

Análisis y Comentario

DEGRADACION AMBIENTAL EN COSTA RICA¹

*Ricardo Radulovich **

ABSTRACT

Environmental degradation in Costa Rica. The environmental situation in Costa Rica is evaluated considering as fundamental the following topics: a) Environmental pollution: water, atmospheric, solid, chemical pollution of soils, agrochemical pollution in relation to health, and biological; and, b) Physical landscape degradation, approached around the forest problem: deforestation, soil degradation, water cycle alteration and biodiversity. The review of existing literature on works done in Costa Rica shows deficiencies and gaps of knowledge in many topics, and indicates that much of the work done to date has not followed a defined plan. The analysis points out that the environmental degradation in Costa Rica, with the exception of localized situations, is moderate in general terms and as compared to other countries, although increasing in complexity and severity. It is concluded that the environmental problem demanding greatest and immediate attention is the forest situation, both because of the projected future shortages of lumber and the poor management to which deforested lands are subjected. It is indicated that lands usually considered suitable only for forests could be managed without degradation under intensive and stable agricultural systems. Second place in general importance seems to be surface-water pollution, followed by the problem of pollution by pesticides. The poor disposal of solid urban wastes can be seen as the most severe localized problem. The importance of agriculture as an agent of degradation, or as a recipient of processes originated in urban areas, is stressed throughout this analysis.

INTRODUCCION

Al aproximarse el tercer milenio a pasos que la tecnología pareciera acelerar cada vez más, Costa Rica se encuentra cara a cara con la problemática de la degradación ambiental. Lo que hasta hace relativamente poco tiempo no pasaran de ser aisladas y temporales molestias, que las abundantes tierras, aguas y bosques parecían absorber sin mayor dificultad, se ha convertido en algunos casos en galopante crisis nacional, y en otros, amenaza con volverse peligrosamente inmanejable.

Sin poder escoger, y afortunadamente tarde en relación con el resto del mundo, Costa Rica pasa a engrosar las numerosas filas de las naciones que deben luchar a diario por mantener su aire respirable, su agua bebible, sus suelos cultivables, su producción agrícola comestible, sus bosques maderables; y al mismo tiempo alimentar, vestir, albergar, transportar, y satisfacer las necesidades, gustos y caprichos de sus enormes y crecientes masas de seres humanos. Un dilema nada sencillo de visualizar, y mucho menos de manejar. Se debe, sin embargo, procurar un entendimiento, si se han de buscar e implementar soluciones a los problemas ambientales.

El hecho de poseer una población en aumento desde hace milenios invalida cualquier concepto de equilibrio ecológico entre el hombre y

1/ Recibido para publicación el 18 de mayo de 1988.
* Escuela de Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica..

su ambiente. Sin embargo, se puede pretender encontrar equilibrio entre las diversas fuerzas y compromisos que rigen nuestra sociedad, y alteran el ambiente en forma negativa a lo requerido por la especie humana.

Lo anterior, por supuesto, implica conocer de antemano qué es lo que requiere la especie humana. En términos biológicos se puede afirmar que nuestra especie, como cualquier otra, busca crecer en números y perpetuarse; ambos, criterios que denotan el éxito de una especie. Sin embargo, fácilmente se ve que, a estas alturas del desarrollo humano, la cantidad de individuos y la tasa de crecimiento de la población parecieran volverse la más temible amenaza de extinción que pende sobre la especie. Como nunca antes en la historia, es necesario ahora lograr un equilibrio con el ambiente, en el cual el número de habitantes y sus necesidades sean adecuadas a las condiciones ambientales y productivas, en forma indefinidamente sostenible. Así, en relación al ambiente y basándose en los compromisos indispensables entre las necesidades presentes y futuras, y entre lo abusivamente nocivo y lo irrealmente conservacionista, este trabajo intenta sumarizar y analizar la situación ambiental en Costa Rica, manteniendo una aproximación al equilibrio social con el hombre y sus necesidades como eje.

La problemática ambiental

La ecología, disciplina científica que estudia las relaciones entre los seres vivos y su ambiente desde una perspectiva integral, ha sido llamada a fungir como herramienta en las labores de análisis y diseño de soluciones de índole ambiental. A pesar de ser estrictamente una rama del saber, el término ecología se ha tergiversado en el uso popular, al punto de decirse corrientemente, por ejemplo, que un daño al ambiente es un daño a la ecología. Esto es, por supuesto, incorrecto. Asimismo, se ha dado por llamar "ecologistas" a aquellos individuos o grupos que abogan por la defensa del ambiente (Ander-Egg, 1985).

Al analizar los problemas ambientales, se pueden encontrar varias fuerzas, a menudo antagónicas. Por un lado están los grandes degradadores ambientales, que son generalmente las entidades que controlan el capital y la producción,

cuyas actividades por su naturaleza tienden a dañar y contaminar el ambiente en gran escala. Este sector controla un adecuado grupo de ecólogos y otros profesionales quienes, de diversas formas, determinan cómo disminuir, ocultar, o justificar el daño causado al ambiente. Por otro lado, se encuentran los conservacionistas (o ecologistas), quienes activamente abogan por un ambiente sano, libre de impurezas, en lo preferible totalmente natural. Buscando un punto de equilibrio entre el gran degradador ambiental y el conservacionista se halla el ecólogo racional, quien promueve el uso racional del ambiente, lo cual, basado en consideraciones de elasticidad ambiental, puede conllevar alteración y degradación calculada del mismo, si las necesidades de la sociedad así lo demandan.

Modulándolo todo, y compartiendo la culpa de cualquier perjuicio infligido al ambiente, están los políticos y el gran público, o su representante, el consumidor. Y con éstos, toda la maraña socioeconómica que caracteriza a las poblaciones humanas.

Mucho se ha dicho y escrito mundialmente sobre la problemática ambiental, y se ha cubierto bastante terreno en relación a la identificación y la formulación de soluciones a los problemas. El proceso de solucionarlos, sin embargo, por lo general deja mucho que desear. Esto, junto a las grandes ganancias que se perciben por explotar los recursos naturales, se debe en gran parte al alto costo de proteger el ambiente mientras se le explota o se produce, o de sanear lo dañado, y a diversos aspectos culturales de las poblaciones que tomarían gran esfuerzo para ser cambiados.

En Latinoamérica, donde en algunas partes la contaminación atmosférica alcanza niveles críticos, sobre todo en ciudades populosas como México D.F. y Santiago de Chile, el problema ambiental ha sido tratado desde varios puntos de vista, a menudo con alto grado de politización y atribución de los problemas a los sistemas de producción imperantes y a la dependencia económica (Olivier, 1983; Sánchez y Sejenovich, 1983; Vitale, 1983; Guerra, 1984). Peculiarmente, Vitale (1983) critica tanto las causas de la contaminación ambiental como el interés de las naciones desarrolladas por combatirla, y llama a esta última instancia "terrorismo ecológico" (diseñado para obligar a las naciones pobres

a mayores sacrificios y a forzado control de la natalidad). También, Vitale (1983) advierte que “contaminar para descontaminar y descontaminar para contaminar se está transformando en un nuevo negocio”, lo cual es difícil de dudar.

Aparte de los esfuerzos de ciertos grupos por atribuir la degradación ambiental a esquemas internacionalistas de explotación económica y cultural, parece existir un consenso de que, sin importar el sistema político-económico, el ambiente tiende a degradarse debido a aumentos de la población e industrialización, y una serie de fenómenos asociados a estos procesos (Meadows *et al.*, 1972; Schumacher, 1973; Sánchez y Sejenovich, 1983; Guerra, 1984; Ander-Egg, 1985). Aún autores que poseen un enfoque marxista de la situación ambiental (Olivier, 1983) reconocen que en los países socialistas se da el deterioro ambiental, a pesar de contradecir sus modelos económicos y principios filosóficos fundamentales.

Cabría agregar, que el común denominador de la crisis ambiental, dentro del contexto de aumentos de población e industrialización, es el *modus vivendi* del ser humano: una vida personalista, que le impide ver más allá de su futuro inmediato y su más cercano ambiente. Esta concepción pequeño-mundista del ser humano fue tratada como el meollo del problema por el Grupo del Proyecto MIT en su famoso informe al Club de Roma “Los Límites del Crecimiento” (Meadows *et al.*, 1972).

Adaptando las consideraciones anteriores a Costa Rica, es posible visualizar los siguientes fenómenos como causales -al menos teóricamente- del deterioro ambiental:

- El aumento de la población. Esto es particularmente cierto en términos de la población urbana, la cual crece tanto por natalidad como por migración rural. La población urbana de Costa Rica supera con creces el millón de habitantes (censo de 1984), en su mayoría concentrados en el área metropolitana de San José y otras ciudades del Valle Central.
- La migración campo-ciudad, agravada por el agotamiento de la frontera agrícola -ya prácticamente no quedan en el país tierras libres, para ser tomadas por quien las quiera. Este fenómeno, y la proliferación de los tugurios urbanos (ambas novedades en el sistema de vida

nacional) constituyen un reto sin precedentes, con efectos de magnitudes aún por conocer.

- El peligrosamente cercano agotamiento de los recursos forestales naturales, y la conversión de las tierras a sistemas agrícolas ineficaces y de poca estabilidad. Esto, y otros procesos, hacen recordar las advertencias de Schumacher (1973) sobre las consecuencias que acarrea a una nación el vivir a costillas de su capital de recursos naturales.
- Los aumentos en la industrialización y tecnificación en general. Aparte del desarrollo tecnológico mundial, este punto se ve incrementado por las políticas de exportación del país, particularmente en el sector agrícola.
- La “modernización descontrolada” de la sociedad, que fomenta el consumismo como mecanismo de satisfacción social.

