la agricultura, el pastoreo, la silvicultura y otras aplicaciones y el planeamiento y la regulación de la explotación se basará en esa clasificación. Los estudios agroclimatológicos llevados a cabo en el Oriente Cercano y Medio y en Africa, bajo los auspicios de la Unesco, la FAO y la OMM representan un paso positivo hacia la clasificación general de las tierras en función de la posibilidad de producir bienes de consumo. Sin embargo, en el planeamiento general de la utilización del terreno es preciso tener en cuenta además los siguientes puntos:

- c) En todo plan deben aprovecharse plenamente las posibilidades del diseño paisajista y de la arquitectura. El acomodamiento de la población y la explotación del terreno deberán combinarse de modo que realcen la diversidad y la belleza del ambiente y satisfagan al mismo tiempo las finalidades prácticas. Para preservar las cualidades del medio es preciso evitar la monotonía derivada de la utilización uniforme o de la repetición de los modelos, aun a expensas de los valores utilitarios. La diversidad, establecida en principio con fines estéticos, tendrá una influencia favorable sobre el bienestar de la población y rendirá beneficios ecológicos sosteniendo la productividad de la región. En el diseño de las ciudades se atenderá especialmente a la necesidad de renovar y diversificar la conformación de los espacios residenciales, comerciales, industriales y recreativos y la organización de los medios de transporte, a fin de crear un ambiente agradable para los futuros habitantes y dar rasgos propios y distintivos a cada comunidad.

4. Principios de la utilización del agua

Los criterios aplicados para establecer la clasificación y los principios de la utilización general del terreno deben también aplicarse al agua. Teniendo en cuenta que el agua, a diferencia de la tierra, se desplaza a través de los ecosistemas y afecta a todas las partes de éstos, debe prestarse especial atención a su empleo. En general, los conceptos de utilización múltiple y de rendimiento sostenido se aplican tanto a las cuencas hidrográficas y el alumbramiento de aguas como a la utilización de la tierra. Al clasificar las zonas hidrográficas para su utilización, deberán tenerse muy en cuenta ciertos principios que hoy día se ignoran con frecuencia.

- a) En primer término, se considerarán las zonas hidrográficas que reúnen características panorámicas poco corrientes, o poseen una biota única o grandes posibilidades de recreo y a ser posible se reservarán para usos compatibles con la conservación de esos valores.
- b) Teniendo en cuenta que la contaminación del agua destruye la utilidad de un aprovechamiento y deteriora considerablemente la calidad o la salubridad de todo el medio, hay que procurar no utilizar con exceso los ríos para la evacuación de desechos. En cada país habrá que conceder gran prioridad a la preparación de técnicas que permitan el retorno al ciclo y la recuperación de los posibles agentes contaminadores. La higienización de los desperdicios urbanos para su devolución ulterior al suelo requiere especial atención en todas las naciones.
- c) La utilización del agua para la producción de energía, riego u otros usos mediante la construcción de embalses y otras instalaciones tendría que examinarse tomando en consideración todos los valores afectados por ese hecho. Allí donde ello produzca un menoscabo importante de la calidad del medio, habrá que emprender una exploración completa

de otras zonas de aprovechamiento, así como de un posible traslado de la población o de los servicios que requieren aquella utilización.

5. Principios de la utilización del aire

El aire, como el agua, se desplaza a través de los ecosistemas y la vida depende igualmente de su calidad y de su pureza. La preservación de la calidad tiene la misma importancia en el caso del aire que en el del agua. Habrá que procurar no evacuar en la atmósfera un exceso de productos de desecho derivados de la oxidación de combustibles u otros procesos químicos. El retorno al ciclo y la recuperación de los posibles agentes contaminantes del aire necesita un estudio completo y detallado. Hay que conceder gran prioridad al desarrollo de los medios de transporte y de los procesos industriales que no producen contaminación del aire. Un diseño y un planeamiento cuidadoso de las redes de transporte y de los emplazamientos urbanos e industriales contribuyen a reducir la contaminación del aire.

C. PLANEAMIENTO Y REGULACION

Los parques, las reservas y las especies silvestres no pueden mantenerse sin prestar una atención adecuada al problema general de la utilización del terreno y del planeamiento de los recursos. Las utilidades deben estar ajustadas y ser compatibles con las posibilidades del terreno en todas las zonas de una nación. La explotación abusiva de una zona influirá en el porvenir de todas las restantes. Una presión excesiva de la población sobre cualquier categoría de terreno, ya se trate de un parque nacional o de una tierra de cultivo, frustraría a la larga la finalidad a la que se destinó la tierra.

