

U1784

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.875 (Sem. 54/7)  
12 de marzo de 1990

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Seminario regional sobre "Inventarios y cuentas del patrimonio natural y cultural. Avances y perspectivas en América Latina y el Caribe", organizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), a través de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente.

Santiago, Chile, 26 al 28 de marzo de 1990

CUENTAS DEL PATRIMONIO NATURAL DEL CORREDOR BIOLÓGICO  
DEL CHICHINAUTZIN, ESTADO DE MORELOS, MEXICO

Este documento fue preparado para el proyecto "Inventarios y cuentas del patrimonio natural y cultural", de la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente, por los consultores señora Julia Carabias, señor David Montaña y señora Fuensanta Rodríguez. Fue elaborado en el ámbito del convenio de colaboración técnica suscrito entre el Gobierno del Estado de Morelos y la CEPAL. Las opiniones expresadas en este trabajo, el cual no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

90-3-315



INDICE

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| INTRODUCCION . . . . .   | 1             |
| I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO . . . . .   | 4             |
| II. DESCRIPCION DEL ESTADO DE MORELOS . . . . .                            | 5             |
| III. CARACTERISTICAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO DEL<br>CHICHINAUTZIN . . . . . | 7             |
| A. POBLACIÓN . . . . .   | 8             |
| B. IMPORTANCIA DEL CORREDOR . . . . .                                      | 9             |
| IV. METODOLOGIA . . . . .  | 11            |
| V. USO DE LOS RECURSOS NATURALES . . . . .                                 | 15            |
| A. AGRICULTURA . . . . .   | 15            |
| 1. La agricultura en el Estado de Morelos . . . . .                        | 15            |
| 2. La agricultura en el Corredor . . . . .                                 | 16            |
| B. LA GANADERIA . . . . .  | 19            |
| 1. La ganadería en el Corredor . . . . .                                   | 21            |
| C. LA PRODUCCION FORESTAL . . . . .  | 23            |
| 1. La produccción en el Corredor . . . . .                                 | 24            |
| VI. EVALUACION ECONOMICA DE LOS COSTOS AMBIENTALES . . . . .               | 26            |
| A. EN LA AGRICULTURA . . . . .   | 28            |
| 1. Erosión . . . . .   | 28            |
| 2. Filtración de agua . . . . .  | 30            |
| 3. Incendios . . . . .   | 31            |
| 4. Desforestación . . . . .  | 32            |
| B. EN LA GANADERIA . . . . .   | 33            |
| 1. Incendios . . . . .   | 34            |
| VII. CONTABILIDAD . . . . .  | 36            |
| Bibliografía . . . . .   | 55            |
| Anexo:   |               |
| Cuadros. . . . .   | 61            |

El inventario y la descripción de los recursos naturales fueron elaborados sobre la base de los estudios del señor Rafael Monroy y la señora Marisela Taboada, investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. La recopilación estadística se llevó a cabo con la colaboración de la Delegación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado de Morelos.

## INTRODUCCION

La preocupación por el estado actual del medio ambiente por parte de distintos sectores de la sociedad es cada vez mayor. En la actualidad existe un reconocimiento generalizado de que la forma en que se han desarrollado los países, prácticamente sin excepción, ha provocado un severo deterioro del ambiente.

Las manifestaciones de este deterioro son cada vez más evidentes, lo cual ha sido un importante detonador de toma de conciencia. Entre ellas se pueden mencionar los altos índices de deforestación, erosión, contaminación del aire, agua, suelo, desaparición de ecosistemas, extinción de especies animales y vegetales.

Un aspecto que parece ser ya un consenso, es que el desarrollo de un país no puede hacerse sin considerar los problemas ambientales, bajo riesgo de tener importantes repercusiones que frenen el propio desarrollo por atentar contra su base de sustentación: la naturaleza y sus recursos.

A pesar de este reconocimiento, las políticas de desarrollo siguen sin contener criterios ambientales como uno de los ejes fundamentales. Y no sólo en el diseño de estas políticas sino también en su evaluación, se utilizan criterios que pueden medir los costos y beneficios de su aplicación, los cuales son de carácter económico, social e incluso político, pero no ambiental.

Para muchos, el costo ambiental que ha conllevado el desarrollo es el precio necesario de pagar. Estos costos, además del daño ecológico tienen una repercusión económica que se revierte sobre el propio desarrollo. Y no sólo porque los recursos se agotan sino porque revertir el deterioro resulta también muy costoso. A la larga es mucho más rentable, incluso desde la óptica económica, prevenir los daños que resarcirlos.

Una herramienta importante para la planeación de las políticas de desarrollo es la consideración de los costos ecológicos en las cuentas nacionales. Esta, evidentemente, no puede concebirse más que como una herramienta, que en sí misma, y aislada de otras acciones puede no tener ningún efecto. Pero si por el contrario se toma como una referencia del diseño de políticas integrales, puede llegar a ser muy útil.

El presente trabajo pretende explorar este tema por medio de un estudio de caso en el Estado de Morelos, México, en una zona particular conocida como el Corredor del Chichinautzin, cuya importancia radica en su riqueza natural y su ubicación estratégica.

Se pretende elaborar una metodología que sirva de herramienta para la planeación del desarrollo considerando criterios ambientales y que pueda corregir el uso inadecuado de los recursos naturales. Sin embargo, hay que hacer énfasis que tienen la gran limitante de no considerar las variables sociales, políticas y culturales propias de las localidades, por lo que sus alcances, fuera de contexto, son muy limitados y no puede tomarse más que como una referencia a la planeación.

Es importante destacar, además, que otra de sus limitaciones es el no incorporar la evaluación de un conjunto de recursos que conforman también el patrimonio del Corredor Biológico del Chichinautzin, tales como especies animales y vegetales raras, endémicas y/o en peligro de extinción, toda vez que la evaluación de dicho patrimonio se centró en tres recursos básicos: agua, suelo y bosque. Reconocemos que es indispensable tomarlos en cuenta en un análisis particular, el cual desborda las posibilidades de este trabajo.

Probablemente una forma inicial de abordar este asunto consistiría en clasificar dichos recursos y organizar estadísticas sobre la evolución de sus existencias, como un paso previo a su posible contabilización en términos económicos, a sabiendas que esta última bien pudiera no ser indispensable si aceptamos que la medición de un recurso para ser útil a la planeación no

necesariamente debe estar expresada en unidades monetarias, sobre todo si ello conlleva dificultades que obliguen a no considerar a dichos recursos como parte del patrimonio de una sociedad o más aún a valuarlos bajo supuestos discutibles que generen escepticismos por quienes tomen decisiones.

En términos generales el espíritu que orientó la elaboración de este trabajo fue el de proponer un sistema que ubique en un mismo plano de comparación las variables económicas y ambientales más importantes, a fin de hacer relativas unas a las otras y propiciar con ello una mejor comprensión del impacto del estilo de desarrollo de una región en el medio ambiente que represente la base material para su desenvolvimiento.

## I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objetivo el desarrollo de una metodología útil para integrar las cuentas del patrimonio natural de los países.

Para lograrlo se ha realizado un estudio de caso en el Estado de Morelos, que corresponde a una zona recientemente decretada área protegida y se conoce como el Corredor del Chichinautzin.

Como objetivos particulares se pretende:

- i) Valorar el costo ambiental, en términos económicos y del acervo físico, que las actividades agropecuarias, forestales y de recolección tienen sobre los recursos naturales que conforman el Corredor Biológico; y
- ii) Apoyar a la planeación de las actividades primarias del estado de Morelos, en su área del Chichinautzin.

## II. DESCRIPCION DEL ESTADO DE MORELOS

El Estado de Morelos se encuentra enclavado en el centro de la República Mexicana. Limita con el Distrito Federal y los Estados de Puebla, México y Guerrero. Sus fronteras naturales son importantes formaciones volcánicas como son la Sierra del Ajusco, el Volcán Popocatepetl y la Sierra de Puebla que forman parte de la vertiente sur de la Sierra del Eje Neovolcánico, en la cuenca del río Balsas.

Se encuentra entre los paralelos 18 22' y 19 07' de latitud norte y los meridianos 98 03 y 98 30' de longitud oeste de Greenwich. Su superficie es de 4 941 km<sup>2</sup> que representa el 0.25% de la total del país, solamente Tlaxcala y el D.F. son menores en superficie (Gobierno del Estado de Morelos 1985).

Cuenta con importantes recursos hídricos gracias a la presencia del río Amacuzac, afluente del Balsas, que ocupa casi todo el Estado y del río Nexapa que corre por el límite oriental. Asimismo, cuenta con los lagos de Tequesquitengo, Coatetelco y El Rodeo.