Sobre el problema del ambiente en Costa Rica, según fuera tratado en el Ideario Costarricense (Murillo y Vega, 1977), la mayoría de las autoridades en el tema que colaboraron con la obra, consideraron la situación forestal como el problema más importante de protección ambiental en el país, siguiéndole en importancia problemas asociados, como es la conservación de suelos y aguas. La contaminación ambiental no fue entonces un tema prioritario.

Otras obras fundamentales, que recopilan trabajos y opiniones de los investigadores nacionales y algunos extranjeros, son las memorias del Simposio Internacional sobre la Ecología de la Conservación y del Desarrollo en el Istmo Centroamericano, realizado en 1975 (Chavarría, 1976), y del Primer Simposio Nacional sobre Contaminación Ambiental, realizado en 1980 (Mata *et al.*, 1982). En este último se enfatizó el problema de la contaminación ambiental, en sus diversas manifestaciones, con especial atención a la contaminación de aguas. En esa línea de análisis, las conclusiones del Segundo Simposio sobre Contaminación Ambiental (1985), enfatizan el hecho de que la contaminación por biocidas se extiende a todos los campos en el país.

Las obras mencionadas han sido seguidas por un número considerable de trabajos sobre diversos aspectos ambientales. Tras una delimitación de la temática, a continuación se revisan algunos de estos

trabajos, en relación a una visión general sobre la situación ambiental en Costa Rica.

DEGRADACION AMBIENTAL

La problemática de la calidad ambiental varía en amplitud según el enfoque y la cantidad de temas que se deseen tratar. Además, y muy al meollo del asunto, es indispensable aclarar que cualquier definición de degradación ambiental es relativa, como lo son sus límites, y depende en muchas instancias de los objetivos, necesidades y juicios de valor de la sociedad en cuestión.

Cabe entonces preguntarse, en términos formales, ¿qué se entiende por degradación ambiental? Es fundamental responder satisfactoriamente a esta pregunta, y sin embargo no hay, ni siquiera desde un punto de vista técnico, una sola respuesta. Es asunto de criterios y normas, o índices de calidad, con los que se pretende, primero, aproximar la situación empleando los parámetros adecuados, y luego, definir el nivel de ese parámetro que será el límite para considerar una situación como degradada o contaminada. Fijar esos límites no es asunto simple, y conlleva, a menudo, además de numerosas mediciones de diversos parámetros en un adecuado contexto espacio-temporal, experimentaciones con animales de laboratorio, mediciones en personas, y abundantes evaluaciones ecológicas, junto a una buena dosis de consideraciones políticas, económicas y sociales. Por ejemplo, para la concentración de coliformes fecales en el agua, algunos exigirán que la norma para potabilidad sea concentración nula o cero, mientras que otros, debido, por ejemplo, a severa escasez de agua, puede utilizar como norma una concentración bastante mayor que cero. Para comprender estas diferencias habría que tomar en cuenta una serie de factores: características de los recursos hidráulicos, métodos de disposición de las aguas negras, nivel de educación de la población, presión de grupos ecologistas, o sencillamente la idiosincracia de un pueblo que no se molesta por unos pocos coliformes fecales.

Así, en cada uno de los temas, se debe tener claro cuál es la norma aceptable, o incluso el criterio a considerar. Es decir qué y cuánto se considera degradación ambiental, sea ésta por contaminación o no. Esto es fundamental para cualquier análisis se-

rio y productivo de un problema ambiental, y cualquier discrepancia al respecto se presta para favorecer excesos.

En la mayoría de los casos, en los países desarrollados, que por lo general ya han pasado por las etapas de degradación ambiental que ahora se enfrentan en Costa Rica, se han fijado criterios y normas, y se han establecido metodologías para lidiar con los diversos problemas. Esto ayudará en el trabajo a realizar aquí; sin embargo, el proceso de adaptación de la información generada en otros países requerirá al menos de serios esfuerzos intelectuales, alguna experimentación y, seguro, de bastante prueba y error.

Delimitación de la temática

Para facilitar su estudio, las causas de la degradación ambiental se pueden dividir en dos:

- Degradación Contaminante (o Contaminación Ambiental): Producto de la liberación al ambiente de sustancias o agentes "externos" que no pueden ser procesados con suficiente rapidez o que por diversas razones se acumulan más allá de un nivel considerado aceptable, o que durante su estancia en el ambiente causan un daño (según criterios y normas establecidos).
- Degradación No Contaminante: Caracterizada por la destrucción, inutilización o deterioro de recursos naturales, fundamentalmente en forma física, a menudo producto de explotación.

Esta división de la temática, no implica separación completa entre temas; al contrario, se advierte que de una u otra forma todos los temas están relacionados entre sí, y es una visión integral de la problemática la que permitirá su solución en distintos grados. Ni la temática ni el tratamiento de cada tema presentados a continuación son exhaustivos, y constituyen más bien una reseña de la situación en la realidad nacional.

DEGRADACION CONTAMINANTE

Contaminación de aguas

El problema por contaminación de aguas es amplio, ya que incluye diversas fuentes de polu-

ción y efectos tanto en aguas superficiales como subterráneas.

El principal problema parece ser la contaminación de las aguas fluviales, con desechos provenientes principalmente del área metropolitana, y que afecta gran parte del Valle Central. Aguas negras domésticas, desechos industriales, y desechos de beneficios de café (estos últimos principalmente de noviembre a febrero) entran en cantidades de varios cientos de toneladas métricas (TM) diarias a la cuenca hidrográfica de los ríos Virilla y Grande de Tárcos, que recibe alrededor del 70% de la contaminación orgánica del país -y más del 70% de los efluentes industriales-, y en menor grado a los ríos Reventazón y Grande de Térraba (PRONASA, 1981c; Sequeira y Chacón, 1984).

Aproximadamente el 70% de la materia orgánica que entra en los ríos proviene de beneficios de café, cerca de un 20% son desechos industriales, principalmente de la industria de productos alimenticios, y alrededor del 10% son aguas negras domésticas (PRONASA, 1981c). A esto debe agregarse una enorme y aún fluctuante cantidad de vinaza (líquido rico en materia orgánica, desecho de la producción de alcohol de la caña de azúcar), que como instancia inicial se arroja a los ríos; aunque se realicen estudios para su uso en fertilización (Cháves, 1986; Rodríguez, 1987).

Diversos trabajos han corroborado los avanzados grados de contaminación de los ríos del Valle Central. Las aguas negras domésticas del área metropolitana entran sin tratamiento alguno a éstos, y el problema se acentúa durante la época seca (Cruz, 1982). La descarga de materia orgánica promueve la eutroficación (excesos de nutrimentos que alteran negativamente la biota) de los ríos (Gómez *et al.* 1984), y vuelve sus aguas poco aptas para muchos usos, como consumo humano, animal, industrial o de riego (Cordero *et al.*, 1979; Rodríguez *et al.*, 1984; Salas *et al.*, 1985; Salas, 1987).

Sin embargo, el problema de la materia orgánica *per se* tal vez sea el menor de los males. Otros contaminantes, incluso en mucho menor escala, pueden ser severamente más dañinos. Por ejemplo, como desecho de aguas domésticas servidas, se calcula que anualmente entran al río Grande de Tárcos unas 5.000 TM de detergentes (Rodríguez *et al.*, 1985). Esto ocasiona concentraciones de

detergentes poco biodegradables que superan en mucho la concentración mínima de espuma permanente, principalmente en época seca, y afectan negativamente la oxigenación de las aguas (Chacón *et al.*, 1982; Rodríguez *et al.*, 1985).

El poco control ejercido sobre los desechos industriales, no permite conocer la calidad y cantidad de éstos, que en muchos casos distan de ser materia orgánica de la industria alimentaria. Se ha demostrado que existe contaminación en forma intermitente con algunos metales pesados (cromo, cobre y plomo, no así cadmio) en ríos del área metropolitana (Ramírez *et al.*, 1985).

El poco estudiado problema de los desechos industriales tóxicos se ve agravado por la falta de estudios sobre contaminación de aguas superficiales por plaguicidas agrícolas. Esto ocurre en diversas formas (Arauz *et al.*, 1983; Hilje *et al.*, 1987), y se ha asociado con un gran número de casos de mortandad de peces (PRONASA, 1981c; Hilje *et al.*, 1987).

Una situación de dimensiones severas en relación a la salud humana es la contaminación de las aguas con patógenos y parásitos. Esto se da en gran escala en los ríos que reciben las aguas negras domésticas. El problema grave es que esas aguas posteriormente se utilizan para riego, y cabe la seria posibilidad de que patógenos y parásitos sean transmitidos a la población humana y animal a través de los productos vegetales producidos con esas aguas (Cordero *et al.*, 1979; Rodríguez *et al.*, 1984), además de los efectos detrimentales que estas aguas parecen tener en los rendimientos (Salas, 1987). De directas consecuencias es la contaminación del agua potable con coliformes fecales, determinadas en varias zonas del país.

Otras fuentes de contaminación de aguas fluviales son:

- a) otros desechos agrícolas y agroindustriales, entre los que destacan los desechos animales de explotaciones intensivas, incluyendo acuicultura, y otros productos derivados del procesamiento de granos y verduras;
- b) sedimentos producto de la erosión hídrica, que ocurre en el país a niveles calculados en cientos de millones de TM por año, los cuales obstaculizan cauces y embalses, perjudicando, en forma cada vez mayor, la generación de energía hidroeléctrica; y,

c) desechos sólidos domésticos, que son arrojados en grandes cantidades a las aguas tanto por individuos como por un alto número de municipalidades (PRONASA, 1981b).