1. Prioridades de utilización

En otra época solía planearse la utilización del terreno designando en primer término las zonas destinadas a los fines de mayor rendimiento económico,

medido por lo general en un breve periodo de tiempo. Por consiguiente, se daba la prioridad a las aplicaciones urbanas e industriales mientras que otros usos se consideraban secundarios. Dentro de las ciudades, se concedía gran importancia a los fines industriales, comerciales o residenciales así como al transporte. En las prioridades futuras deberá aplicarse un criterio de mayor alcance y amplitud en el que se tengan plenamente en cuenta las realidades ecológicas y las ventajas de la conservación. Así, se dará la máxima prioridad en el planeamiento a las zonas necesarias para reservas científicas, reservas especiales y parques nacionales ya que constituyen recursos fijos que no pueden acomodarse sino en los lugares a los que están ligados por la naturaleza. No se puede crear un parque nacional del Gran Cañon sin que exista un Gran Cañon, ni un Parque Serengeti sin las llanuras y los animales silvestres. De manera análoga, en el planeamiento urbano habrá que designar en primer término los espacios abiertos, las zonas naturales y las cinturas verdes ya que las que configuran el resto de la ciudad y determinarán en gran medida si ésta ha de ser agradable u hostil para la vida humana. Es indudable que en las ciudades ya formadas o en terrenos dedicados a la agricultura no es fácil aplicar esas prioridades. Sin embargo, habrá que tenerlas en cuenta para orientar todo el desarrollo futuro.

Debido a las necesidades ecológicas, tales como la naturaleza del terreno, los suelos y el clima, también hay que asignar una gran prioridad en el planeamiento a la protección de los terrenos agrícolas de alta calidad para limitar y regular el riesgo de que se dediquen injustificadamente a usos incompatibles, residenciales, industriales, de transporte, etc. También hay que asignar una prioridad análoga a los bosques muy productivos, determinados igualmente por el suelo, el relieve y el clima. Las utilizaciones que permiten más flexibilidad: trazado de carreteras y de vías férreas, emplazamiento de zonas residenciales, ciertas categorías de sitios comerciales e industriales etc., deben adaptarse

a terrenos que no requieren un empleo concreto y fijo, a pesar de que el beneficio económico inmediato sea mayor con esas utilizaciones flexibles.

La evolución de las formas de utilización del terreno en los países en vías de desarrollo, debe proyectarse con el mismo cuidado, si no se quiere empobrecer o destruir el insustituible patrimonio de la naturaleza cuando el hombre intenta aplicar sus conocimientos técnicos para mejorar su existencia material. La creciente demanda de alimentos y de otros bienes de consumo requiere una revolución agrícola para poner en cultivo mayor cantidad de tierras y al mismo tiempo aumentar la productividad por unidad de superficie y por agricultor. Mientras que en los países desarrollados es menos urgente, en la actualidad, extender las zonas dedicadas a la agricultura que proteger el medio restante, en los países en vías de desarrollo hay que proteger el medio al mismo tiempo que se aumenta rápidamente la producción agrícola.

Como no puede hacerse todo de una vez, el desarrollo de la agricultura debe ser selectivo. Un gran aumento de la producción en una zona relativamente pequeña de buen terreno aplicando una combinación de medidas técnicas y de aportes al suelo, aliviará la carga de una zona mucho más extensa que, de otra manera, deterioraríamos con la explotación y, al mismo tiempo, permitirá conservar por el momento los sistemas tradicionales, sencillos y menos exhaustivos, de utilización del terreno o proteger de una mayor intrusión humana zonas menos accesibles o de especial valor científico o estético.

En los países más poblados de Asia puede ser que sólo queden sin utilizar pocas tierras cultivables o bosques accesibles. Por consiguiente, habrá que dedicarse a mejorar los métodos agrícolas y silvícolas diversificando e intensificando la producción en zonas en las que puedan establecerse ecosistemas estables. Las modificaciones más eficaces serán el riego, el empleo de fertilizantes y la introducción de mejores variedades de plantas cultivadas y de animales

domésticos, junto con una distribución prudente de la tierra a diferentes usos. En otros lugares, como en gran parte de Africa y de América Latina, la presión general del hombre sobre el medio es menos intensa, pero hay que hacer la misma selección de sitios destinados al mejoramiento y los mismos cambios de método con el fin de impedir la explotación destructora de zonas cada vez más amplias del medio natural para aumentar, o simplemente mantener el volumen de la producción. Los nuevos métodos de utilización del terreno deben ir acompañados de cambios en la organización social y económica a fin de establecer la infraestructura para una industria agrícola que no esté ligada a la subsistencia local y que aporte a la población rural las satisfacciones de la civilización.