Su relieve es accidentado, particularmente de la parte norte, con altitudes que van desde los 890 msnm en el valle de Jojutla, hasta los 3 450 msnm de la sierra del Chichinautzin, aunque más de la mitad del Estado se ubica por debajo de los 1 400 msnm. Este gradiente altitudinal permite la presencia de diversos climas: cálidos del grupo Aw, semicálidos A(C) y (A)C, los templado y semifríos C y los fríos y muy fríos E. Por su topografía y variedad climática se encuentran representados varios tipos de ecosistemas como son las selvas bajas y medianas, los bosques mesófilos de montaña, de encinos, pinos, abetos y sus respectivas mezclas, así como los pastizales de altura, conocidos como zacatonales.

En cuanto al uso de la tierra la principal actividad en el Estado es la agrícola. El 40% de la superficie se dedica a esta práctica, mientras que sólo el 5.8% a la ganadería. En el restante 53% que aún cuenta con masas de vegetación se desarrollan actividades forestales, pero de poco peso económico. Cerca del 80% de la agricultura se asienta en las tierras más cálidas del Estado (Toledo et al. 1989).

No obstante el uso agrícola de la tierra de Morelos, sólo el 25% de la población económicamente activa se dedica a esta actividad. La actividad económica más importante para el Estado es la industrial, la cual se concentra principalmente en su capital, la ciudad de Cuernavaca, y sus alrededores, en el área conocida como CIVAC (Corredor Industrial del Valle de Cuernavaca).

Morelos tienen una población de cerca del millón de personas. Sin embargo, por su proximidad a la Ciudad de México y su clima cálido ha sido un área de recreo y descanso muy importante. Por ejemplo, Cuernavaca duplica su población en fines de semana y días festivos.

### III. CARACTERISTICAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN

El área conocida como el Corredor Biológico Chichinautzin, se ubica en el sistema del Eje Volcánico Transversal, en la vertiente que vincula a la Depresión del Balsas. Se localiza a los 18 50' y 19 05' de latitud norte y 98 51' y 99 20' de longitud oeste, con un intervalo altitudinal que va de los 1 250 a 3 450 metros sobre el nivel del mar, lo que corresponde a la parte más alta de las regiones central y occidental del Estado de Morelos, limítrofe con el Distrito Federal.

Tiene una superficie de 37 302 hectáreas, que junto con el Parque Nacional El Tepozteco y Lagunas de Zempoala, da una superficie total 58 897 has. Se incluye en los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlan, Tlalnepantla, Tlayacapan, Totolapan y Yautepec.

Por su origen volcánico el área tiene una gran permeabilidad, siendo muy importante en la recarga de los acuíferos que se explotan en el talud y planicies de las cuencas de Aplataco y Yautepec, afluentes del río Amacuzac.

En la composición geológica predominan los materiales ígneos extrusivos cenozoicos como los derrames lávicos de basalto, andesitas y dacitas y tobas y brechas. Los suelos predominantes son andosol, litosol, regosol, feozem, luvisol, vertisol, acrisol y rendzinas.

Por su gradiente altitudinal quedan representadas tres zonas térmicas: la semifría, la templada y la semicálida; con una precipitación anual entre 1 000 y 1 300 mm.

La zona tiene una alta diversidad de especies. Se han registrado trescientas cincuenta de plantas distribuidas en seis asociaciones. En las laderas más altas, protegidas de los vientos, se encuentran los bosques de oyamel, Abies religioso. En la región norte están los bosques de pino con predominancia de Pinus Montezumae, Pinus Hartwegii y Pinus pseudostrobus, y la asociación

con mayor representación es la de Pino-Encino. En una franja de transición se establece el bosque de encino y por debajo de este la selva baja caducifolia.

En cuanto a la fauna silvestre, se han registrado 14 especies de anfibios, 39 de reptiles, 149 de aves, de las cuales 20 son endémicas y 55 de mamíferos, que incluye una endémica y en peligro de extinción: Romerolagus diazi, el conejo de los volcanes o teporingo.

Dentro de las aves raras y endémicas están la codorniz listada, el pachacua orejón, cuatro especies de colibrís, tres de pájaros carpinteros, el papamoscas, el reyezuelo, orejas de plata, gallinita de moste, tangara cabeza roja, pinzón, huitlacoche, verdín, tangara cabeza roja, gorrión zacatonero, zorzal rayado.

El Corredor fue decretado área de protección de la flora y la fauna el 31 de noviembre de 1988. Dentro de ella se establecen tres zonas núcleo: Chalchihuites, formada por oyamel y constituye el hábitat potencial del teporingo; Chichinautzin-Quiahuistepec, que protege dos asociaciones únicas en el área, el bosque de encino y el matorral rosetofilo crasicaule y Las Mariposas que comprende la selva baja caducifolia. Estas zonas núcleo, que abarcan un área de 5 300 ha, se encuentran en veda total e indefinida para todo aprovechamiento forestal, para colectar, cortar, extraer o destruir o cazar cualquier espécimen forestal, y de flora y fauna silvestre. Asimismo, para las especies raras, en peligro de extinción endémicas o amenazadas, queda prohibida su caza o captura en el Corredor (Poder Ejecutivo 1988).

El resto de la zona puede ser utilizada bajo los lineamientos y restricciones de protección ecológica que se elaboren para el área.

#### A. POBLACIÓN

La población ubicada en el Corredor se estima en 114 000 habitantes, que no representa más que el 12% del total del Estado. En sólo una década (1970-80) se triplicó, teniendo una tasa de

crecimiento por encima de la nacional. El municipio más poblado es el de Jiutepec con cerca de 70 000 personas cuya tasa de crecimiento en la década mencionada fue del 13.06% y se ha convertido en más urbano que rural. El bienestar alcanzado de la población del Corredor es diferente según los municipios, mientras más rurales son más pobres. En la clasificación que realiza COPLAMAR (1979) de los municipios del país según índices de marginalidad, Totolapan y Tlalnepantla se ubican como de marginalidad alta (el 86% y 93% de su población económicamente activa se dedica a las actividades agrícolas). Los restantes son de marginación media en donde más de la mitad de la población es urbana, salvo Huitzilac que siendo el 100% de su población rural no se ubican en las áreas de marginación alta y más del 45% de su población se dedica a otras actividades que no son sólo agrícolas.

#### B. IMPORTANCIA DEL CORREDOR

El Corredor del Chichinautzin que abarca la zona norte del Estado es un área que por su ubicación geográfica y sus características naturales le confieren una gran importancia.

La ciudad de Cuernavaca, capital del Estado, está situada en las faldas del Corredor. Su crecimiento, industrial y de servicios ha sido muy acelerado en parte por su cercanía con la Ciudad de México. A partir del terremoto de 1985, y tras un intento de descentralización de las actividades en la Ciudad de México, se desconcentraron algunas instituciones a la ciudad de Cuernavaca. Asimismo, cuenta con un corredor industrial muy extenso e importante económicamente en las afueras de Cuernavaca.

El crecimiento de la Ciudad de México y de Cuernavaca, desorganizado y acelerado, abre el riesgo de que con el tiempo estas dos manchas urbanas se unan. Por ello el decreto del Corredor del Chichinautzin como área de protección de la flora y la fauna silvestre, aunado a decretos semejantes de superficies

boscosas del Distrito Federal y el Estado de México, pueden resultar una verdadera barrera física del crecimiento de las manchas urbanas. Esta, si bien no puede ser una medida aislada, si constituye una medida estratégica muy importante en la búsqueda de salidas al vertiginoso crecimiento de la ciudad más poblada del mundo, que en la actualidad cuenta ya con 18 millones de habitantes.

Por otro lado, su gran permeabilidad edáfica la hace un área fundamental para la recarga de los mantos acuíferos que surten de agua al valle de Cuernavaca. Asimismo, cuenta con un importante potencial de recursos forestales que utilizados bajo criterios adecuados de explotación pueden constituir un aporte importante.

Su riqueza faunística y florística le confiere también una importancia biológica. Es el albergue de varias especies raras y endémicas. Una de ellas, el conejo de los volcanes o teporingo, (Romerolagus diazi) se encuentra en peligro de extinción.

Por estas razones el estudio de esta región con la perspectiva de su valoración económico-ecológica resulta una problemática interesante, cuyos resultados, además de desarrollar una metodología para la integración de las cuentas del patrimonio natural, puede constituir una herramienta muy importante en la planeación del uso del Corredor del Chichinautzin.

#### IV. METODOLOGIA

La evaluación de los costos ambientales como consecuencia del uso de los recursos naturales del Corredor Biológico Chichinautzin, se hizo por medio de:

- Inventario de los recursos naturales del Corredor
- Análisis del uso de los recursos naturales
- Evaluación económica de los costos ambientales producidos por el uso
  - Balance de la producción incluyendo el ingreso y el costo ambiental
  - Balance del deterioro del acervo físico
  - Proyecciones para dos décadas manteniendo las mismas tendencias y reorientándolas hacia un uso más adecuado a las condiciones locales.

i) Inventario de los recursos naturales. Se realizó a partir del análisis de la cartografía elaborada por el INEGI a escala 1:250 000, fotografía aérea y muestreo de campo. Se describen los principales rasgos físicos del Corredor (geomorfología y clima) y biológicos (flora y fauna), su ubicación, extensión que ocupan y estado actual. Este trabajo fue realizado por los Biólogos Rafael Monroy y Marisela Taboada de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

ii) Análisis del uso de los recursos naturales. Para la realización de este análisis se describieron las actividades primarias que se basan en el uso de los recursos naturales: agricultura, ganadería, uso forestal y recolección de productos silvestres.