Un problema relacionado, de severas y básicamente inexploradas dimensiones, es la magnificación biológica, mediante la cual la fauna acuática, tanto de aguas dulces como marinas, acumula contaminantes en su grasa, que eventualmente son transferidos a los seres humanos al consumir esa fauna. Esta situación abarca plaguicidas, otros compuestos orgánicos e inorgánicos (residuos industriales y metales pesados como mercurio), así como patógenos. Sobre este punto, un reciente estudio encontró alta contaminación fecal en moluscos provenientes de diversos puntos del Pacífico (Jiménez, B. y Villalobos, C. 1988. Comunicación personal. Universidad de Costa Rica).

En relación a las aguas subterráneas, a pesar de la gran capacidad filtradora de los suelos, diversos procesos llegan a contaminarlas. En particular, destaca la contaminación con productos agroquímicos, que se produce especialmente en zonas de agricultura intensiva y altamente tecnificada. Hasta la fecha, los estudios muestran que la calidad de aguas subterráneas en zonas agrícolas tiende a ser excelente (Chacón *et al.*, 1981), aunque se ha detectado contaminación con nitratos, producto del lavado de fertilizantes (Chacón y Chacón, 1980).

Otros problemas se han dado con contaminantes orgánicos y químicos provenientes de letrinas y depósitos de basura, y con intrusión de aguas salinas en acuíferos costeros, lo que se favorece por bombeo excesivo (Mora, 1982a). Es importante resaltar que el lavado de botaderos de basura y rellenos sanitarios por lluvia alcanza también las aguas superficiales.

Respecto a la contaminación de aguas de mar, destacan los derrames de petróleo, el desagüe directo de aguas fluviales y urbanas cargadas de contaminantes, y su uso para disposición de desechos sólidos.

Sobre el petróleo, se ha determinado que la contaminación es baja o mínima, si no esporádica, y al parecer se cuenta con sistemas de vigilancia en funcionamiento (Mata, 1982).

Las descargas del río Grande de Tárcoles, unido a todas las aguas negras de Puntarenas arro-

jadas al Golfo de Nicoya, no dejan de representar un problema que puede volverse crítico en algún momento. Similares situaciones se presentan en costas del Atlántico, en particular asociadas con asentamientos urbanos a orillas de ríos, y en la ciudad de Limón.

La contaminación de aguas de mar con desechos sólidos, que en Costa Rica parece no alcanzar niveles críticos, es un problema en varios países desarrollados. Además de los desechos sólidos urbanos, que peligrosamente inutilizan playas y estuarios, los desechos de los barcos del mundo alcanzan proporciones gigantescas, y se calcula que arrojan al mar 450.000 recipientes plásticos al día, entre otros desechos (Toufexis, 1988).

En el país, en forma general, la calidad estética de las aguas recreacionales ha disminuido notoriamente en muchas localidades, en particular en las aguas fluviales y de playas cercanas a ciudades. Este tema ha sido abordado por Ortiz (1982). Otros procesos que contaminan o en general degradan las aguas superficiales, como arrojar a ellas desechos de la industria minera y el daño realizado por oreros en Corcovado, no son tratados aquí aunque merecen tenerse en cuenta.

Contaminación atmosférica

La combustión de combustible fósil por vehículos automotores ocupa el primer lugar en la contaminación atmosférica en Costa Rica. En otros países la combustión para producir energía puede superar la de vehículos (Dix, 1981); sin embargo, aunque en forma decreciente, en Costa Rica gran parte de la energía proviene de fuentes hidroeléctricas, que son bastante limpias operativamente en relación al ambiente.

Con más de doscientos mil vehículos automotores en circulación en el país, la producción de gases producto de la combustión parcial es enorme. Los cálculos indican que sobre 70.000 TM de contaminantes son liberadas al ambiente por año, y de ellas, aproximadamente 80% es monóxido de carbono (CO), 10% hidrocarburos, 6% óxidos de nitrógeno, 3% anhídrido sulfuroso, y el 1% partículas (PRONASA, 1981a; Rodríguez, 1982).

Considerando la gran concentración de vehículos en el área metropolitana, estas cifras parecieran indicar altos grados de contaminación.

Sin embargo, un breve estudio indicó que la concentración de CO en pleno San José no se acercó a niveles de preocupación, pues alcanzó un valor promedio cercano a la mitad de una norma federal estadounidense (Mora, 1982b). Otra serie de mediciones corroboraron las bajas concentraciones de CO, de anhídrido sulfuroso, y de partículas en suspensión; ninguna excedió las normas propuestas o incluso normas estadounidenses que son más estrictas (Rodríguez, 1982). Otra línea indirecta de evidencia sobre la aparente ausencia de contaminación atmosférica severa es presentada por Hendry *et al.* (1984), quienes encontraron niveles relativamente bajos de acidez, nutrimentos y minerales en muestras de precipitación recolectadas durante dos años en Turrialba, lo que es decir, ausencia de lluvia ácida en forma generalizada.

Por otra parte, un estudio de Méndez y Fournier (1981), utilizando líquenes como indicadores de grados de contaminación atmosférica, evidenció diversos grados de severidad, sobre todo en relación a emanaciones industriales, e indicó que, de acuerdo al tipo de población natural de líquenes, San José exhibe un patrón similar al de otras urbes (con poblaciones normal, de transición, y de desierto de líquenes).

En relación a la contaminación atmosférica, es fundamental considerar los regímenes de viento y precipitación que rigen el Valle Central. Es posible que la tasa de recambio de aire, acoplada a la alta tasa de precipitación durante la época de lluvias, no permitan la acumulación de contaminantes más allá de ciertos niveles. De hecho, las concentraciones de contaminantes atmosféricos fueron más altas en meses con baja ventilación, comparadas con la de meses con media y alta ventilación (Rodríguez, 1982).

Los vehículos automotores juegan también un papel importante de contaminación atmosférica a nivel localizado o de microambiente. Fácil es decir esto cuando se ha estado directamente sometido al escape de algún vehículo de diesel, que emite nubes de humo negro, exageradas debido a ciertas ineficiencias de los motores, que han sido atribuidas a la elevación del Valle Central, y que aparentemente son corregibles (Resnna, 1987). También de importancia es la presencia de plomo en la gasolina, que en Costa Rica se permite entre 0,5 y 0,8 g/L,

mientras que los Estados Unidos requiere cero y la CEE menos de 0,2 g/L (Dix, 1981). Esto representa un atraso relativo en Costa Rica, ya que el plomo no es esencial en la gasolina (aunque el no usarlo aumenta costos), es sumamente tóxico, y personas en empleos de alto riesgo pueden estar siendo expuestas a niveles tóxicos de plomo atmosférico. Al parecer, existe una tendencia en estos momentos de sustituir el plomo en la gasolina por alcohol.

Tratar otros efectos de la contaminación atmosférica por combustión, tales como reducción de rendimientos de cultivos debido a gases como CO y etileno, pareciera prematuro.

La contaminación atmosférica de origen industrial ocupa el segundo lugar en este análisis, ya que aparte de emisión de contaminantes producto de la combustión, una serie de procesos industriales emiten partículas y compuestos químicos variados de diverso poder contaminante, como son ácidos, amoníaco, y otros (Rodríguez, 1982). Lamentablemente, el control sobre emisiones industriales contaminantes es prácticamente inexistente, mientras que sus efectos a nivel localizado pueden ser severos.

Otros tipos de contaminación atmosférica de menor escala, son:

- a) la contaminación sónica, que a menudo en San José alcanza y sobrepasa niveles que afectan al hombre de manera sensible, y contra la cual existe legislación adecuada mas, como en muchos otros casos, no es aplicada;
- b) malos olores, que son particularmente severos en comunidades atravesadas por ríos altamente contaminados, como la de Desamparados, o cercanas a botaderos de basura o a ciertas industrias;
- c) polvo, al parecer en aumento como producto de un ambiente más seco;
- d) agroquímicos, que son arrastrados por el viento, principalmente con efectos locales; y,
- e) humo de quemas agrícolas, de crematorios de basura, y otros, que en algunas localidades pueden ocasionar severos problemas.

La evidencia y las características de los temas tratados indican que los problemas más severos por contaminación atmosférica son altamente localizados, lo que debiera facilitar su solución.

No se considera apropiado tratar aquí problemas atmosféricos de carácter mundial, en los que el país juega un papel mínimo, como la reducción en la capa de ozono, y el aumento en el dióxido de carbono y el efecto de invernadero. Tampoco es necesario, al menos por ahora, tratar problemas de contaminación radiactiva.

Contaminación con sólidos

En 1981 se producían cerca de 500.000 TM por año de desechos sólidos (basura) en Costa Rica (PRONASA, 1981b), cifra que al presente debe haber aumentado considerablemente. En el relleno sanitario de Río Azul, que sirve al área metropolitana, se recibieron más de 160.000 TM de basura en 1986 (Meneses, 1987). Esta última cifra no considera toda la basura producida en el área metropolitana, pues grandes cantidades se depositan en botaderos locales, que incluyen ríos. Por ejemplo, más de 300 botaderos de basura fueron eliminados en San José y alrededores en una campaña de pocos meses (La Nación, 25 Jun., 1987).

Sobre la disposición de los desechos sólidos urbanos, la Comisión Nacional de Limpieza divulgó un documento (La República, 10 Jun., 1987), en el que señala que, de acuerdo al IFAM, 37% de las municipalidades sepultan sus desechos sólidos (rellenos sanitarios), 34% los creman generalmente a cielo abierto, 21% los depositan a cielo abierto sin ningún tratamiento (botaderos), y 8% los depositan en ríos. Aunque se debe aclarar que las municipalidades de las principales ciudades utilizan rellenos sanitarios, el documento estipula que sólo el relleno sanitario de Río Azul manifiesta alguna eficiencia y confiabilidad (en la actualidad éstas han disminuido).