El Plan Indicativo Mundial para el Desarrollo Agrícola, que está preparando la FAO en colaboración con los países interesados y con otros organismos internacionales, se propone expresar en cifras y esclarecer los aspectos agrícolas, silvícolas y haliéuticos del urgente problema de ampliar la producción para satisfacer las necesidades razonables de las poblaciones, cada vez más numerosas y articuladas, de los países en vías de desarrollo.

Tomando como base un análisis de la producción, el consumo y el comercio en el periodo de 1961-1963, se están preparando estimaciones de la demanda futura para 1975 y 1985, que reflejen las necesidades de alimentos y el crecimiento económico. Luego se formularán para esas dos épocas los objetivos de la producción y la estructura económica dentro de la cual puede acomodarse el desarrollo futuro. Los objetivos de producción se basan en un estudio detenido del potencial físico para el aumento de la producción y en el ritmo al que pueden introducirse y adaptarse efectivamente las innovaciones, haciendo suposiciones alternativas en cuanto a la velocidad de aumento de la población y al volumen de la ayuda internacional de que se dispondrá para el desarrollo agrícola.

Si bien las tareas preparatorias del plan estarán estrechamente ligadas a un análisis bastante detallado de los factores físicos, económicos y sociales, la presentación tendrá un carácter regional. Las grandes regiones analizadas serán el Cercano Oriente, la Cuenca Mediterránea, Africa al sur del Sahara, América Latina, Asia y el Lejano Oriente. Se piensa que al próximo Congreso Mundial sobre la Alimentación, que se reunirá en 1968, podrán presentarse planes provisionales para esas regiones, así como un plan coordinado para todo el mundo.

Puesto que la expansión de la producción agrícola está directamente relacionada con los recursos naturales de los países en vías de desarrollo, las conclusiones y las orientaciones expuestas en el Plan Indicativo Mundial serán sumamente importantes para la conservación de los medios naturales. Como ya se ha dicho, el desarrollo agrícola tiene que ser forzosamente selectivo en la utilización de los recursos naturales, ya que tanto el ritmo posible como la marcha económica del desarrollo son limitados. El plan tiende a ajustar el desarrollo racional a las necesidades de las dos próximas décadas y a facilitar al mismo tiempo una medida de los cambios requeridos en el medio, tanto en la explotación de nuevas zonas como en la introducción de nuevos métodos.

2. Estudios e inventarios

Para un correcto planeamiento de la utilización del terreno a largo plazo, es esencial efectuar detenidos estudios agroecológicos sobre la aptitud y utilización del terreno, el suelo, la vegetación y otros recursos y preparar los correspondientes mapas. Las nuevas técnicas de fotogrametría aérea o espacial podrán abreviar el tiempo y los gastos que implican esas tareas. Sin embargo, nunca podrán sustituir por completo a los estudios efectuados desde el suelo, que por lo tanto deben iniciarse lo antes posible en todas las partes del mundo. Con frecuencia, el conocimiento de la distribución y de la abundancia de muchas

especies animales silvestres depende de investigaciones sobre el terreno que requieren tiempo y gastos. Esas encuestas debieran iniciarse pronto y tener un carácter permanente, ya que las poblaciones y las distribuciones cambian rápidamente de un año a otro.

Ofrecen especial interés los estudios de tipo interdisciplinario e integrado realizados recientemente en diferentes países. Un ejemplo excelente de un inventario de ese tipo es el método de estudios integrados de recursos aplicados recientemente en Australia y Nueva Guinea. Cada equipo de reconocimiento incluye un especialista en geomorfología, otro en edafología y otro en ecología vegetal y pueden incluirse otros especialistas si hiciera falta. El objeto del estudio, que utiliza ampliamente la aerofotografía y la poligonación, es distinguir "unidades de terreno" de génesis semejantes y definibles por su topografía, suelo, vegetación y clima; y dentro de cada unidad "sistemas de terrenos" separados por caracteres geomorfológicos o geológicos. Esta clasificación, junto con los datos recogidos sobre el terreno permite evaluar la situación ecológica y la utilidad potencial del medio con gran detalle. El Centro de Formación en Levantamientos Aerofotogramétricos recientemente creado en Delft (Países Bajos) bajo los auspicios de la Unesco, da excelentes oportunidades de formar personal básico en esos métodos para los países en vías de desarrollo.