Se utilizó la información estadística recabada por las distintas instituciones del país (SARH, SEDUE, INEGI, SPP), y de ella se eligió la que se encuentra desglosada a nivel municipal.

Debido a que en 1970 se levantó el Censo Agrícola Ganadero y Ejidal en todo el país, se cuenta, para este año, con la información agrícola, ganadera y forestal completa para la zona. Por esta razón se eligió 1970 como el año base, además, debido a que, según opinión de los estudiosos del área, ese momento coincidió con el inicio del desarrollo más acelerado de las actividades de la zona.

El otro año elegido para conocer las tendencias y el desarrollo de las actividades fue 1980, debido a que vuelve a tener completa la información agrícola a nivel municipal. No ocurre lo mismo para la ganadería y uso forestal que tienen datos hasta 1983 la primera y la segunda hasta 1976. Para tomar un año común en el análisis se realizaron las inter y extrapolaciones respectivas al año de 1980.

En cada actividad se consideró la superficie ocupada, el volumen de los productos cultivados, el valor de la producción y los rendimientos respectivos.

Si bien el Corredor del Chichinautzin se ubica entre los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlan, Tlalnepantla, Tlayacapan, Totolapan, y Yautepec, del primero y el último sólo comprende una muy pequeña parte de su territorio. Por ello se decidió eliminarlos con fines del manejo de esta información ya que de incluirlos se sesgarían mucho los datos hacia las zonas cálidas y más desarrolladas, no representativas del Corredor.

iii) Evaluación económica de los costos ambientales de la producción. Se escogieron algunos criterios ecológicos que reflejan la pérdida de recursos los cuales no se valoran ni se incluyen en los análisis y balances de la producción agropecuario y forestal. Para ello se consideraron las principales manifestaciones de deterioro ambiental como resultado de estas actividades productivas: erosión de suelo, retraso o pérdida de la regeneración de los bosques, disminución de la filtración de agua para la recarga de los acuíferos y pérdida de recursos forestales por incendios.

Para obtener el costo económico se estimó el valor de la producción que se dejó de obtener por la pérdida de los recursos naturales. Para el caso de la erosión, se asignó el precio comercial de la tierra al mayoreo, al volumen del suelo que se pierde.

iv) Balance de la producción. Para ello se obtuvo el ingreso restando al valor bruto de la producción de cada actividad y los costos económicos correspondientes. A este ingreso se le descontaron los costos ambientales dando como resultado un ingreso ajustado (neto) que incluye el deterioro ecológico más significativo.

Se elaboró además un índice de costo ambiental por unidad de ingreso, el cual refleja qué porcentaje del ingreso anual se está obteniendo a costa de los recursos naturales.

v) Balance del acervo físico de los recursos, para estimar en qué grado y magnitud los ingresos que se han obtenido han sido a costa del deterioro y disminución del patrimonio físico.

Cabe destacar que como parte de la metodología dicho patrimonio se estima permanentemente en términos físicos (hectáreas, metros cúbicos, etc.) y sólo en el año en que se compara con el ingreso, se estima en términos monetarios el valor de su deterioro.

Este procedimiento evita tener que valorar bajo supuestos regularmente discutibles el mencionado patrimonio en términos monetarios durante períodos prolongados.

vi) Proyección de las tendencias productivas en las próximas tres décadas, para evaluar las ventajas y desventajas de estas actividades en la zona. Se crearon distintos escenarios con la proyección de las tendencias, primero sin modificación y luego con su reorientación hacia políticas más adecuadas para la zona, en donde las actividades productivas alcancen sus máximos valores de ingreso con los mínimos costos ambientales.

Esto se efectuó mediante un modelo que tiene las siguientes características:

- i) Es un modelo de simulación;

- ii) Refleja balances y flujos y su expresión final esta dada en terminos de contabilidad económica y ambiental; y
- iii) Pretende aportar opciones que mejoren las tendencias simuladas mediante técnicas de optimización.

Cabe destacar que este modelo y en general las valoraciones efectuadas tiene como referencia un año hipotético al que se le ha denominado "cero", en el que se asumen las condiciones originales del medio ambiente que posteriormente fueron modificadas por la actividad productiva.

Una descripción más puntual de la metodología se realiza en cada uno de los apartados.

Una aclaración que se aplica para todo el trabajo. Cuando la información o los resultados obtenidos mostraban contradicciones o distintas opciones, se escogió la valoración más baja, con la finalidad de no sobreestimar los efectos ambientales y obtener resultados exagerados de la realidad.

## V. USO DE LOS RECURSOS NATURALES

### A. AGRICULTURA

#### 1. La agricultura en el Estado de Morelos

En 1980 la superficie agrícola del Estado de Morelos estaba constituida por 189 785 hectáreas. Esta superficie no representa más que el 1% de la agricultura nacional, ubicándose por ello entre los cuatro Estados de la República con menor superficie agrícola. Sin embargo, esta es una actividad importante al interior del Estado ya que representa el 40% de su superficie (Toledo *et al.* 1989).

El incremento de la superficie agrícola entre 1970 y 1980 fue del 14%, lo cual arroja una tasa promedio de crecimiento anual muy baja del 1.2%, semejante a la nacional (1.3%). De hecho son las tasas históricas más bajas de la agricultura mexicana.

La mayoría de la agricultura en Morelos se ubica en la zona del trópico subhúmedo (79%) y el 20 % restante en la zona templada. Predominan las tierras de temporal y sólo el 39% son de riego. Entre los cultivos anuales o de ciclo corto los más importantes son el maíz, frijol, sorgo y arroz palay. A lo largo de la década se registró un importante giro entre los cultivos dominantes. Mientras que en 1970 el maíz y arroz eran los dos cultivos predominantes, para 1980 el sorgo había desplazado al arroz aumentando en un 25% su superficie. De 2 mil hectáreas que ocupaba este cultivo en 1970 produciendo 5 mil toneladas pasó a 24 mil hectáreas con 93 mil toneladas en 1981. Esta tendencia de incremento de los cultivos forrajeros se presentó en todo el país durante la década de los setentas. Otros cultivos que perdieron importancia durante este período fueron el algodón con una tasa de crecimiento promedio anual de -11.2%, cacahuete -4.4%, y tomate

rojo -8%. El caso del maíz y frijol permanecieron prácticamente estancados en superficie (de 53 mil a 50 mil para el maíz y de 5.6 mil a 6.2 mil hectáreas para el frijol). (Censo Agrícola Ganadero y Ejidal 1979 y DGEA-SARH 1980).

En cuanto a los cultivos perennes los más importantes son la caña de azúcar, el aguacate, durazno y mango, aunque hay una gran variedad de frutales que se producen en la región.

Los productos más importantes desde la perspectiva del valor de la producción son la caña de azúcar, el tomate rojo, el maíz y el sorgo.

## 2. La agricultura en el Corredor

Debido a que la agricultura de cultivos anuales o ciclo corto y la de cultivos perennes y frutales producen un impacto ambiental muy diferente, es que para los fines del presente trabajo se discuten por separado ambos tipos de agricultura.

### a) Cultivos anuales o de ciclo corto

La superficie del corredor dedicada a las actividades agrícolas fue para 1980 de 13.5 mil hectáreas, lo cual en relación a la superficie del Estado es poco (7%), pero en relación al propio Corredor es muy significativa, y más que por su extensión (27%) lo es por su impacto ambiental como se discutirá posteriormente.

El incremento de la superficie agrícola en esta zona entre 1970 y 1980 no se comportó como el del Estado ni el nacional. La tasa de crecimiento promedio anual fue de 2.4, lo cual representa un incremento del 84% en sólo diez años, 5.5 veces más que la tendencia del Estado y del país en ese período.

Las tierras son fundamentalmente de temporal (87%) siendo apenas un 13% de riego. El 34% de la tierra es ejidal, el 20% propiedad privada y 35% comunal.

El maíz ha sido el cultivo más importante en la zona. Sin embargo, aunque incrementó su superficie entre 1970 y 1980 en un 18% su importancia relativa disminuyó. En 1970 ocupó el 84% de la superficie y en 1980 bajó al 53%.