El problema de los desechos sólidos urbanos contaminando el ambiente es grave, tiene varios orígenes y consecuencias, y puede notarse que los cuatro métodos municipales de disposición citados arriba representan diversos grados de contaminación ambiental. Inclusive el mejor relleno sanitario se ve plagado de malos olores, animales e insectos, y contaminación. Es obvio también que el problema comienza con el individuo y su desinterés personal en el manejo de su propia basura, lo que se evidencia en los desperdicios que se encuentran en las calles urbanas.

Existe además una creciente serie de desechos sólidos injustificados, producto del consumismo mencionado anteriormente. Como ejemplo puede citarse los cubiertos y vajilla desechables empleados indiscriminadamente en ciertos restaurantes, y los envases desechables, ahora en uso para la venta de una serie de productos. Este último punto resulta una interesante muestra de cómo se sigue con considerable atraso mas gran fidelidad el desarrollo de países industrializados, sobre todo de Estados Unidos. En ese país se encuentran luchando contra los problemas ambientales que se han desarrollado con los envases desechables, y aquí se celebra el que por fin éstos han llegado a Costa Rica. Otro punto significativo, es la casi total ausencia de programas de reciclamiento de desechos en el país.

Como último punto sobre desechos sólidos urbanos, más o menos importante, queda mencionar que la basura de los hospitales es recolectada sin ningún tratamiento, y es manejada como si fuera cualquier otro tipo de basura. Esto sin duda se puede prestar a propagación de enfermedades, y representa un punto sumamente crítico de contaminación ambiental. Solamente en el Cantón Central se manejaron más de 1.000 TM de basura de hospitales en 1986 (Meneses, 1987). Recientemente, el Hospital Calderón Guardia ha comenzado a esterilizar material de desecho utilizado en pacientes con ciertas enfermedades infecciosas (La Nación, 17 oct., 1988), lo que debería ser una regla mínima y no la excepción.

Otros problemas con desechos sólidos son aquellos producidos por procesamiento primario de productos agrícolas. Destacan por voluminosos la brosa del café, el bagazo de la caña, la cascarilla del arroz, el olote del maíz, y desechos de empaque del banano. Según numerosos estudios, incluso realizados en Costa Rica, el futuro de estos y otros desechos parece ser la producción de energía como gas o por combustión directa (Rolz *et al.*, 1984; Bonnet y Samuels, 1987) o para ser transformados a formas más utilizables vía fermentación (Carrizales y Jaffe, 1986). El Instituto Costarricense de Electricidad proyecta, a corto plazo, estimular la producción de energía eléctrica a partir de desechos agrícolas y urbanos.

Contaminación química de suelos

En Costa Rica, este tema se puede limitar a contaminación de suelos con plaguicidas, ya que procesos de acumulación de sales son impedidos por las lluvias, los suelos no se utilizan -al menos en escala que sea conocida- como filtros de desechos químicos, y un análisis de contaminación por minería parecería prematuro.

Un caso ya clásico, y tal vez el principal del país, es la contaminación con cobre de unas 50.000 ha de suelos en el Pacífico Sur, por uso excesivo del fungicida caldo bordelés en plantaciones de banano, de 1930 a 1950 (Cordero y Ramírez, 1979). La fitotoxicidad que exhiben estos suelos no es fácil de remediar, y aún son motivo de estudio (Pérez y Bornemisza, 1986a, b). Otros casos que pueden dar problemas, pero que no se cuenta con información al respecto, son la acumulación de plaguicidas persistentes, de varios tipos, en los suelos agrícolas. Este tema es tratado en algún detalle por Hilje *et al.* (1987).

Contaminación con productos agroquímicos y salud

Aunque este tema ha sido tratado en casi todas las secciones anteriores, amerita ser retomado en forma específica para relacionar la contaminación con plaguicidas y la contaminación de alimentos, con la salud humana.

La contaminación de seres humanos con plaguicidas puede darse en forma directa, usualmente en conexión laboral, indirecta en alimentos y agua, o en ambas formas. Así, en conexión laboral, se tiene que cada año hay cientos de hospitalizaciones por intoxicación con plaguicidas; sólo en 1984 se reportaron 787 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas en el país (Hilje *et al.*, 1987). Sobresalen, como casos ocupacionales de contaminación crónica, la alta incidencia de esterilidad masculina que se ha señalado en relación a la aplicación del nematocida DBCP en Río Frío (Ramírez y Ramírez, 1980), y los altos residuos de plaguicidas organoclorados (principalmente DDT) encontrados en tejido adiposo de trabajadores agrícolas (Barquero y Constenla, 1986a, b). La contaminación directa de trabajadores agrícolas, aparte de todo un con-

texto cultural fundamentado en la ignorancia, se agrava en gran parte por la falta de uso (muy a menudo voluntariamente) del adecuado equipo protector (Arauz *et al.*, 1983), y porque en Costa Rica se utilizan plaguicidas que en otros países se han prohibido por peligrosos o por persistentes en el ambiente y el cuerpo humano (Vega y Maroto, 1984; Hilje *et al.*, 1987).

En forma indirecta, atribuible a ingesta de productos contaminados, se han medido residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo de hombres y mujeres (Barquero y Constenla, 1986b), y en leche materna de mujeres (Umaña y Constenla, 1984), de áreas rurales y urbanas. Esto no sorprende, ya que de medirse, no parece difícil encontrar, en Costa Rica, residuos inaceptables de plaguicidas en productos agrícolas. En 1960 se encontraron residuos de fungicidas mercuriales en caña de azúcar (Hilje *et al.*, 1987), y hace más de diez años Carazo *et al.* (1976) informaron de altos residuos de insecticidas organofosforados en repollo. La Agencia de Cooperación Técnica (GTZ) alemana, al evaluar 105 muestras de origen animal y vegetal encontró en 15, residuos de organoclorados superiores a los permitidos en la RFA (Hilje *et al.*, 1987). A pesar de estar prohibido el uso de arseniato de plomo en Costa Rica, Mora *et al.* (1984) encontraron residuos de plomo en repollo. Deben agregarse las devoluciones de carne y otros productos agrícolas costarricenses exportados a los Estados Unidos, por haberseles encontrado residuos de plaguicidas por encima de los niveles aceptables. Si los productos de exportación llevan contenidos inaceptables de residuos, es necesario preocuparse de los contenidos que evidentemente tienen los productos de consumo nacional.

Deben resaltarse también los efectos que causan los plaguicidas en las aguas, promoviendo mortandades de peces, camarones, y otra fauna durante y tras aplicaciones desmedidas (Bonilla, A., La República, 27 jun. 1987; Hilje *et al.*, 1987). Además, resalta el poco estudiado problema de la magnificación biológica, que resulta menos espectacular que una mortandad de peces, pero que en forma más sutil y con menor cantidad de contaminantes podría llegar a afectar la población humana en forma considerable. La problemática del uso de plaguicidas, discutida en forma profunda y am-

plia por Hilje *et al.* (1987), no presenta soluciones simples.

Para concluir el tratamiento de este tema, cabe llamar la atención sobre el uso sin control de antibióticos que se hace en las explotaciones pecuarias, con el fin de facilitar el engorde y la sanidad de los animales, sin mucho cuidado de los efectos que estos antibióticos puedan tener en la población humana. A esto debe agregarse el uso de aditivos y preservantes en los alimentos procesados, lo que completa la escena de una alimentación "contaminada" desde diversos puntos de vista.

Contaminación biológica

A pesar de que alguna otra especie podría considerar la existencia y proliferación exacerbada del hombre en el planeta como la principal contaminación biológica, es posible aislar ciertos temas, en su mayoría ya tratados, que calzan en este rubro.

Se puede considerar como contaminación microbiológica la masiva liberación al ambiente de patógenos y parásitos que se realiza por medio de las aguas negras sin tratar. Otro caso digno de investigarse sería lo que acarrea la basura de hospitales, por lo general, liberada al ambiente sin tratamientos.

También pueden incluirse la proliferación de vectores de ciertos patógenos causantes de enfermedades, como son mosquitos transmisores y algunos caracoles hospederos en aguas de sistemas de riego. O, como otros ejemplos, se pueden citar la liberación accidental de cierta maleza, o la introducción de algún fitopatógeno como la roya del café.

Aquí también se incluyen problemas de proliferación de animales indeseables en ciudades y depósitos de basura, como son las ratas. El control de estos parásitos se logra indirectamente al controlar los problemas de contaminación urbana.

LA PROBLEMÁTICA FORESTAL

Deforestación

Diversos investigadores están de acuerdo en que más del 50% del territorio nacional, por sus suelos y topografía, es de aptitud forestal, tanto de producción como de protección, y sitúan la cifra en 56% (Hartshorn *et al.*, 1982), 65% (Fournier, 1985), y 66,5% (Bonilla, 1981). Sin embargo, se estima que sólo alrededor del 30% del territorio nacional

está cubierto de bosques (Fournier, 1985; Porras y Villarreal, 1986). La diferencia en área está principalmente ocupada por ganadería, que actualmente cubre más del 40% del país, mientras que estudios de uso potencial de la tierra sugieren sólo un 20% apto para ganadería a nivel nacional (Fournier, 1985). Trabajos más detallados para zonas específicas del país (Puriscal y Cariagres) confirman las dimensiones de estos patrones de uso de la tierra actuales y potenciales (van Melle, 1984).