De lo anterior se desprende que la primera medida para un buen planeamiento de la utilización del terreno es la localización, definición y representación cartográfica de las comunidades naturales irremplazables y de las especies silvestres. Ello requiere un programa de reconocimientos e inventarios ecológicos que pueden ser muy complicados y exigir mucho tiempo. Sin embargo, el tiempo apremia en la mayor parte de los problemas de conservación planeados en el mundo. Es indispensable adoptar las medidas iniciales para la conservación basándose en informaciones incompletas y tal vez inexactas. A veces habrá

que utilizar la mejor información local disponible en combinación con reconocimientos rápidos hechos por expertos calificados. Las naciones que tienen poco personal con la capacitación y la formación necesarias deben aprovechar las facilidades proporcionadas por los organismos internacionales y extranacionales, y combinar la capacidad de los asesores extranjeros con los conocimientos directos de la población local. Lo que más importa es tomar rápidamente medidas de conservación. Sin embargo, hay que aplicarlas comprendiendo que después de terminar los estudios y reconocimientos detallados habrá que revisar ciertos aspectos jurisdiccionales y jurídicos.

3. Planeamiento y regulación

Se ha subrayado que el planeamiento es esencial para la utilización racional, pero que no tiene significado sin una regulación del empleo del terreno. Tanto el planeamiento como la regulación deben tener un carácter local, regional, nacional y, hasta cierto punto, internacional. Sin embargo, en la medida en que lo permitan los sistemas gubernamentales y económicos, es preferible concentrar al máximo el planeamiento y la regulación en la esfera local, en manos de quienes mejor conocen las condiciones y las necesidades locales. No existe un método generalmente aceptado de coordinar las consideraciones sociales y económicas con los requisitos ecológicos para el planeamiento a largo plazo. Las decisiones relativas al régimen de utilización del terreno son el resultado de una selección en la que intervienen consideraciones políticas, económicas y sociales. El planeamiento no sólo fija objetivos y prioridades, sino también los medios de conseguirlos. Sin embargo, la revisión, la integración y la jurisdicción regionales y nacionales suelen ser indispensables para impedir que las conveniencias meramente locales prevalezcan sobre el bien público y los intereses nacionales a largo plazo.

VII. APLICACION DE LOS PRINCIPIOS DE LA UTILIZACION RACIONAL Y LA CONSERVACION

El primer paso para aplicar medidas de utilización racional y de conservación de la biosfera es que las autoridades y los medios influyentes comprendan la absoluta necesidad de tomarlas.

La presión humana sobre el medio ambiente impone la necesidad de tomar medidas de utilización racional y de conservación. Conforme aumenta esa presión, la biosfera se deteriora más y los problemas se agravan. Aumenta la necesidad de alimentos, así como la de espacio habitable, y a menos que se adopte una medida apropiada, se menoscaba la calidad del medio humano. La humanidad habrá de examinar de nuevo sus finalidades y objetivos si ha de conseguir un equilibrio entre sus necesidades y los recursos de la biosfera.

La utilización racional y la conservación de los recursos de la biosfera han de basarse en el conocimiento científico. Por ese motivo, es imperativo reunir esos conocimientos y evaluarlos para remediar las deficiencias que aún existen por medio de nuevas investigaciones. Con ese fin, es esencial que examinemos la naturaleza de la biosfera, su estructura y su función para determinar así la base ecológica de su utilización racional. En particular, hay que prestar atención a los siguientes aspectos:

- a) La productividad biológica en los medios silvestre y modificado, con estudios sobre la adaptación de las especies a su medio ambiente y de sus acciones recíprocas con el mismo.

- b) La naturaleza del terreno y del suelo, con inclusión del estudio, el análisis y la clasificación de los suelos y paisajes a fin de determinar su valor y utilización.
- c) Las características del medio acuático y de los recursos hidráulicos a fin de determinar su accesibilidad, valor y utilización.
- d) La ecología del hombre moderno y sus necesidades mesológicas.

Al examinar la base científica de la utilización racional de los recursos de la biosfera, hay que atender a los problemas planteados por las diversas prácticas humanas. Entre ellos figuran la desaparición de la fauna y la flora, la deterioración de los suelos, la mala utilización de los recursos hidráulicos y del medio acuático, y la contaminación del medio. Se estudiarán con detalle las actitudes y tradiciones humanas que han conducido a la aparición de esos problemas.