Una característica de la agricultura de esta zona en la década analizada es que se registró una diversificación de los cultivos. Mientras que en 1970 se cultivó casi exclusivamente maíz, arroz, jitomate, tomate, frijol, cacahuate y un poco de algodón y pepino (sólo los primeros cuatro representan el 97%), para 1980 se incrementó a 18 productos, entre los cuales destaca además de los mencionados, la avena y el ebo que son dos cultivos forrajeros. El jitomate, frijol y tomate incrementaron fuertemente su superficie (4, 10 y 7 veces, respectivamente). En general se incorporaron cultivos con altos rendimientos (cebolla, calabacita, papa, melón) y de precios rurales altos sobre todo comparado con el maíz. Sin embargo, el motivo de que la producción se incrementó de 13 mil toneladas en 1970 a 59 706 en 1980, es decir, 4.5 veces y su valor de 12.7 millones de pesos a 81 millones (pesos de 1970), 6 veces más, a pesar de que la superficie sólo aumentó el 84% se debe a que el jitomate y maíz aumentaron sus rendimientos además de la superficie. Sólo el jitomate y el maíz aportaron casi el 75% de la producción y el 70% de su valor en 1970 y el 50 % y 70%, respectivamente en 1980.

La incorporación de cultivos con altos rendimientos y mejor pagados y sobre todo la expansión del maíz y del jitomate (de 340 a 1 411 hectáreas) y la mejora tecnológica en éstos, hizo que el rendimiento promedio de la tierra se elevara de 1.79 toneladas por hectárea en 1970 a 4.43 en 1980 y el valor de la producción aumentara de 1 mil pesos por tonelada en 1970 a 1.4 mil pesos en 1980 (precios de 1970).

Dentro del Corredor destacan dos municipios por tener la mayor superficie agrícola, Totolapan y Tlayacapan, los cuales cuentan con lomeríos planos. Estos municipios dedican el 63% de su superficie a la agricultura. Por otro lado, Tlayacapan y Huitzilac sólo tienen un 15% y 16% abierto a los cultivos, y aunque es poca

superficie se trata de las tierras más escarpadas, en donde se presentan los mayores riesgos de erosión. El incremento en Huitzilac de la superficie agrícola fue el más sobresaliente en la década, pasando de 400 hectáreas en 1970 a 2 096 en 1980. En Huitzilac y Tepoztlán se puede observar claramente que la superficie ocupada por el maíz y frijol perdió superficie entre 1970 y 1980 las cuales son ocupadas por la avena y en Tlayacapan ocurre lo mismo con el ebo.

i) Impacto ambiental. Esta región, como el resto de las áreas templadas subhúmedas del país, es fundamentalmente maicera. Se trata de una economía campesina de autoconsumo, con predominancia de ejidatarios. El sistema agrícola más común es el de barbecho, en donde se combinan períodos de cultivo (2 a 4 años dependiendo del suelo) con años de descanso. Este sistema de cultivo ejerce una gran presión sobre la superficie forestal, ya que cuando las tierras se abandonan para su descanso se hace necesario tumbar el bosque para incorporar nuevas áreas al cultivo. Además, los cultivos anuales o de ciclo corto sólo cubren el terreno durante un período del año, en la época de lluvias o temporal, quedando desprotegido el suelo durante las secas (de 6 a 8 meses). Al permanecer el suelo sin cubierta vegetal y tratarse de tierras escarpadas se produce un importante proceso erosivo con las primeras lluvias. Se estima que el Estado de Morelos tiene un 56% de su territorio con erosión ligera, 11.5% moderada y 31.8% alta. Es precisamente en el Corredor en donde se manifiesta más la erosión de tipo alta por la presencia de los terrenos abruptos.

Por otro lado la pérdida de la cubierta vegetal provoca una importante disminución de la filtración de la precipitación pluvial, indispensable para la recarga de los acuíferos y para mantener los ciclos hidrológicos de la zona y de la región de influencia.

Es por ello que las actividades agrícolas en esta zona no resultan ser adecuadas más que en las tierras de lomerío planas que se localizan al sur del Corredor. Los costos provocados por la erosión son muy altos como se discutirá posteriormente.

b) Cultivos perennes y frutales

La superficie dedicada a los cultivos perennes y frutales es muy poca, en 1970 fue de 724 hectáreas y para 1980 de 1 721 hectáreas. Se produce una gran variedad de frutales, cerca de 30 especies distintas, de las cuales el aguacate, durazno, manzana, ciruela, capulín, higo, pera y tejocote son los más importantes.

A pesar de que la superficie ocupada por los frutales en 1970 no fue más que el 10% de la superficie destinada a los cultivos anuales, la producción frutícola y su valor la superaron (15.5 mil toneladas y 25.5 millones de pesos). Este efecto se ve disminuido en 1980 porque si bien aumentó la superficie en más del doble, ésta ocurrió a partir de 1975 y los individuos para 1980 aún eran poco productivos. De todas formas la producción fue considerable de 20.5 mil toneladas con un valor de 36.8 millones de pesos de 1970. Esto se debe a los altos rendimientos que se obtienen de los frutales y su elevado precio rural.

i) Impacto ambiental. El impacto que estas plantaciones perennes tienen sobre el ambiente es muy distinto al de los cultivos de ciclo corto. Si bien transforman la cubierta vegetal no la eliminan completamente, con lo cual el suelo no queda expuesto a la erosión y se permite la filtración de agua para la recarga de acuíferos.

El efecto mayor se produce en cuanto a la reducción de los hábitats de la flora y fauna local, lo cual para especies endémicas o de hábitats restringidos puede resultar un problema, mas no para la flora y fauna de amplia distribución.

Este tipo de práctica productiva resulta ser más adecuado para las características topográficas que imperan en la zona.

## B. LA GANADERIA

La producción ganadera del Estado de Morelos no constituye un aporte importante para la ganadería del país. En cuanto al número de cabezas de ganado sólo el avícola y apícola representan el 2%

del total nacional, mientras que los bovinos, caprinos, ovinos oscilan entre 0.2 y 0.5%.

Tampoco es una actividad muy importante dentro del Estado, con relación a otras actividades. Tiene sólo el 5.8% con pastizales, lo cual resulta proporcionalmente muy poco si lo comparamos con otros estados como Tabasco, Veracruz, Chiapas que dedican 48%, 30% y 26% de sus territorios, respectivamente, al ganado (Toledo et al. 1989).

La superficie pecuaria para 1980 se calcula en 27 881 hectáreas, de las cuales 23.5 mil se encuentran en el trópico subhúmedo y 4.3 mil en la zona templada subhúmeda. Sin embargo, seguramente la superficie pecuaria puede estar subestimada debido a que no se contabilizan las áreas ocupadas por otra vegetación, pero que se usan con fines de pastoreo como el sotobosque de coníferas o de las selvas bajas. De otra manera no podría explicarse como las 214 mil cabezas de ganado bovino se sostienen en esta superficie. Implicaría un coeficiente de agostadero de 12 cabezas por hectárea lo cual sólo podría alcanzarse, además del rastrojo de los cultivos, con una intensiva suplementación de alimento y no parece ser el caso en el Estado.

En general, la ganadería de Morelos se estancó en las últimas dos décadas. El ganado bovino decreció en un 5% entre 1965 y 1982; hasta 1977 aumentó ligeramente (25% en 17 años) y volvió a disminuir en la década de los ochenta. Esto es una tendencia opuesta al comportamiento nacional que tan sólo en esas dos décadas se duplicó (17 a 36 millones de cabezas de ganado).

En el caso del ganado ovino y caprino también se presentó un decrecimiento del 20% para ambos. No obstante a nivel nacional el ovino, aunque su crecimiento no fue tan acelerado como el bovino, si aumentó en ese período en un 20%, mientras que el caprino se estancó.

El mayor crecimiento se presentó en el caso del ganado equino y porcino con 80 y 88% respectivamente, aunque nacionalmente los incrementos son mayores (134% y 193% respectivamente).

Resulta difícil valorar el caso avícola ya que la información estadística es particularmente contradictoria. Sin embargo, a partir de una de las fuentes de información se registra un crecimiento del 512%.

### 1. La ganadería en el Corredor

Las tendencias comentadas anteriormente para el Estado de Morelos no parecen corresponderse a las que ocurrieron en el Corredor, en donde se registra un crecimiento importante para todos los tipos de ganado. Aunque no se cuenta con las cifras de la superficie ocupada se tienen datos del número de cabezas de ganado. En este caso la información registrada a nivel municipal es para el año de 1983, y no de 1980 como en la agricultura. Por esta razón se analiza la información de un período de 13 años (1970-1983) aunque en la agricultura se tomaron los años de 1970-80.

Mientras que el ganado bovino decreció en Morelos, puede observarse un notable incremento en el área del Corredor del 288%, éste es incluso mayor que el crecimiento nacional. La mayoría del ganado bovino de esta zona es productor de carno o de doble propósito. Sólo el 10% es para leche.

En este mismo período el ganado ovino y caprino también aumentó en un 49% y 163% respectivamente. Y el equino, porcino y aviar en 44%, 200%, y 27% entre 1970 y 1983.

La producción obtenida con este ganado está registrada solamente para 1970. A partir de estos datos y conociendo el incremento ocurrido del número las cabezas de ganado para cada tipo entre 1970 y 1983 se estimó la producción que pudo haberse obtenido en este último año (véase cuadro 1). Este incremento para el ganado bovino fue de 288%, caprino de 30%, ovino de 49%, y aviar de 27%.