Cabe destacar que el concepto de "tierras de aptitud forestal", al ser sometido a revisión, pareciera amparar principalmente tendencias conservacionistas ya que, a la luz del desarrollo de la tecnología agrícola, es perfectamente factible que muchas de esas tierras sean manejadas en forma adecuada bajo sistemas de producción agrícola que permitan preservarlas contra la degradación. Un ejemplo clásico es la milenaria tradición oriental de producción de arroz en laderas, mediante terraceo. Recientemente, en relación a la utilización de tierras deforestadas en Brasil, Goodland (1986) considera bosques, plantaciones de árboles y cultivos perennes en un mismo nivel de adecuación para el manejo conservacionista de estas tierras. El revisar la aptitud de las tierras bajo una concepción más dinámica, incluyendo análisis de costo/beneficio, muy probablemente rendiría grandes extensiones con aptitud agrícola controlada, otrora consideradas exclusivamente de aptitud forestal.

La deforestación es un proceso que se viene realizando desde hace cientos de años en Costa Rica, pero que se ha acelerado en las últimas décadas (Fournier, 1985; Porras y Villarreal, 1986). Las razones a que se atribuye este incremento son, básicamente, una mayor demanda de productos forestales, el excesivo desarrollo de ganadería en tierras con aptitud forestal, y el poco valor que el costarricense tradicionalmente le ha dado al bosque (Fournier, 1985). Existe clara evidencia, ligada al desperdicio de madera, que las elevadas tasas de deforestación actuales obedecen en gran medida a presión por tierra, y no estrictamente a necesidades de madera (Hartshorn *et al.*, 1982; Fournier, 1985).

Las causas de la deforestación, y los pasos necesarios para revertir los procesos han sido discutidos extensamente (Hartshorn *et al.*, 1982; Fournier, 1985; Rodríguez y Borge, 1985; Porras y

Villarreal, 1986), y tienen profundas raíces socio-económicas que no es posible tocar aquí. Valga, entonces, un somero análisis de las implicaciones.

Según tasas actuales de deforestación, que fluctúan alrededor de 60.000 ha/año, difícilmente queda bosque de producción suficiente para diez años más, y la tasa de reforestación no ha llegado ni cerca de lo que debe ser para que el país no deba convertirse en importador de madera (Hartshorn *et al.*, 1982; Fournier, 1985).

Por sí sólo, el proceso expoliativo de la deforestación produce degradación del ambiente, considerando el triste estado de abandono y deterioro en que quedan las tierras recién deforestadas. Sin embargo, existen una serie de procesos de deterioro ambiental que acompañan o siguen al proceso de deforestación, y son: degradación de suelos, alteración de los ciclos de agua, y contribución a procesos de extinción de especies.

Degradación de suelos

El problema principal de la degradación de suelos es la erosión hídrica. Tasas de erosión hídrica, de nula a severa, pueden fluctuar entre 0 y 500 TM de suelo perdidas/ha/año; valores menores de 2 TM/ha/año por lo general son considerados como no problemáticos (El-Swaify y Dangler, 1982). Para valorar estas cifras debe tenerse en cuenta que una capa de suelo de 1 cm sobre una ha pesa más de 100 TM; aunque un problema de la erosión hídrica es que ocurre en canales, lo que a menudo inutiliza la tierra para muchos fines. El suelo erosionado entra en los cauces de los ríos, para luego sedimentar, causando a menudo otra serie de problemas.

Según estimaciones a un nivel muy elemental, el 17% de los suelos del país están severamente erosionados, y 24% moderadamente erosionados, con un estimado en bruto de 680 millones de TM/año perdidas por erosión hídrica, de las cuales 80% provienen de tierras ganaderas sobrepastoreadas (Hartshorn *et al.*, 1982). El problema, evidentemente, nace de no dar un adecuado manejo a esas tierras de pastoreo, que incluye ocuparlas en otras actividades agrícolas de menor impacto ambiental. Este manejo permitiría impedir la denudación, evitar la compactación excesiva del suelo al deforestar y en todas las siguientes instancias de manejo, y

continuar permitiendo la entrada del agua al perfil del suelo. Otro problema asociado a deforestación es la inestabilidad de las laderas al no haber raíces profundas para sujetar el suelo, lo que provoca grandes y peligrosos movimientos de tierra.

La degradación de suelos en el país es grave, y resaltan por su ausencia trabajos serios y extensos de evaluación y cuantificación del problema a nivel nacional. Paralelamente a estos trabajos deberá evaluarse la factibilidad de instaurar diversos sistemas agrícolas controlados, en las tierras deforestadas.

Una alternativa interesante para la recuperación de suelos tropicales de baja fertilidad, aún después de mucho tiempo de haber estado dedicados a ganadería o agricultura, es emplear el método de sucesión ecológica para la regeneración del bosque (Fournier y Herrera, 1977; Hart, 1980).

Alteración de ciclos del agua

El remover el bosque implica una serie de alteraciones a los ciclos del agua:

- a) Disminuye la penetración de las aguas al suelo, fomentando la escorrentía superficial y la erosión. Esto, por una parte aumenta exageradamente los cauces de los ríos con agua de escorrentía y sedimentos, lo que puede ocasionar inundaciones, y por otra parte disminuye la recarga de mantos acuíferos y la lenta percolación de aguas a los cauces. El resultado final es inundaciones en época de lluvias, y menos agua en épocas secas. El problema se origina por compactación y denudación de suelo, el que debe ser cuidadosamente manejado al deforestar, y mantenerse con cubierta vegetal en todo momento para disminuir escorrentía y erosión;
- b) Por su mayor capacidad evapotranspiracional el bosque proporciona mayor humedad al ambiente. Asimismo, por sus profundas raíces, es capaz de extraer humedad del suelo durante largos períodos sin lluvia, manteniendo un adecuado nivel de evapotranspiración. Estos dos procesos contribuyen a proveer mayor humedad al ambiente, manteniéndolo también a más bajas temperaturas. Un adecuado manejo de cultivos perennes básicamente cumpliría la misma

- función que el bosque en estos dos puntos; y,
- c) El bosque nuboso así como el bosque de montaña parecen atrapar humedad directamente de la neblina y mantener la nubosidad, lo cual se vería disminuído con otra vegetación.

En resumen, las grandes extensiones boscosas juegan un papel fundamental en los ciclos del agua, sobre todo a nivel local, y deben preservarse como mínimo las cuencas y otras zonas importantes con cobertura boscosa. Sin embargo, y al no contarse con evidencia al respecto, es puramente especulativo el atribuir grandes efectos de la deforestación sobre los regímenes de lluvia en Costa Rica.

Cabe destacar que la reducción de aguas que se está previendo en el país, se intensificará en la medida que se tome más agua de nacientes, ríos y pozos para consumo humano y riego, sobre todo durante la época seca. Existe una pobre planificación sobre esto, y debe mejorarse antes de que se convierta en un problema ambiental fuera de proporciones al complicarse más técnica, política y económicamente.

Procesos de extinción de especies

El destruir el bosque altera o elimina nichos y hábitats de un sinnúmero de especies animales y vegetales, las cuales entran en peligro de extinción, afectándose la gran biodiversidad del país. Sin embargo, en Costa Rica, entre el Sistema de Parques Nacionales, las Reservas Forestales, y otras reservas biológicas públicas y privadas, se mantiene alrededor del 10% del territorio nacional dedicado a la preservación del ambiente, y por ende de las especies. Así, no hay mucho peligro de que se extingan especies por completo. A esto, por supuesto, hay que añadir un adecuado control de cacería, pesca y recolección de especies naturales.

En este punto resalta un esfuerzo internacional por promover la preservación de tierras tropicales bajo bosques; en el caso nacional fundamentalmente en relación con la preservación de la gran biodiversidad. Costa Rica es mundialmente reconocida como un líder en esta labor (Sun, 1988; Tangle, 1988), y puede decirse que el país está muy cerca de lograr una meta sólida para la conservación indefinida de especies.

Visión integral sobre la problemática forestal

Es innegable la importancia que representan en forma directa como madera, o indirecta según lo comentado, los recursos forestales para la economía nacional. La poca disponibilidad de maderas en un futuro cercano, y la conservación de los suelos y aguas demandan pronta y eficaz acción, y en el país existe una ya considerable tradición de científicos dedicados a estos problemas (Holdridge, 1964; Budowski, 1964, 1966; Tosi, 1969). Sin embargo, sobre este punto hay algunas consideraciones no tan obvias que deben tomarse en cuenta.

Por diversas razones, los países desarrollados fomentan la conservación de áreas forestales tropicales. Esto tiene importancia a nivel mundial, en ciclos de carbono y agua, y en relación a la preservación de recursos genéticos aún por conocer y explotar. Por esto, debe apreciarse que aunque pareciera que se persigue el mismo objetivo, los intereses de los países desarrollados y sus representantes y asociados no necesariamente corresponden a los intereses nacionales (Solbrig, 1988), y es probable que llegue el momento en que se contrapongan seriamente necesidades productivas locales y aspiraciones internacionales.

Por ejemplo, la temática es a menudo sobresimplificada (Lugo y Brown, 1982), y se llega a consideraciones como la de Uhl y Parker (1986), quienes concluyen su artículo titulado "¿Vale una hamburguesa de 125 gramos media tonelada de bosque pluvial?", diciendo "Acaso (no) serán los bosques pluviales más valiosos en su estado actual -como fuentes de madera, materias primas y plantas para nuevos alimentos y drogas- que lo que son tras ser convertidos en hamburguesas efímeras?" Indudablemente, convertir el bosque en pastizales para ganadería extensiva, mal mantenidos, de baja productividad y dañinos al ambiente se ha convertido en una alternativa muy pobre. Sin embargo, como ya se mencionó, tierras de aptitud forestal pueden ser adecuadamente manejadas bajo sistemas agrícolas intensivos, anuales o perennes, que conlleven las adecuadas consideraciones de preservación del ambiente. La verdadera comparación, entonces, debe ser entre los beneficios a mediano y largo plazo de grandes extensiones boscosas, y los obtenibles a corto, mediano y largo plazo de sistemas agrícolas intensivos y altamente productivos.