Los conocimientos científicos y la tecnología actuales permiten analizar los recursos de la biosfera y determinar los modos de conseguir su utilización integrada. Así se descubren las posibilidades de una utilización mejor y más racional. En particular, importa examinar métodos más eficaces para conseguir:

- 1 El mejoramiento y el aumento de los rendimientos de la agricultura y la silvicultura.
- 2) La conservación y el mejoramiento del medio acuático.
- 3) La lucha contra la contaminación del aire, el agua y el suelo.
- 4) La conservación de las zonas y los ecosistemas naturales.
- 5) La protección de especies raras o en peligro.
- 6) La ordenación de la fauna silvestre y su hábitat.
- 7) El realce de la calidad estética de todo el medio.
- 8) El planeamiento de la ordenación integrada de los recursos del medio para aumentar la calidad de éste.

Para fomentar la utilización racional y la conservación de los recursos de la biosfera, será necesario definir las principales direcciones de la acción nacional e internacional a base de las siguientes consideraciones:

- 1) Estudio e identificación de los recursos de la biosfera, prestando mayor apoyo a las actividades en curso y a la iniciación de nuevos programas. Entre los programas ya empezados figuran:
 - a) La totalidad del programa de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación que tiende a incrementar la producción agrícola sobre una base racional y a conseguir cosechas sostenidas. El Programa Mundial de Alimentos tiende a evaluar y aclarar los aspectos agrícolas, silvícolas y haliéuticos de los urgentes problemas del aumento de la producción indispensable para satisfacer las crecientes necesidades de una población mundial que aumenta rápidamente.
 - b) La FAO y la Unesco han emprendido conjuntamente un inventario de los suelos del mundo por medio del Mapa Edafológico Mundial a escala 1 : 5.000.000.
 - c) La Unesco ha organizado principalmente estudios multidisciplinarios del medio natural y de sus recursos potenciales, sobre todo en las zonas áridas. Con la iniciación del Decenio Hidrológico Internacional, aporta una contribución esencial al estudio de los recursos hidráulicos. Además, la Unesco apoya el Programa Biológico Internacional y las actividades de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.
 - d) El Programa Biológico Internacional (PBI) representa una etapa importante para la identificación científica de los recursos vivos

de la tierra y las investigaciones necesarias para la conservación de esos recursos.

- e) La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) organiza desde hace mucho, programas encaminados a identificar y proteger las zonas naturales insustituibles y las especies silvestres. Además, recoge datos y sirve de centro de intercambio para el conocimiento de la situación de la fauna y la flora silvestres, las zonas naturales y las actividades pertinentes.

Entre los programas propuestos pueden citarse como ejemplo los dos siguientes:

- a) La creación de un Consorcio del Patrimonio Mundial propuesto por una Conferencia sobre la Cooperación Internacional celebrada en Washington en 1965, que se encargaría de establecer una protección eficaz de ejemplos notables de zonas naturales, de fauna y de flora silvestres y de recursos panorámicos y culturales de todo el mundo, tales como el Gran Cañón, las llanuras de Serengeti, las Cataratas del Angel, el Monte Everest y hábitats ocupados por especies en peligro, como el orangután, el rinoceronte indio y el gorila de montaña. Ese Consorcio adoptaría y promulgaría el principio de la cooperación internacional en la protección de las zonas naturales importantes y actuaría en estrecha colaboración con el PBI, la UICN y otros organismos internacionales para identificar y proteger eficazmente esas zonas. Hará falta la cooperación de los organismos internacionales y de sus Estados Miembros a fin de que esas zonas notables sirvan para ilustración y recreo de las generaciones actuales y venideras.

b) Programa de Islas Modelo. El XI Congreso de Ciencias del Pacífico, en su reunión de Tokio de 1966, encareció la creación de reservas protegidas en las islas de la región del Pacífico a fin de conservar para el porvenir una serie de hábitats insulares únicos e intactos. Se debe apoyar plenamente esta propuesta porque las pequeñas islas presentan situaciones ecológicas que no existen en los continentes y la experiencia adquirida en éstos no es fácilmente aplicable a las islas. Además, se encarece que los organismos de las Naciones Unidas y sus Estados Miembros establezcan un programa de islas modelo. En las que se elijan para ello se emprenderá un importante programa internacional basado en todos los conocimientos teóricos y prácticos disponibles a fin de aplicar una utilización racional y de conseguir la calidad más alta posible del medio. Esos esfuerzos, encaminados a mejorar el medio insular proporcionarán no sólo una vida mejor a los habitantes de la isla, sino que servirán de modelo para demostrar lo que puede realizarse en zonas más amplias.