Para calcular el valor de la producción surge otro problema. Sólo se cuenta con los precios de estos productos para 1983 y para obtener los precios de 1970 se aplicó una deflactación a éstos.

Estos cálculos conllevan dos supuestos que pueden ser falsos. El primero es que se mantuvieron las mismas tendencias de procesamiento y producción de los productos animales durante el período contemplado (queso, mantequilla, crema, etc.) y la segunda es que la política de precios no fue distinta entre estos años. Ambas cosas llevan a una homogenización que puede no ser cierta. Sin embargo, si hubiera existido un giro importante en la producción de productos pecuarios, esto tendría que reflejarse en algún tipo de proyecto productivo o inversión considerable lo cual estaría documentado y no es el caso.

El valor de la producción sólo está reportado en el censo de 1970 y fue entre el ganado en pie, las aves y los productos animales de 8.109 millones de pesos. La estimación obtenida para 1983 es de 18.9 millones a precios de 1970.

Si para ambos años dividimos el valor del ganado en pie y su producción que no impacta en el ambiente como son las aves y abejas de aquél que sí lo hace, bovinos, ovinos, caprinos y caballar los resultados serían los siguientes:

| Ganado          | Valor de la producción en miles de pesos |        |
|-----------------|--|--------|
|                 | 1970                                     | 1983   |
| bovino, caprino | 4 199                                    | 13 621 |
| abejas, aves    | 3 910                                    | 5 267  |

#### a) Impacto en el ambiente

El impacto de la ganadería es muy diferente según el tipo de ganado. En el caso de las vacas, chivos y ovejas, la tradición es de permitir el libre pastoreo en los ambientes naturales, además de las áreas transformadas en pastizales. Ello provoca un impacto

importante en el ambiente que impide, frena o retrasa el proceso sucesional y de recuperación de la vegetación, ya que el ramoneo afecta a las plántulas, las cuales constituyen el banco regenerativo. Asimismo, debido a que muchos de los pastos forrajeros responden al efecto del fuego para retoñar, se ha convertido en una práctica el prender fuego al sotobosque de las comunidades de coníferas, con algunas consecuencias de incremento de los incendios y de modificación de los hábitats de la flora y fauna.

En el caso de la avicultura y porcicultura el impacto es diferente ya que se alimentan de productos industrializados. El deterioro del ambiente no se da directamente sino por medio de la transformación de los cultivos agrícolas.

A partir del análisis realizado anteriormente se puede desprender que las actividades pecuarias en la zona, particularmente bovina y caprina son muy costosas desde el punto de vista ecológico, por tres razones principalmente: se encuentran pastoreando extensiones muy amplias; complementan su alimentación forrajes cultivados cuyo impacto se menciona en el apartado de agricultura; debido a la sobrecarga de cabezas de ganado se puede suponer que están deteniendo la regeneración del bosque; y la práctica de prender fuego al pasto para su rebrote aumenta la posibilidad de incendios.

#### C. LA PRODUCCION FORESTAL

El Estado de Morelos contaba todavía en 1980 con una superficie forestal de 251 mil hectáreas (53%) de su territorio, de las cuales el 73% corresponde a selvas tropicales subhúmedas y 25% a bosques templados. No obstante la enorme extensión de superficie de selvas casi la totalidad de la producción forestal maderable es de las zonas templadas y solamente, de manera esporádica, las maderas tropicales representan algún aporte el cual no ha rebasado el 1% (Toledo et al. 1989).

Dentro de las maderas de los bosques templados, el pino representa a su vez el 80% en promedio con oscilaciones a lo largo de la década de los ochenta entre el 94% y el 61%. La segunda especie en importancia es el oyamel la cual a diferencia del pino se fue incrementando su uso a lo largo de la década, llegando a representar hasta el 40% de la producción en el año 1977 en que se desplomó la extracción de pino. En tercer término se encuentra el encino con una producción generalmente baja.

La producción forestal maderable se distribuye aproximadamente de la siguiente manera: el 55% a madera en rollo aserrable, el 23% de material celulósico, el 17% de rollo para combustible principalmente.

En cuanto a los productos no maderables las resinas son los más importantes, además de los rizomas, fibras, ceras y gomas, pero sólo representan el 7% de la producción maderable.

### 1. La producción en el Corredor

Debido a que la producción forestal de Morelos está basada principalmente en las especies de las zonas templadas, como lo es en todo el país, y el Corredor constituye precisamente la mayoría del área templada del Estado, las tendencias expresadas ocurren por igual en esta zona. Esta zona aportó hasta 1970 el 87% de la producción del Estado, y a partir de 1972 se desplomó la producción.

Esta actividad ha ido disminuyendo en la zona. En 1970 se explotaron 34 496 m<sup>3</sup> y en 1980 disminuyó a 5 524 m<sup>3</sup>. La zona fue incluso una importante aportadora de materia prima para la industria de la celulosa y el papel, a través de las explotaciones de las fábricas Loreto y Pena Pobre y San Rafael, sin embargo, debido al deterioro que estaba causando la extracción de madera por estas empresas las concesiones fueron anuladas.

El pino ocupa el primer lugar de productos maderables, posteriormente, pero con mucha diferencia el oyamel, y por último el encino. Las maderas tropicales fueron utilizadas hasta 1970 y después prácticamente no se utilizan.

Los principales usos del pino y el oyamel son para tablas y tablones y como lena de raja para papel y celulosa. Del encino es lena para papel y de las tropicales, cuando se usaron, fue principalmente para carbón.

Los principales municipios productores de madera son Huitzilac y Tepozotlan para aserrío y Totolapan y Tlayacapan para celulosa a partir de 1973.

La superficie que ocupan estos bosques en el Corredor ha sido calculada por Monroy en 27 380 hectáreas, como áreas conservadas y de 9 077 con rasgos de manejo. De éstas aproximadamente 7 mil pueden considerarse de coníferas y las restantes 29 mil de coníferas mezcladas y latifoliadas.

El valor de esta producción fue para 1970 de 5.2 millones de pesos y para 1980 había disminuido a 0.917 millones (pesos de 1970). Es la madera para tablas y tablones la que mantiene los mejores precios.

a) Impacto ambiental

Esta actividad, si se realizara con las tecnologías adecuadas, no tendría porqué provocar un deterioro ambiental. Aparentemente en la zona ha habido un abuso de la explotación ocasionando un deterioro del bosque, sin embargo éste no está ni descrito ni mucho menos cuantificado.

Para fines del trabajo se consideró no imputar un costo ambiental a la actividad, ya que desde el punto de vista ecológico es perfectamente compatible con las condiciones del medio, siempre y cuando se utilicen tecnologías adecuadas.

## VI. EVALUACION ECONOMICA DE LOS COSTOS AMBIENTALES

Las actividades productivas que encuentran en la naturaleza su base material de sustentación, provocan alteraciones en el medio ambiente. La intensidad de éstas, y su posibilidad de revertirse va a estar en función de un conjunto complejo de factores como son: características físicas y biológicas del ambiente perturbado, tecnología aplicada, tiempo de uso, incorporación de energía y materia ajenas al ecosistema, entre muchos otros.

Las actividades agropecuarias y forestales generalmente han causado deterioro importante en el ambiente debido a la carencia de un marco con limitaciones de tipo ecológico para su desarrollo y de ignorar y separar del proceso productivo los costos del uso del recurso natural (Toledo *et al.* 1989).

Las transformaciones de los sistemas naturales que hacen muchas comunidades indígenas y campesinas, se realizan bajo técnicas desarrolladas a lo largo de muchas decenas, e incluso centenas de años. Estas prácticas tradicionales han podido incorporar la variabilidad ambiental y biológica de sus entornos naturales y hacer un uso más adecuado a las condiciones propias de funcionamiento de los sistemas bajo apropiación. Con ello se ha permitido la renovabilidad de los recursos e incluso la producción sostenida en algunos casos.

El impacto producido es diferente dependiendo de la actividad productiva de que se trate. La agricultura utiliza de los ecosistemas fundamentalmente el recurso suelo y agua. Se establece (salvo escasas excepciones) en áreas en donde la cubierta vegetal original se elimina completamente. Bajo las nuevas condiciones de producción se pierden importantes volúmenes de suelo fértil a través de la erosión, y disminuye la filtración del agua de lluvia

que permite la recarga de los mantos acuíferos. La magnitud de estos problemas dependerá de los ambientes en que se establezca. Por otro lado, cuando se trata de una agricultura que requiere de un paquete tecnológico que conlleva la aplicación de insumos químicos (fertilizante, herbicidas, insecticidas), se producen fenómenos de contaminación de agua, suelo, e incluso daños a la salud humana y de animales.

La ganadería tiene efectos también diferentes en relación al ecosistema en donde se establece. En el trópico húmedo ha implicado la transformación completa de la vegetación --causa principal de la destrucción de las selvas--, mientras que en matorrales de zonas áridas y semiáridas, pastizales y bosques, se utiliza el sistema original, haciendo uso del potencial forrajero. Cuando se sobrecargan los sistemas se provocan daños sobre la flora original y se compactan los suelos, entre otros problemas.