Así, la situación forestal puede verse de la siguiente forma, que probablemente respondería más fielmente a las necesidades nacionales de desarrollo:

- Mantener suficiente superficie boscosa para:
 - a) proveer al país indefinidamente de madera;
 - b) preservar la biodiversidad; y,
 - c) conservar las cuencas hidrográficas y aquellas tierras poco productivas en laderas de mucha inclinación.
- Desarrollar el resto de las tierras de "aptitud forestal" no necesitadas para los rubros anteriores, bajo sistemas agrícolas intensivos, que permitan mantener su estabilidad indefinidamente y contribuyan positivamente a los ciclos hidrológicos (por ejemplo, plantaciones de cultivos perennes en zonas húmedas y uso de terraceo y "mulches" en zonas con época seca prolongada que exijan agricultura anual). Cabe agregar la imperiosa necesidad de desarrollar sistemas de producción animal más eficientes, lo que reduciría la demanda de tierras para pastoreo.

El equilibrio de la situación forestal pareciera encontrarse en la correcta combinación de los puntos recientemente enunciados.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

La mayoría de las consideraciones presentadas a continuación no son nuevas, y su importancia y necesidad de implementación ha sido y es frecuentemente resaltada por diversos grupos y medios. El intentar sumarizarlas, sin embargo, es fundamental si se desea dar seguimiento a la actividad ambiental en el país.

Varias medidas de índole general pueden tomarse en favor de la protección del medio ambiente. Entre éstas destaca la educación veraz, objetiva y contundente de los diversos sectores de la población, en los variados temas y la totalidad de la problemática. Difícilmente puede argumentarse en contra de una adecuada educación ambiental, y existen en la actualidad una serie de esfuerzos loables, que tal vez poseerían más fuerza de ser coordinados tras planes generales de acción.

Un sinnúmero de beneficios son derivables de poseer una población educada en la materia: programas de protección ambiental encuentran un mayor sustento económico en gente que los entiende; una población conciente de los problemas ambientales tenderá a respetar más su ambiente, disminuyendo así las tasas de degradación; y, al haber una población más interesada, la importancia política del fenómeno aumenta, pues cada medida de los políticos en favor del ambiente significará votos.

Ahondando más en el asunto de la educación ambiental, complacería pensar que una población más conciente estaría más pronta a denunciar abusos y vejaciones ambientales por parte de instituciones públicas y privadas. Mas, cabe la pregunta, ¿a quién se debe denunciar, por ejemplo, que por las noches alguna industria libera a un río masivas cantidades de desechos líquidos ilegales? Ciertamente las entidades gubernamentales no tienen los recursos ni al parecer el interés de investigar tales casos. De la misma forma, ¿a quién se denuncian las irregularidades ambientales cometidas por instituciones públicas y del gobierno? Contar sólo con los medios de comunicación para tales efectos es un arma de doble filo.

Ambos procesos deben realizarse en paralelo. La educación y la concientización de la población debe ir acompañada y dirigida por grupos de protección del ambiente y del consumidor, activos en los diversos niveles de la vida social, incluyendo el nivel político.

De lo anterior se desprende una recomendación o llamado al ciudadano interesado y capacitado: Ha llegado la hora de que los diversos niveles de vida política nacional se permeen de políticos "no alineados". Es decir, que en los poderes municipales y legislativo comiencen a proliferar ciudadanos cuyo principal objetivo sea servir a su comunidad y su país. La protección del ambiente es una de las prometedoras banderas de campaña para tales ciudadanos.

Tal vez con grupos y personas que trabajen más abierta y agresivamente en materia ambiental, se logre inventariar y caracterizar en forma más integral y rigurosa los problemas, y se produzcan directrices maduras sobre las prioridades a estudiar y resolver. Hasta ahora, y como se evidencia en la

revisión de literatura anterior, la gran mayoría de los trabajos realizados parecen haber sido ejecutados sin calzar dentro de un plan integral, y sin objetivos de acción. Se debe investigar la degradación ambiental con firmes propósitos de acción social en mente. De realizarse investigación programada y más rigurosa, por lo menos se lograría tener una visión más completa de los diversos aspectos y sus interrelaciones, y no la visión fragmentaria e inconclusa actual.

Otro punto fundamental a considerar es el crecimiento de la población. La mayoría de los problemas ambientales se pueden relacionar con aumentos de la población. En todo caso, y aún sin conexión con el asunto ambiental, cabe la pregunta del por qué continuar el crecimiento de la población humana, sin objetivos que así lo indiquen.

El unir esfuerzos e intereses en grupos de acción podrá quizás ser suficiente para contrarrestar la fuerte tendencia de degradación ambiental evidenciada en el capítulo anterior, y a la vuelta de cada esquina. Es fundamental aprender las lecciones de otros países, y planificar en aquellos aspectos que aún no se declaran críticos.

Como se dijera al inicio, no es manteniendo posiciones extremistas sino juiciosas y racionales como se logrará equilibrar las diversas fuerzas que socavan el ambiente. Es un hecho: las industrias seguirán contaminando en diversos grados por muchos años, la agricultura requiere de fuertes dosis de plaguicidas para ser exitosa, y construir sistemas de tratamiento para aguas negras no es tarea fácil. Sin embargo, se puede y debe demandarse cada vez mayor eficiencia y respeto al ambiente, de parte de todos. En muchas instancias, el individuo estará a cargo de hacer la diferencia. En otros casos son los entes, la industria y el gobierno quienes deben actuar. Se requieren excelentes estrategias de impecable ejecución para lograr mover al individuo, y a los grandes intereses económicos y políticos. Es éste un reto que se debe afrontar ya.

Recomendaciones generales

1. Establecimiento de un organismo apolítico formado por especialistas del país en la problemática ambiental. Este organismo sería coordinado por alguna entidad estatal o una

universidad, y recibiría reconocimiento y apoyo oficial para sus actividades. Entre sus principales funciones estaría el caracterizar la situación ambiental del país, definir prioridades de investigación y acción, desarrollar índices de calidad ambiental, y fomentar las diversas actividades de protección y saneamiento ambiental. Una función relacionada con este organismo sería el señalar a las autoridades las instancias y mecanismos en que debieran aplicar las numerosas leyes existentes sobre la materia.

2. Crear un fondo de dinero derivado de organismos nacionales e internacionales, y de impuestos a productos y actividades que contaminan o que deterioran el ambiente. Así, por ejemplo, los combustibles, las industrias con derivados contaminantes, y los envases desechables serían gravados con un pequeño impuesto ambiental, que contribuiría al fondo. Este fondo sería administrado por una entidad como CONICIT, en conjunto con el organismo descrito arriba, que lo entregaría a fundaciones, científicos, profesionales y empresarios, tras presentación de propuestas de investigación o de desarrollo de tecnología sobre problemas ambientales coherentes con planes integrales, o para ejecución de planes de protección y saneamiento ambiental.

Es importante destacar que, aunque teóricamente se debiera hacer pagar al que contamina, tal impuesto ambiental debe ejercerse con mesura, pues de una u otra forma la cuenta será pasada al consumidor, quien no es directamente el gran degradador ambiental.

Recomendaciones específicas

Se sobreentiende que estas recomendaciones, cuando implican legislación, deben llevar intrínseco un mecanismo de ejercer las leyes.

Aguas:

- Establecer una planta de tratamiento de aguas negras, que sirva al área metropolitana, purificando el río Grande de Tárcoles. Entubar sus afluentes en las áreas de mayor problema

ambiental. El implementarla no sólo eliminaría la contaminación del río, sino que proporcionaría grandes volúmenes de aguas recicladas, que pueden servir para múltiples usos.

- Restringir los desechos agroindustriales e industriales en las aguas fluviales cuando existan medios asequibles para utilizarlos o tratarlos.
- Prohibir la deposición de desechos tóxicos en aguas fluviales.
- Cambiar la formulación de detergentes por una más biodegradable.
- Estudiar ampliamente la contaminación con patógenos, parásitos, y plaguicidas de las aguas potables.
- Establecer una sólida y continua red de muestreos y base de datos sobre calidad de agua potable, industrial y de riego en el país, enfatizando el Valle Central, con el objetivo final de restringir a niveles aceptables la contaminación, los cuales quedan por ser definidos.

Atmósfera:

- Revisar regularmente las emanaciones industriales, y obligar el tratamiento de las mismas en caso de representar peligros a la salud humana o al ambiente.
- Revisar los niveles de plomo ambiental y en personas con alto riesgo de contaminación. Proceder al uso de alcohol en la gasolina.
- Reforzar y hacer cumplir las leyes de contaminación sónica.

Sólidos:

- Desplegar campañas educativas dirigidas al público en general, sobre el manejo de basura.
- Diseñar y ejecutar un plan nacional de reciclamiento de papel, plástico, vidrio y metal. Esto reduciría considerablemente los volúmenes de sólidos a desechar, además de representar una fuente de ingresos y empleo -un doble beneficio que no se explota, mientras que los países desarrollados tienen sistemas avanzados de reciclamiento.
- Diseñar y ejecutar un plan amplio de obtención de energía de desechos sólidos, agrícolas y urbanos.