La inversión de fondos de asistencia técnica internacional para el establecimiento de esos medios ejemplares puede dar resultados mucho más fructíferos que un gasto análogo diseminado en vastas zonas continentales. Se han hecho muchas veces inversiones en programas a corto plazo sobre numerosos problemas mesológicos y actividades de desarrollo desligados entre sí. Un programa sobre las islas permitirá aplicar todos los conocimientos disponibles en zonas ecológicamente integradas y suficientemente pequeñas para poder evaluar a fondo los resultados en un lapso de tiempo relativamente corto.

2) Aún faltan muchos datos necesarios para la utilización racional de los recursos de la biosfera. Por consiguiente, se precisan nuevas investigaciones científicas y tecnológicas. Esas investigaciones deben incluir no sólo el estudio y la identificación de problemas de tipo general, sino los aspectos fundamentales de la edafología, la silvicultura, la praticanura, la biología de la fauna y la flora silvestres, la ecología vegetal y animal, el comportamiento humano y otras disciplinas. Como parte de un programa de utilización y ordenación de los recursos, se harán estudios interdisciplinarios e integrados. Es esencial crear en cada nación una o varias organizaciones de investigación dedicadas a estudios relacionados con la calidad del medio. Pueden tomarse como ejemplo las organizaciones de investigación de Australia y de Nueva Zelanda, si bien algunas naciones poseen organismos de investigación igualmente eficaces.

En la esfera internacional hay que seguir prestando ayuda a los aspectos del Programa Biológico Internacional relacionados con las investigaciones fundamentales. Las investigaciones patrocinadas por los organismos de las Naciones Unidas necesitan un apoyo continuo y más cuantioso. Entre esas investigaciones merecen mencionarse los estudios agroclimáticos regionales emprendidos conjuntamente por la FAO, la Unesco y la OMM; las actividades de la Unesco en la esfera de las investigaciones sobre los recursos naturales a fin de proporcionar la base científica necesaria para su utilización; los estudios realizados por la OMM sobre los problemas de la contaminación; etc. Hará falta emprender otros programas de investigación a largo plazo en la esfera internacional. La cooperación entre organismos será esencial para el éxito de esos esfuerzos.

3) Una de las medidas más importantes que han de tomarse es fomentar la educación y la publicidad. De ello depende que el público acepte la necesidad de un programa nacional de utilización y conservación racionales. Es tarde para que cada nación inicie un programa de educación escolar de tipo tradicional y esperar a que llegue a su madurez una nueva generación de ciudadanos instruidos. En lugar de ello habrá que emprender inmediatamente un vasto programa de información de adultos, utilizando técnicas modernas de educación del público. El establecimiento de una red nacional de televisión educativa que llegue a cada ciudad y aldea tal vez cueste menos que muchos programas de desarrollo económico emprendidos a la ligera. También habrá que explorar la utilización de la radio, los periódicos y otros materiales impresos.

Habrà que incorporar a los programas de estudios escolares la enseñanza de los principios de la utilización racional y del mejoramiento de la calidad del medio. Los estudios sociales y las ciencias naturales constituyen medios evidentes de enseñar esos principios. La adopción de planes de estudio sobre conservación no suele ser el método más útil, mientras que los cursos y los programas integrados que permiten un estudio multidisciplinario de los problemas del medio son sumamente recomendables.

En todos los programas de educación es fundamental comprender la necesidad de preparar a todos los ciudadanos para una acción inmediata. La gravedad de los problemas mundiales exige un programa de información para la acción equivalente al que se impone una nación en tiempo de guerra. Sólo con un programa de ese tipo se podrá impedir la aparición del hambre en aquellas regiones en las que la población aumenta con una rapidez mucho mayor que la capacidad productiva del terreno.

Por desgracia, toda la buena voluntad y el apoyo público no podrán conseguir gran cosa en pro de la utilización racional del medio a menos que se disponga de las habilidades técnicas y de los conocimientos científicos necesarios para llevar a cabo ese trabajo. De la misma forma que la construcción de un dique requiere los conocimientos teóricos y prácticos de los ingenieros, la utilización racional de la tierra y de la biota requiere los conocimientos y las técnicas de los ecólogos especializados en la utilización del terreno. Muchos países poseen posibilidades técnicas pero pocos disponen de conocimientos ecológicos.