La actividad forestal no requiere de la transformación de la acubierta vegetal, salvo cuando se trata de plantaciones. Utiliza precisamente los ecosistemas originales y si se realiza con los criterios necesarios para no exceder la capacidad regenerativa, su uso no tendría porque implicar deterioro. El problema surge cuando no se respetan las normas establecidas y se sobreexplotan los bosques.

En el caso de Corredor Biológico del Chichinautzin, las actividades agropecuarias y forestales están provocando daños en el ambiente por la forma en que se están realizando. Si bien es una zona de vocación principalmente forestal, ésta es una actividad cada vez menos desarrollada, mientras que las actividades no aptas para el lugar, por sus pendientes abruptas, son las que más se han fomentado: la agricultura y la ganadería.

Para los propósitos de este trabajo se determinaron los principales efectos de la perturbación dado por las actividades productivas y se les asignó un costo económico. Este último puede resultar arbitrario, sin embargo, se ha recurrido a parámetros que no sobrevalúen y sobreestimen los efectos, por el contrario, se trabajó siempre con las cifras más conservadoras entre las

diferentes opciones. La valoración económica se hizo con la finalidad de incorporar estos costos a la contabilidad de la producción del área de estudio. Cabe aclarar que se establecen muchos supuestos los cuales pueden algunos no ser lo válidos que una contabilidad requiere. Sin embargo, hay que considerar que el grado de conocimiento que se tiene sobre el funcionamiento de los ecosistemas, y la carencia de estudios puntuales en el área de estudio más, sobre todo, la complejidad de los factores que intervienen en la producción y en el funcionamiento de los ecosistemas, todos intrincados e interactuando entre sí, hace muy difícil lograr objetividad absoluta en los criterios aplicados.

#### A. EN LA AGRICULTURA

Los principales efectos ambientales que se reconocen de esta actividad son la erosión, la disminución de la filtración de agua y la deforestación, como consecuencia de la eliminación de la cubierta vegetal y los incendios.

##### 1. Erosión

Se han realizado muchos estudios, principalmente en áreas tropicales, sobre el proceso erosivo bajo distintas condiciones de cobertura vegetal. La magnitud de éste va a depender de muchos factores como son las condiciones ambientales de topografía, tipo de suelo, intensidad y distribución de la precipitación pluvial, forma de uso del suelo, tipo de tecnología e intensidad de aplicación, tiempo de uso entre otros. Algunos estudios reportan un promedio de pérdida de 60 toneladas de suelo por hectárea por año en áreas tropicales de pendientes medianas (Mass *et al.* 1987). Si bien esto es variable, puede ser un parámetro de referencia.

En el área de estudio donde las condiciones en que se desarrolla la agricultura y la manera en que se hace no son las más adecuadas, la erosión de suelo es muy alta sobre todo al inicio de las lluvias.

Es necesario considerar que en la zona la superficie agrícola se encuentra dividida parte en las áreas tropicales con pendientes menores, y la otra parte en terrenos más abruptos de los bosques templados. En cualquiera de los dos casos se trata de una agricultura de temporal, con 6 a 8 meses en que queda descubierto el suelo coincidiendo con la sequía y sobre suelos someros. Podría pensarse que en 1970 la superficie agrícola se concentraba en el área tropical más apta y que en la medida que ésta se fue acabando se extendió la frontera agrícola hacia las partes de mayor pendiente. Esta observación coincide con que la mayor superficie agrícola de 1970 se ubicaba en los municipios con terrenos tropicales, mientras que para 1980 había crecido fuertemente la superficie en municipios con terrenos más abruptos como el caso de Huitzilac que incrementó en sólo 10 años su superficie agrícola de 400 a 2 096 hectáreas).

Por este motivo se consideró que para 1970 de las 7.3 mil hectáreas abiertas a la agricultura sólo en un 50% se produjo una erosión fuerte. Si tomamos como parámetro de erosión fuerte la pérdida de 60 toneladas por hectárea, esto representa 108.9 mil toneladas en el año. Si una tonelada equivale a  $1.8 \text{ m}^3$  entonces se tendrían 60.5 mil  $\text{m}^3$  por año. Para calcular el costo económico de la erosión se asignó un precio comercial al volumen de tierra, a precios de mayoreo, con el cual la pérdida económica asciende a 3.38 millones de pesos.

En 1980 la superficie agrícola se ubicaba aproximadamente la mitad en áreas tropicales y la otra mitad en templadas. En estas últimas se calculó que en el 100% de la superficie (6.3 mil hectáreas) se presentaba la erosión fuerte de 60 toneladas por hectárea. Entre tierras tropicales y templadas, con estas estimaciones se obtiene que se perdieron 481.2 mil toneladas en el

año equivalente a 267.3 mil m<sup>3</sup> y con un costo de 14.9 millones de pesos de 1970.

## 2. Filtración de agua

La presencia de la cubierta vegetal, particularmente arbórea, favorece la filtración de agua al suelo a través del amortiguamiento de la caída del agua por las hojas y el escurrimiento por los troncos y raíces de los árboles. Algunos estudios de bosques templados demuestran que un árbol de pino puede llegar precipitar 57.9 litros de agua por hora a partir de la niebla (Barradas 1983). No resulta factible aplicar esta información al presente estudio de caso, debido a la falta de detalle de la distribución de la lluvia, de estudios más puntuales en la zona y a las distintas condiciones ambientales.

De manera arbitraria se asignó que la superficie descubierta de vegetación filtra una tercera parte menos que si tuviera vegetación. Esta es una cifra que con seguridad está por debajo de la realidad, pero siguiendo el criterio de no sobreestimar cuando se carece de información precisa, se optó por ella.

En el Corredor tampoco se tiene información puntual sobre los acuíferos. Sin embargo, se conoce que los dos afloramientos que abastecen de agua a Cuernavaca surgen de la recarga de acuíferos del Chichinautzin. Se estima que en la actualidad el aforamiento es de 80 millones de m<sup>3</sup> anuales. Si consideramos que en 1989 hay aproximadamente (según las tendencias) 19 millones de hectáreas agrícolas en donde se pierde un tercio de la filtración y que hay además 35 mil hectáreas cubiertas de vegetación, podemos entonces estimar cuántas hectáreas son las que influyeron en la filtración de los 80 millones de m<sup>3</sup> de agua. En función de estos datos se calculó cuántos metros cúbicos se filtrarían en una condición potencial de una completa cubierta vegetal como lo fue en sus orígenes. Hecha esta estimación se calculó la filtración de 1970

y 1980 y por lo tanto la pérdida de agua. Para asignarle un valor económico al agua se utilizó el precio del metro cúbico (44 pesos) en Cuernavaca.

Los resultados de los cálculos anteriores son los siguientes:

| Año  | Superficie sin límite de filtración | Pérdida millones m <sup>3</sup> | Costo miles \$ de 1970 |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 0    | 55 000 ha                           | 0                               | 0                      |
| 1970 | 52 579 ha                           | 3.98                            | 377                    |
| 1980 | 50 510 ha                           | 7.38                            | 698                    |
| 1989 | 48 667 ha                           | 10.41                           | 985.6                  |

Cabe aclarar que en la valoración económica no se consideró que de continuar esta tendencia sería necesario importar agua de otros lugares con lo cual el costo por metro cúbico se aumentaría notablemente. Además no se tomó en cuenta que el metro cúbico de agua está fuertemente subsidiado en el país.

### 3. Incendios

El efecto de los incendios es diferente dependiendo de si afecta a las copas, a los individuos enteros o al sotobosque. Para los fines de este trabajo se ha dividido el provocado en el sotobosque para el incremento del forraje los cuales se imputan a la ganadería, de aquéllos que afectan a individuos adultos como consecuencia de las actividades agrícolas.

La Dirección de Control de Incendios de la SARH ha proporcionado datos de las hectáreas afectadas por incendios en donde se dañan plántulas y en donde ocurre lo mismo para los adultos.

El caso de los individuos adultos se registraron 11 hectáreas incendiadas en el año. La densidad promedio que se ha manejado en este trabajo es de 77 árboles adultos por hectárea. Ello implica que se perdieron por estos incendios 847 árboles, o sea 3 388 m<sup>3</sup> equivalentes a 317.1 mil pesos de 1970. Este costo se le asignó a la agricultura por considerar que se provocan principalmente por falta de control durante la quema agrícola.

#### 4. Desforestación

En este apartado se considera el bosque que se pierde por la extensión de la apertura de la frontera agrícola. En el año en que se tumba el bosque, se genera un ingreso por la venta de la madera. Sin embargo, de no afectarse el bosque (capital) éste estaría produciendo anualmente un volumen de madera potencialmente explotable (intereses). SARH ha calculado para la zona que los bosques de conífera puro tienen un incremento anual de 6.91 m<sup>3</sup> por hectárea y los bosques mezclados de coníferas con latifoliadas de 3 793 m<sup>3</sup>.