- Obligar a los hospitales a tratar o, preferiblemente, incinerar su basura.
- Educar al público urbano sobre la adecuada disposición de basuras, lo que debe ir acompañado de nuevos y reforzados esfuerzos de recolección de basuras no tradicionales, apertura de basureros más accesibles a la comunidad, e instalación y mantención de basureros en calles y locales comerciales. Los esfuerzos de la Municipalidad de San José en este sentido son loables, aunque hasta el momento parecieran insuficientes.

Plaguicidas:

- Educar al agricultor en el uso de productos agroquímicos: protección, formulación, lectura de etiquetas, aplicación, efectos ambientales.
- Requerir que sea sólo el profesional competente el capacitado para recetar plaguicidas peligrosos.
- Restringir más y prohibir algunos de los plaguicidas existentes en el mercado, en particular aquellos que son prohibidos en países desarrollados.
- Establecer un sistema de vigilancia continua de medición de plaguicidas en los productos vegetales y animales de consumo interno. Un plan reciente de instauración de un laboratorio para este fin pareciera insuficiente, dado el enorme volumen y variedad del trasiego de alimentos.

Problema forestal:

- Ejercer mayor control estatal sobre la deforestación ilícita.
- Incentivar un mayor aprovechamiento de la madera al deforestar.
- Desarrollar y ejecutar en la medida de lo requerido un plan nacional de reforestación, con los incentivos económicos que la situación requiere, aún a grandes costos iniciales, que a largo plazo rendirán adecuados dividendos económicos y ambientales.

Erosión de suelos:

- Instruir sobre prácticas de manejo adecuado de tierras a productores.

- Fomentar el uso de prácticas de conservación de suelos, y la instauración de sistemas agrícolas de ladera, lo que implica una nueva área de investigación.

CONCLUSIONES

Sin menoscabo de la importancia señalada a cada aspecto de la degradación ambiental, y de acuerdo con lo que hace más de diez años se escribiera en el Ideario Costarricense, el problema ambiental de mayor preocupación inmediata parece ser la situación forestal. Simplemente el país se está quedando sin bosques y la tierra deforestada está siendo manejada en forma muy deficiente, lo que repercute también en los suelos y aguas. Las pruebas son suficientes y contundentes, y las razones deplorables: existe un comercio desmedido y abusivo de bosques, tierra, madera y ganado, que ha alcanzado niveles intolerables. La lucha contra la deforestación sin control, y por una acelerada y eficaz reforestación o mejor utilización de esas tierras bajo sistemas agrícolas adaptados, debiera ser la primera consigna ecológica nacional, y el motivo de unión de científicos y profesionales de diversas disciplinas en contra de los abusos que, en nombre de intereses económicos personales, se cometen a diario contra el patrimonio de todos.

En segundo lugar de importancia, por su relación con la salud humana y la calidad ambiental, pareciera estar el problema de la contaminación de aguas, en sus diversos aspectos.

En esa misma línea, el tercer punto que amerita pronta atención pareciera ser la contaminación con plaguicidas, que ha sido apenas evaluada, y en la que destacan grandes lagunas de conocimiento, como se mencionara por ejemplo en relación a la magnificación biológica.

Sin embargo, en términos generales, y en comparación con otras naciones, puede concluirse que en Costa Rica la problemática de la degradación ambiental no es severa más que en situaciones específicas y a menudo localizadas. Aparte de estas situaciones, puede decirse que la degradación ambiental contaminante y no contaminante es moderada, lo que debiera facilitar el lidiar con sus soluciones y planificar para evitar su deterioro, más allá de lo que permita la elasticidad ambiental.

Manteniendo la visión integral del ecólogo, se aprecia que no es posible abstraer de la maraña de ciclos sociales un solo aspecto en forma aislada. Por ejemplo, no se puede esperar que cientos de miles de personas cuya principal preocupación es ganar suficiente dinero para mantener su familia a flote, lleguen a interesarse seriamente por asuntos ambientales, en cierta forma intangibles, y mucho menos dedicarles tiempo y recursos. Para ello, se debería primero solucionar el problema de la pobreza, el cual está íntimamente ligado al de la riqueza o el poder, los cuales a su vez manejan gobierno, industria, consumo y, por ende, ambiente.

Así, sólo resta trabajar parchando una enorme y cada vez más tambaleante estructura, esperando que la ingeniosidad humana la mantenga a flote, a la espera de un cambio en lo más intrínseco de nuestra sociedad y nuestra forma de ver y enfrentar la vida. El papel que el Ingeniero Agrónomo puede jugar en estas situaciones es extenso, y nuestra disciplina debe ser trascendida a la de un ecólogo.

RESUMEN

Se enfoca la problemática ambiental en Costa Rica, considerando como temas fundamentales:

- a) La contaminación ambiental: de aguas, atmosférica, con sólidos, química de suelos, con agroquímicos en relación a la salud, y biológica; y,
- b) La degradación del ambiente, tratada principalmente en torno a la problemática forestal: deforestación, degradación de suelos, alteración de ciclos de agua, y biodiversidad.

La revisión de la literatura sobre trabajos realizados en Costa Rica revela deficiencias y lagunas en muchos temas, y permite pensar que los trabajos se han realizado sin seguir un plan definido. Salvo situaciones localizadas, el análisis indica que la problemática ambiental en Costa Rica, en términos generales y en comparación con otros países, es moderada aunque la complejidad y grados de deterioro parecen ir en aumento.

Se concluye que el problema ambiental de mayor preocupación inmediata aparenta ser la situación forestal, tanto por la proyectada escasez de maderas como por el pobre manejo al que son sujetas

las tierras deforestadas. Sobre éstas últimas, se señala que tierras normalmente consideradas como de aptitud forestal pueden ser manejadas sin degradación ambiental bajo sistemas agrícolas intensivos estables, que rendirían mayores beneficios que bosques. En segundo lugar de importancia se ubica la contaminación de aguas, y le sigue los problemas de contaminación por plaguicidas. La pobre disposición de desechos sólidos urbanos puede ser visto como el problema localizado más severo.

Durante todo el artículo y en los diversos temas, destaca el agro, ya sea como promotor de contaminación o degradación, o como receptor de procesos originados en zonas urbanas.

LITERATURA CITADA

- ANDER-EGG, E. 1985. El desafío ecológico. San José, EUNED. 185 p.
- ARAUZ, L.F.; CARAZO, E.; MORA, D. 1983. Diagnóstico sobre el uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica. Informe preliminar. *Agron. y Ciencia* 1(8):37-49.
- BARQUERO, M.; CONSTENLA, M.A. 1986a. Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano de agricultores en Costa Rica. *Turrialba* 36:191-196.
- BARQUERO, M.; CONSTENLA, M.A. 1986b. Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34:7-12.
- BONILLA, A. 1981. Situación ambiental en Costa Rica. *Tecnol. en Marcha* 4(2):23-27.
- BONNET, J.A.; SAMUELS, G. 1987. The status of biomass energy. *Interciencia* 12:116-123.
- BUDOWSKI, G. 1964. Holdridge's world classification of life zones; a reappraisal. *Turrialba* 14:96-100.
- BUDOWSKI, G. 1966. Los bosques de los trópicos húmedos de América. *Turrialba* 16:278-285.
- CARAZO, E.; FUENTES, G.; CONSTENLA, M. 1976. Residuos de insecticidas organofosforados en repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Turrialba* 26:321-325.
- CARRIZALES, V.; JAFFE, W. 1986. Solid state fermentation: appropriate biotechnology for developing countries. *Interciencia* 11:9-15.
- CORDERO, A.; CHACON, B.; RODRIGUEZ, A. 1979. Contaminación del río Bermúdez, Alajuela. *Agron. Costarr.* 3:109-113.
- CORDERO, A.; RAMIREZ, G.F. 1979. Acumulamiento de cobre en los suelos del Pacífico Sur de Costa Rica y sus efectos detrimentales en la agricultura. *Agron. Costarr.* 3:63-78.
- CRUZ, N. 1982. Prevención y control de la contaminación de aguas en el área metropolitana de San José. *In* Contaminación ambiental: un enfoque multidisciplinario. Comp. por A. Mata, B. Chacón y A. Rodríguez. San José, Edit. Tecnol. de Costa Rica. p. 43-50.
- CHACON, B.; CHACON, J. 1980. Contaminación por nitratos en aguas subterráneas de la cuenca superior del río Cañas, Guanacaste. *Agron. Costarr.* 4:183-186.
- CHACON, J.; CHACON, B.; MATA, A. 1981. Estudio de las condiciones químicas del agua subterránea de la cuenca del río Cañas, Guanacaste. *Agron. Costarr.* 5:135-139.
- CHACON, B.; RODRIGUEZ, A.; MATA, A.; GARRO, M. 1982. Niveles de agentes tensoactivos en las aguas de la cuenca del Virilla-Grande de Tárcoles, Costa Rica. *Tecnol. en Marcha* 5(3):3-8.
- CHAVARRIA, M. (ed). 1976. Simposio internacional sobre la ecología de la conservación y del desarrollo en el Istmo Centroamericano. *Rev. Biol. Trop.* 24(Supl. 1):1-209.
- CHAVES, M.A. 1986. Las vinazas en la fertilización de la caña de azúcar. San José, Bol. Inform. DIECA no. 21, Año 3. 4 p.
- DIX, H.M. 1981. Environmental pollution. New York, Wiley. 286 p.
- EL-SWAIFY S.A.; DANGLER, E.W. 1982. Rainfall erosion in the tropics: a state-of-the-art. *In* Soil erosion and conservation in the tropics. Ed. by W. Kussow, S.A., El-Swaify and J. Mannering. Madison, Wisconsin, Am. Soc. Agron., Special Publication no. 43. p. 1-26.
- FOURNIER, L.A.; HERRERA, M.F. 1977. La sucesión ecológica, como un método eficaz de recuperación del bosque en Costa Rica. *Agron. Costarr.* 1:23-29.
- FOURNIER, L.A. 1985. El sector forestal de Costa Rica: antecedentes y perspectivas. *Agron. Costarr.* 9:253-260.
- GOMEZ, R.; CHACON B.; MATA, A. 1984. Eutrofización del río Grande de Tárcoles. *Tecnol. en Marcha* 7(1):11-17.
- GOODLAND, R. 1986. Environmental aspects of Amazonian development projects in Brazil. *Interciencia* 11:16-24.