También es indispensable emprender inmediatamente programas nacionales de formación de técnicos competentes en todos los sectores del planeamiento, de la ordenación del terreno y de la utilización de los recursos. Para eso habrá que establecer nuevas escuelas técnicas y revisar los programas de estudio de las existentes a fin de que los alumnos reciban una formación adecuada en los principios económicos aplicables a sus respectivas disciplinas y a la naturaleza del medio en que deben trabajar.

También debe emprenderse urgentemente un programa de formación de especialistas en ecología y en las diversas disciplinas relacionadas con la utilización del terreno y de los recursos naturales. Esta formación universitaria será necesariamente más rigurosa y más larga que la formación técnica pero es igualmente urgente para emprender investigaciones y ejercer una supervisión adecuada de las actividades relacionadas con la utilización racional del medio.

Las organizaciones internacionales deberán esforzarse en enviar a las naciones que requieren asistencia inmediata, equipos de especialistas

en recursos con conocimientos de ecología. Estos equipos pueden ayudar en los estudios preliminares, los inventarios, la asignación de prioridades y las tareas de planeamiento durante el periodo de formación del personal local.

- 4) Por último, será necesario no sólo señalar a la atención de los países la absoluta necesidad de que formulen una política nacional de utilización racional y de conservación, sino también ayudarles en esta tarea. La formulación de esa política nacional precederá necesariamente a su ejecución general. Un paso adelante en la buena dirección será que cada país acepte el objetivo de alcanzar las condiciones más favorables para una población óptima, renuncie a que se sacrifiquen la calidad, la diversidad y los valores naturales del medio por una ganancia económica a corto plazo, y se comprometa a planificar la utilización racional de todo el medio ambiente.

Además de la formulación de una política nacional, es esencial que se constituyan organizaciones gubernamentales eficaces para llevar a la práctica esa política. Hay muchos parques nacionales que sólo existen en el papel y muchas leyes destinadas a proteger los recursos nacionales que no son aplicadas por los ciudadanos dedicados a la explotación de los recursos. Los organismos de conservación tienen poca categoría oficial y carecen de dinero o de autoridad. Por lo tanto, hay que subrayar la necesidad de una organización gubernamental eficaz que regule el desarrollo y aplique las medidas necesarias para una utilización racional. Se ha alegado a menudo que una nación no puede permitirse el gasto de una conservación eficaz. Una evaluación correcta de las funciones respectivas de la utilización racional y del desarrollo económico demostrará que ninguna nación puede permitirse el lujo de no

aplicar medidas adecuadas de utilización racional y de protección del medio. En estas condiciones, sería muy de desear que se creasen en los países instituciones de conservación y utilización de alto nivel oficial, encargadas de asesorar al Gobierno en su política de utilización racional de los recursos naturales y de velar por que los proyectos relacionados con el desarrollo nacional respeten las exigencias de la ecología en la conservación de los recursos. Esas instituciones deben tener suficiente autoridad para que los funcionarios gubernamentales encargados de los asuntos administrativos y jurídicos escuchen su dictamen y lo tengan en cuenta al tomar decisiones. Su competencia debe extenderse igualmente a los problemas de la prospección y los inventarios científicos así como a los de planificación y legislación con el fin de fomentar la utilización racional de los recursos y la preservación de la calidad del medio.

Esas juntas o comisiones de Conservación y Utilización hacen falta en las administraciones municipales, provinciales, regionales y estatales.