Si obtenemos un promedio de éstos (5.37) y lo aplicamos a las hectáreas que se perdieron como bosque potencial a partir de las tumbas para el incremento de la superficie agrícola, tenemos para 1970 se pudieron haber explotado en 6.3 mil hectáreas 39 022 m<sup>3</sup> y 72 355 m<sup>3</sup> en las 13.7 mil hectáreas de 1980 con un valor de 3.6 y 6.7 millones de pesos de 1970 respectivamente.

La falta de estudios en la zona no permite que los criterios descritos anteriormente sean exactos. Incluso se puede haber incurrido en supuestos que pueden no ser los más adecuados. Sin embargo, es un ejemplo de cómo es necesario y posible encontrar parámetros que a la vez de reflejar los efectos ambientales adquieren un valor económico con fines de incluirse en la contabilidad.

## B. EN LA GANADERIA

Para el caso de la ganadería se consideraron como los principales efectos ambientales al sobrepastoreo que afecta la regeneración de plántulas y los incendios del sotobosque. Esta actividad se realiza sin eliminar la cubierta vegetal, sino que se aprovecha la capacidad forrajera del ecosistema original, particularmente el sotobosque para alimentar al ganado. Ello influye en la disminución de la capacidad regenerativa del ecosistema, debido a que se afecta el banco de plántulas. Estas plántulas están en espera de una oportunidad para desarrollarse, cuando un individuo adulto desocupe un espacio ecológico.

Para poder hacer un cálculo preciso de los daños sería necesario conocer la dinámica de poblaciones de las especies afectadas. Debido a que no se cuenta con esta información, y es imposible obtenerla para los fines de este trabajo, se estableció el supuesto de que el 50% de los árboles potencialmente renovables no se desarrollan cuando el número de cabezas de ganado ha superado la capacidad de carga del ecosistema. De no estar bajo condiciones de sobrepastoreo no existirían estos efectos.

En 1970 se registraron 5 mil cabezas de ganado vacuno. Los índices de agostadero para estas zonas están considerados entre 10 y 12 hectáreas por cabeza de ganado. Suponiendo que este ganado estuviera homogéneamente distribuido en la zona no estaría provocando una sobrecarga al sistema y por ello los efectos dilatorios de la regeneración de los bosques no se manifestaría.

La situación es completamente diferente para 1980 cuando se registran más de 20 mil cabezas de ganado. Con este índice de agostadero se requerirían 200 mil hectáreas para no causar sobrepastoreo, lo cual implica 4 veces más la superficie real. Evidentemente el ganado bajo estas condiciones debe recibir alimento suplementario proveniente de otros cultivos agrícolas y de alimento adquirido en el mercado, además de los restos

agrícolas de los que tradicionalmente se alimenta. Pero si consideramos los altos costos de la alimentación suplementaria podríamos suponer que antes de una compra se usa toda la capacidad del forraje natural y después se suministra un complemento. En esta situación seguramente la capacidad de carga de los sistemas analizados queda rebasada para el año 1980, con los efectos de depredación de plántulas regenerativas y por lo tanto provocando el deterioro mencionado.

En resumen, si el ecosistema está sobrepastoreado como se supone lo estaba en 1980, se asignó que la mitad de los árboles que debían regenerarse y no lo logran.

Para asignar un costo económico a la disminución de la capacidad de regeneración, se calculó cuántos árboles se dejan de explotar por falta de su renovación. Para ello se estimó el número de árboles que se extraen al año por la explotación forestal a partir del volumen de metros cúbicos que se produjeron. Dado que se extrajeron 5 524 m<sup>3</sup> de madera en 1980 y se ha asignado que cada árbol tiene 4 m<sup>3</sup> se concluye que se cortaron ese año 1360 árboles. Si la mitad de ellos no se recuperan por las causas mencionadas del sobrepastoreo, esto significa que 680 árboles, o lo que es lo mismo, 2 762 m<sup>3</sup> de madera se pierden. Asignando un valor por metro cúbico de 92.76 pesos de 1970 que equivale al valor más barato de la madera en brazuelo, se concluye que la pérdida del sobrepastoreo por esta vía indirecta de calcularla es en 1980 de 256 mil pesos de 1970. Para 1970 no se le imputa costo suponiendo que no se produjo un sobrepastoreo.

#### 1. Incendios

Los incendios del sotobosque se deben principalmente a la quema de los pastos para disparar los rebrotes y aumentar la capacidad forrajera de los bosques.

Las estadísticas reportan que se incendiaron 324 hectáreas afectando a los renuevos. Para estimar su impacto se calculó el número de individuos que se extraen por hectárea para determinar cuántos de los árboles talados por la explotación forestal no pueden recuperarse por causa de los incendios. Como se describió anteriormente, en 1980 son 1 360 árboles extraídos en las 55 mil hectáreas. Esto arrojó una densidad de 0.04 árboles/ha, lo cual equivale a 8 árboles que no se recuperan en las 324 afectadas. Si cada árbol equivale a 4 m<sup>3</sup> y a 92.7 pesos por metro cúbico, entonces el costo por incendios del sotobosque se puede estimar en 3 mil pesos de 1970. Este costo se le imputa a la ganadería ya que los incendios del sotobosque son consecuencia de las actividades ganaderas.

Las actividades agrícolas propiamente dichas en la región de estudio se refieren a las actividades que se realizan en el campo de cultivo de los cultivos agrícolas. En el presente estudio se han considerado las actividades agrícolas que se realizan en el campo de cultivo de los cultivos agrícolas. En el presente estudio se han considerado las actividades agrícolas que se realizan en el campo de cultivo de los cultivos agrícolas.

Consejo Biológico del Caribe  
Evolución del Valor Bruto de la Producción  
(Miles de pesos de 1970)

|                | 1970  | 1980  | 1990  |
|----------------|-------|-------|-------|
| total          | 12454 | 10400 | 10752 |
| ganadería      | 1053  | 3053  | 432   |
| agricultura    | 3910  | 4712  | 512   |
| silvicultura   | 4197  | 10334 | 1582  |
| no registradas | 5712  | 1582  | 5712  |
| silvicultura   | 1782  | 1782  | 1782  |
| agricultura    | 2427  | 1817  | 2098  |
| ganadería      | 1245  | 2037  | 2037  |
| total          | 10752 | 10752 | 10752 |

En la parte de 1990, la silvicultura y la agricultura no registradas, se refieren al campo de cultivo.

## VII. CONTABILIDAD

La metodología que se utilizó para integrar las cuentas del patrimonio natural del Corredor Biológico del Chichinautzin, tomó como referencia teórica la definición de John Hicks relativa al ingreso, según la cual, este último representa el consumo máximo que puede efectuarse sin que se modifique el patrimonio de una sociedad o un individuo. De esta manera, se procedió en principio a estimar el valor de la producción y el costo de los insumos de las actividades económicas preponderantes en la región. Al descontar dichos costos al valor de la producción se obtuvo la magnitud aproximada del ingreso económico.

Este ejercicio se efectuó para los años 1970 y 1980, por las razones que se han expuesto en otras partes de esta nota, y se realizaron simulaciones para 1990 y para el año 2000, con los resultados siguientes:

Corredor Biológico del Chichinautzin  
Evolución del Valor Bruto de la Producción  
(miles de pesos de 1970)

|  | 1970  | 1980   | 1990   | 2000   |
|--|-------|--------|--------|--------|
| agricultura                              | 12839 | 80998  | 98370  | 103516 |
| fruticultura                             | 25447 | 38317  | 60509  | 82702  |
| silvicultura                             | 5165  | 917    | 17889  | 17889  |
| silvicultura no registrada <sup>a/</sup> | 8312  | 16986  | --     | --     |
| ganadería                                | 4199  | 10234  | 22448  | 43771  |
| avicultura y apicultura                  | 3910  | 4296   | 4719   | 5184   |
| recolección                              | 3053  | 3053   | 3663   | 4396   |
| total                                    | 62924 | 154800 | 207599 | 257459 |

<sup>a/</sup> A partir de 1990, la silvicultura y la silvicultura no registrada, se anotan en el mismo renglón.

Corredor Biológico del Chichinautzin  
Evolución del Costo de los Insumos  
(miles de pesos de 1970)

|  | 1970  | 1980  | 1990  | 2000   |
|--|-------|-------|-------|--------|
| agricultura                              | 7417  | 60749 | 73778 | 77637  |
| fruticultura                             | 2093  | 3151  | 4976  | 6801   |
| silvicultura                             | 425   | 75    | 1471  | 1471   |
| silvicultura no registrada <sup>a/</sup> | 684   | 1397  | ---   | ---    |
| ganadería                                | 1654  | 5117  | 11224 | 21886  |
| avicultura y apicultura                  | 1527  | 2148  | 2360  | 2592   |
| recolección                              | 0     | 0     | 0     | 0      |
| total                                    | 13799 | 72637 | 93809 | 110387 |

<sup>a/</sup> A partir de 1990, la silvicultura y la silvicultura no registrada, se anotan en el mismo renglón.