- GUERRA, T. (Comp.). 1984. Ecología y política en América Latina. Heredia, CEDAL. 159 p.. HART, R.D. 1980. A natural ecosystem analog approach to the design of a successional crop system for tropical forest environments. *Tropical Succession* 1:73-95.
- HARTSHORN, G. *et al.* 1982. Costa Rica: Country environmental profile, executive summary. San José, Tropical Science Center. 8 p.
- HENDRY, C.D.; BERISH, CW.; EDGERTON, E.S. 1984. Precipitation chemistry at Turrialba, Costa Rica. *Water Resources Res.* 20:1677-1684.
- HILJE, L.; CASTILLO, L.; THRUPP, L.A.; WESSELING, I. 1987. El uso de los plaguicidas en Costa Rica. San José, EUNED. 149 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1964. Life zone ecology. San José, Tropical Science Center. 124 p.
- LUGO, A.E.; BROWN, S. 1982. Conversion of tropical moist forests: a critique. *Interciencia* 7:89-93..
- MATA, A. 1982. La contaminación del mar por petróleo. *In* Contaminación ambiental: un enfoque multidisciplinario, Comp. por A. Mata, B. Chacón y A. Rodríguez. San José, Edit. Tecnol. de Costa Rica. p. 17-25.
- MATA, A.; CHACON, B.; RODRIGUEZ, A. (Comp.). 1982. Contaminación ambiental: un enfoque multidisciplinario. San José, Edit. Tecnol. de Costa Rica. 244 p.
- MEADOWS A.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J.; BHERENS, W.W. 1972. The limits to growth; a report for the club of Rome's project on the predicament of mankind. New York, Universe Books. 205 p.
- MELLE, G. van. 1984. Estudio sobre la capacidad de uso de la tierra en dos áreas de las subregiones Puriscal y Cariagres, Costa Rica. Turrialba, CATIE. 57 p.
- MENDEZ, O.I.; FOURNIER, L.A. 1981. Los líquenes como indicadores de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de San José, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 28:31-39.
- MENESES, G. 1987. Memoria anual 1986. San José, Dirección Salubridad Municipal, Municipalidad del Cantón Central de San José. 24 p.
- MORA, D. 1982a. Contaminación de aguas subterráneas en acuíferos de Costa Rica. *In* Contaminación ambiental: un enfoque multidisciplinario, Comp. por A. Mata, B. Chacón y A. Rodríguez. San José, Edit. Tecnol. de Costa Rica. p. 59-79.
- MORA, R. 1982b. Contaminación atmosférica asociada al transporte automotor. *In* Contaminación ambiental: un enfoque multidisciplinario, Comp. por A. Mata, B. Chacón y A. Rodríguez. San José, Edit. Tecnol. de Costa Rica. p. 103-104.
- MORA, L.; CARAZO, E.; FUENTES, G.; CONSTENLA, M.; RODRIGUEZ, L. 1984. Análisis de residuos de plomo en repollo en Costa Rica. *Agron. Costarr.* 8:161-165..
- MURRILLO, M.; VEGA, C. (Comp.). 1977. Ideario costarricense; protección del medio ambiente. San José. 176 p.
- OLIVIER, S.R. 1983. Ecología y subdesarrollo en América Latina. México, Editorial Siglo XXI. 224 p.
- ORTIZ, E. 1982. Criterios sobre la calidad de aguas recreacionales. *In* Contaminación ambiental: un enfoque multidisciplinario, Comp. por A. Mata, B. Chacón y A. Rodríguez. San José, Edit. Tecnol. de Costa Rica. p. 81-86.
- PEREZ, J.; BORNEMISZA, E. 1986a. Suelos contaminados con Cu en el Pacífico Sur de Costa Rica. I. Fracciones de Cu y efectos del fosfato sobre ellas. *Agron. Costarr.* 10:165-172.
- PEREZ, J.; BORNEMISZA, E. 1986b. Suelos contaminados con Cu en el Pacífico Sur de Costa Rica. II. Efecto del fosfato en invernadero. *Agron. Costarr.* 10:173-177.
- PORRAS, A.; VILLARREAL B. 1986. Deforestación en Costa Rica. Implicaciones sociales, económicas y legales. San José, Editorial Costa Rica. 118 p.
- PRONASA. 1981a. Informe sobre control de la contaminación del aire. Primera fase. San José, Ministerio de Salud, Div. San. Amb. 63 p.
- PRONASA. 1981b. Informe sobre la preparación del programa de control de la contaminación del agua. Primera fase. San José, Ministerio de Salud, Div. San. Amb. 137 p.
- PRONASA. 1981c. Informe sobre control de la contaminación del suelo. Primera fase. San José. Ministerio de Salud, Div. San. Amb. 78 p.
- RAMIREZ, A.L.; RAMIREZ, C.M. 1980. Esterilidad masculina causada por exposición laboral al nematocida 1,2-dibromo-3-cloropropano. *Acta Med. Costarr.* 23:219-222.
- RAMIREZ, J.M.; SEQUEIRA, M.A.; CHACON, B. 1985. Estudio sobre el contenido de metales pesados en los ríos del área metropolitana. *Ing. Cienc. Quim.* 9:11-13.
- RESNNA, G. 1987. Motores diesel: Influencia en su funcionamiento de las variaciones de las condiciones atmosféricas y de altitud. Caso de San José. *Rev.Col.Fed.Ing.Arq.C.R.* 30(3):54-61.

- RODRIGUEZ, O. 1982. Contaminación del aire en Costa Rica. *In* Contaminación ambiental: un enfoque multidisciplinario. Comp. por A. Mata, B. Chacón y A. Rodríguez. San José, Edit. Tecnol. de Costa Rica. p. 105-120.
- RODRIGUEZ, A.; MATA, A.; CHACON, B. 1984. Calidad de aguas de los ríos Toyogres y San Nicolás, Cartago, Costa Rica 1980-1982. *Tecnol. en Marcha* 6(4):3-7.
- RODRIGUEZ, J.A.; BORGE, V.G. 1985. Cultura, sociedad y conservación de los recursos naturales renovables. San José, EUNED. 84 p.
- RODRIGUEZ, U.; MATA, A.; CHACON, B. 1985. Los detergentes y la contaminación del ambiente. *Biocenosis* 1(4):15-18.
- RODRIGUEZ, J.M. 1987. Efecto de la aplicación de las vinazas como fertirrigante de la caña de azúcar en un suelo arcilloso. Tesis Lic. Escuela de Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica. 109 p.
- ROLZ, C.; CALZADA, J.F.; de LEON, R. 1984. Biogás: principios básicos y aplicaciones para Latinoamérica. *Interciencia* 9:8-20.
- SALAS, W.; HERNANDEZ, F.; CHACON, B. 1985. Efectos del uso del agua contaminada en la producción agrícola. San José, Ofic. Public., Universidad de Costa Rica. 12 p.
- SALAS, W. 1987. Efecto de las aguas contaminadas en la producción agrícola. San José, Edit. Universidad de Costa Rica. 102 p.
- SANCHEZ, V.; SEJENOVICH, H. 1983. Antología en torno al ecodesarrollo. San José, EUNED. 136 p.
- SCHUMACHER, E.F. 1973. *Small is beautiful: economics as if people mattered*. New York, Harpen and Row. 305 p.
- SEQUEIRA, M.A.; CHACON, B. 1984. Contaminación de las aguas superiores del río Grande de Tárcoles. *Tecnol. en Marcha* 24(7):37-44.
- SEGUNDO SIMPOSIO SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL; su impacto en el hombre y en el medio en Costa Rica. 1985. Conclusiones. *Ing. Cienc. Quim.* 9:164-165.
- SOLBRIG, O.T. 1988. Destrucción o transformación del paisaje tropical sudamericano? *Interciencia* 13:79-82.
- SUN, M. 1988. Costa Rica's campaign for conservation. *Science* 239:1366-1369.
- TANGLEY, L. 1988. Studying (and saving) the tropics. *BioScience* 38:375-385.
- TOSI, J.A. 1969. República de Costa Rica, mapa ecológico - según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. San José, Centro Científico Tropical.
- TOUFEXIS, A. 1988. The dirty seas. *Time*, Aug. 1, 1988: 44-50.
- UHL, C.; PARKER, G. 1986. ¿Vale una hamburguesa de 125 gramos media tonelada de bosque pluvial? *Interciencia* 11:214.
- UMAÑA, V.; CONSTENLA, M. 1984. Determinación de plaguicidas organoclorados en leche materna en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32:233-239.
- VEGA, S.; MAROTO, M. 1984. Plaguicidas de uso restringido en Estados Unidos se importan libremente en Costa Rica. *Ciencias Amb.* 5:125-134.
- VITALE, L. 1983. *Hacia una historia del ambiente en América Latina*. México, Editorial Nueva Imagen. 121 p.

Nota del autor: Este trabajo, terminado de estructurar en enero de 1988, no considera los resultados y memorias de dos congresos y actividades conjuntas sobre la materia realizados posteriormente en San José: Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación (feb., 1988), y Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible (oct., 1988).