Sólo una coordinación de todas las medidas antedichas permitirá llegar a una ordenación racional de todas las tierras del planeta. La Conferencia Intergubernamental de Expertos sobre las Bases Científicas de la Utilización Racional y la Conservación de los Recursos de la Biosfera que se reunirá en septiembre de 1968 bajo los auspicios de la Unesco, las Naciones Unidas, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud, permitirá hacer un primer análisis detallado de las medidas que deben adoptarse en los planos nacional e internacional y sentar las bases para una acción a largo plazo en esta esfera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adams, A.B., editor. 1962. First world conference on national parks. National Park Service, U.S. Dept. Interior, Wash.
- Aubreville, A.M. 1956. Tropical Africa. En S. Haden Guest, et al., World Geography of Forest Resources. Amer. Geographical Soc., New York, pp. 353-384.
- Bannikov, A. G. 1962. Exploitation of the Saiga antelope in the USSR. Proc. Inst. Biology, London.
- Berg, L.S. 1950. Natural regions of the USSR. Macmillan, New York, 436 pp.
- Brown, Harrison. 1954. The challenge of man's future. Viking Press, New York.
- Conservation Foundation. 1963. Implications of rising carbon dioxide content of the atmosphere. Conservation Foundation, Washington.
- Conway, R.R. 1965. Crop pest control and resource conservation in tropical South East Asia. Conf. on Cons. of Nature and Natural Resources in Tropical South East Asia. Bangkok. Tech. Sess. II - Ecology, paper n°II-3.
- Cousins, Norman, et al., 1966. Freedom to breathe. Report of Mayor's Task Force on Air Pollution in the City of New York, New York.
- Dasmann, R.F. 1964. African game ranching. Pergamon Press, Oxford.
- _____. 1959. Environmental conservation. John Wiley, New York.
- _____. 1963. The last horizon. Macmillan Co., New York.
- Dorst, J. 1965. Avant que nature meure. Delachaux et Niestlé, Neuchatel.
- FAO. 1965. The state of food and agriculture. 1965. FAO. Rome.

- Forest Service. 1936. The western range. United States Senate. Document 199. Washington.
- Forsberg, F.R., ed., 1963. Man's place in the island ecosystem. Bishop Museum Press, Honolulu.
- Harroy, Jean Paul. 1949. Afrique. Terre qui meurt. Marcel Hayez. Bruxelles.
- Huxley, Julian. 1961. La protection de la grande faune et des habitats naturels en Afrique Centrale et Orientale. Rapport sur une mission de l'Unesco. Unesco, Paris, 1960.
- IUCN. 1963. Enquiry of the United Nations on national parks and equivalent reserves. IUCN, Morges, Memo.
- IUCN. 1964. The ecology of man in the tropical environment. IUCN Publ. New Series, n° 4, IUCN, Morges.
- Larson, F.D. 1957. Problems of population pressure upon the desert range. Journal of Range Management 10 (4): 160-161.
- Leopold, Aldo. 1949. A sand county almanac. Oxford Univ. Press. New York.
- Leopold, A.S. 1959. Wildlife of Mexico. Univ. Calif. Press, Berkeley.
- Lowdermilk, W.C. 1953. Conquest of the land through 7,000 years. U.S. Dept. Agric., Soil Cons. Serv., Agric. Infor. Bull. 99.
- Mann, Guillermo. 1966. Bases ecológicas de la explotación agropecuaria en la América Latina. Pan-American Union, Washington.
- Mohr, E.C.J. and F.A. Van Baren. 1954. Tropical Soils. N.V. Vitgeverij W. Van Hoeve, The Hague, Netherlands.
- Nicholson, E.M. 1966. Requirements for a world conservation program. IBP/CT Memo.
- Odum, Eugene P. 1959. Fundamentals of ecology. W.B. Saunders, Phila., 2a. ed.
- Pavlovskii, E.N., et al., editores. 1952. Fauna of USSR. Academy of Sciences of USSR, Moscow.

- Puri, G.S. 1960. Indian Forest Ecology. Oxford, New Delhi, 2 vol.
- Richards, P.W. 1952. The tropical rain forest, Cambridge Univ. Press, New York.
- Rostland, E. 1956. The outlook for the world's forests and their chief products. En S. Haden Guest, et al. World geography of forest resources, Amer. Geogr. Soc., New York, pp. 633-672.
- Rudd, Robert L. 1964. Pesticides and the living landscape. Univ. Wisc. Press, Madison, 320 p.
- Sauer, Carl. 1952. Agricultural origins and dispersals. Amer. Geogr. Soc., New York.
- Sen, B.R. 1966. FAO/Industry Cooperative Program. Mimeo, FAO, Rome.
- Sen, B.R. 1966. Indicative world plan for agricultural development. Mimeo, FAO, Rome.
- Thomas, W.L., Jr., Editor. 1956. Man's role in changing the face of the earth. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Unesco - A history of land use in arid regions, editado por L.D. Stamp, Unesco, Paris, 1961.
- United Nations. 1963. Science and Technology for Development. 3 vols. UN, New York.
- Yamashima, Y. 1966. Recent progress of nature conservation and preservation of natural resources in Japan. Report n° 1, Standing Committee on Conservation, 11th Pacific Science Congress, Tokio.