Corredor Biológico del Chichinautzin  
Evolución del Ingreso  
(miles de pesos de 1970)

|  | 1970  | 1980  | 1990   | 2000   |
|--|-------|-------|--------|--------|
| agricultura                              | 5422  | 20250 | 24593  | 25879  |
| fruticultura                             | 23354 | 35166 | 55533  | 75901  |
| silvicultura                             | 4740  | 841   | 16418  | 16418  |
| silvicultura no registrada <sup>a/</sup> | 7628  | 15589 | ---    | ---    |
| ganadería                                | 2545  | 5117  | 11224  | 21886  |
| avicultura y apicultura                  | 2383  | 2148  | 2360   | 2592   |
| recolección                              | 3053  | 3053  | 3663   | 4396   |
| total                                    | 49125 | 82164 | 113791 | 147071 |

<sup>a/</sup> A partir de 1990, la silvicultura y la silvicultura no registrada, se anotan en el mismo renglón.

Como se aprecia en el primer cuadro, la actividad que mayor crecimiento registró entre 1970 y 1980, en términos de valor de la producción, fue la agrícola, cuyo incremento real en ese período (531%), se debió al efecto combinado de un aumento en la productividad (de 1.8 A 4.4 Tons/ha) y en los precios reales de los productos agrícolas (35%). Le siguen en cuanto a dinámica la ganadería que creció 144% en términos reales y el renglón denominado silvicultura no registrada que lo hizo en 104% en tanto que la silvicultura registró una fuerte contracción.

El comportamiento de estas actividades guarda una relación muy estrecha, toda vez que la agricultura ha basado su crecimiento en una ampliación de su frontera a costa de la zona arbolada (entre 1970 y 1980 la superficie dedicada a la agricultura se incrementó en 6,205 ha. En tanto que el área boscosa se redujo en igual magnitud). Por su parte, la ganadería aun cuando no posee una frontera claramente acotada, coexiste con el bosque perturbando su crecimiento natural. El reflejo de este comportamiento se aprecia en el renglón denominado silvicultura no registrada, que no proviene de fuentes oficiales de información sino de estimaciones relativas al valor de la madera y del material celulósico obtenido al ampliar la frontera agrícola.

Es importante considerar que aun cuando dichas estimaciones se efectuaron en términos muy conservadores ya que se supuso el precio de venta más bajo del mercado, la silvicultura no registrada alcanza un valor que en 1970 es superior en 61% al de la silvicultura registrada y que en 1980 equivale a 18.5 veces la magnitud de esta última. También, en términos del valor total de la producción primaria de la zona, la silvicultura no registrada alcanza una proporción importante (más del 10%) que de no incorporarse implicaría una subestimación significativa.

Para completar la estimación del valor bruto de la producción del Corredor Biológico del Chichinautzin se consideró también un renglón relativo a la recolección. Estos cálculos se efectuaron a partir de información proporcionada por investigaciones efectuadas en la zona, según las cuales, al menos 1 200 familias se abastecen

en la región de alimentos, medicinas, colorantes y otros satisfactores que, al sustituir su compra en el mercado, equivalen por lo menos a un tercio del salario mínimo anual por familia. La inclusión de esta actividad se consideró pertinente a fin de evitar subestimaciones en el valor de la producción del Corredor, que posteriormente indujeran subestimaciones en el cálculo de su ingreso.

Las actividades relativas a la avicultura y a la apicultura, cuya evolución fue poco significativa entre 1970 y 1980 (apenas 9.8%), fueron separadas de las de ganadería, toda vez que como ya se indicó en acápite anteriores, su impacto en el medio ambiente es distinto, razón que en términos del procedimiento contable utilizado, obliga a efectuar registros independientes.

En lo que toca a las proyecciones para 1990 y el año 2000, éstas se efectuaron suponiendo, en el caso de la agricultura, un crecimiento equivalente a la incorporación al cultivo de 6 205 ha adicionales (bajo el supuesto de que el ritmo de ampliación de la frontera agrícola registrado entre 1980 y 1970 continúa), pero con una productividad expresada en unidades monetarias menor a la observada en esa década, debido a que las nuevas hectáreas que se utilizarían para el cultivo presentan mayores pendientes, y a que los precios rurales de los productos agrícolas tienden a disminuir en términos reales. Por razones similares, en el caso de la ganadería se asumió un crecimiento de la productividad elevado, pero menor al histórico.

En los casos de la fruticultura; la avicultura y apicultura, y la silvicultura, se asumieron tasas de crecimiento iguales a las registradas entre 1980 y 1970; desde luego esta tendencia implica la desaparición de la silvicultura entendida como explotación del bosque bajo procedimientos que permitan su recuperación, y da lugar sólo a una silvicultura que puede registrarse o no en las estadísticas oficiales, pero que se sustenta en la tala del bosque con el propósito superviniente de ampliar la frontera agrícola.

Finalmente, en el caso de la recolección, las proyecciones se efectuaron asumiendo que en 1990 el número de familias que

satisfacen algunas de sus necesidades básicas en el ecosistema del bosque, se incrementan en 20%. Igual crecimiento se considero para el año 2000.

En lo que toca al segundo cuadro, relativo al costo de los insumos, para 1970 se utilizaron las estadísticas oficiales que corresponden a los gastos de las unidades productivas, que ascienden a 13.8 millones de pesos de ese año, y que se prorratearon entre las actividades productivas (incluyendo la silvicultura no registrada). Sólo en el caso de la recolección se asumió un costo cero por considerar éste de una magnitud poco significativa y difícil de estimar.

A partir de 1980, en el caso de la agricultura, la ganadería y la avicultura y apicultura se asumió un incremento de costos (medido como porcentaje del valor de la producción) en virtud de los crecimientos en los precios de las semillas mejoradas; los fertilizantes y abonos, y los alimentos balanceados, así como de los mayores requerimientos de esos insumos para sostener elevados índices de productividad.

En cuanto a la fruticultura y la silvicultura (incluida la no registrada), se asumieron costos proporcionales al valor de la producción, similares a los de 1970. Los costos que corresponden a la recolección siguieron considerándose cero.

Como resultado de sustraer al valor de la producción, el costo de los insumos, se arribó a la cuantificación del ingreso económico que se presenta en el tercer cuadro. Aun cuando debieron tomarse múltiples supuestos para estimar este valor, puede considerarse que se logró registrar para 1970 y 1980 cifras con un aceptable grado de aproximación. En el caso de las simulaciones para 1990 y el año 2000, se estima que los datos poseen la consistencia suficiente para alimentar las siguientes fases de este trabajo.

Como paso siguiente, se procedió a estimar los costos ambientales derivados de las distintas actividades económicas que tienen lugar en la región del Chichinautzin, mediante los criterios narrados en el capítulo anterior. Los resultados de este ejercicio son los siguientes:

Costo Ambiental de la Agricultura  
(miles de pesos de 1970)

| Año  | Erosión | Pérdida<br>bosques | Pérdida<br>agua | Incendios de<br>árboles adultos | Costo<br>total |
|------|---------|--------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|
| 1970 | 3386    | 3322               | 377             | 0                               | 7085           |
| 1980 | 21729   | 6160               | 699             | 317                             | 28905          |
| 1990 | 33300   | 8997               | 1021            | 463                             | 43781          |
| 2000 | 44870   | 11835              | 1342            | 609                             | 58657          |

Costo Ambiental de la Ganadería  
(miles de pesos de 1970)

| Año  | Incendios<br>(renuevos) | Pérdida del banco<br>forestal reproductivo | Costo<br>total |
|------|-------------------------|--|----------------|
| 1970 | 0                       | 0  | 0              |
| 1980 | 5                       | 256  | 261            |
| 1990 | 12                      | 624  | 636            |
| 2000 | 29                      | 1522                                       | 1551           |

A partir de las estimaciones del ingreso económico y de los costos ambientales que conlleva obtenerlo, se integraron cuentas de ingreso para los años 1970, 1980, 1990 y 2000, en los términos siguientes:

Corredor Biológico del Chichinautzin  
 ingreso ajustado por costo ambiental  
 1970  
 (cifras en miles de pesos de 1970)

| Actividad económica                      | Ingreso económico | Costo ambiental | Ingreso neto | Costo ambiental por unidad de ingreso económico (%) |
|--|-------------------|-----------------|--------------|---|
| agricultura                              | 5422              | 7085            | -1663        | 130.7   |
| ganadería                                | 2545              |                 | 2545         |   |
| fruticultura                             | 23354             |                 | 23354        |   |
| silvicultura                             | 4740              |                 | 4740         |   |
| silvicultura no registrada <sup>a/</sup> | 7628              |                 | 7628         |   |
| avicultura y apicultura                  | 2383              |                 | 2383         |   |
| recolección                              | 3053              |                 | 3053         |   |
| total                                    | 49125             | 7085            | 42040        | 14.4  |

a/ Esta actividad tiene un costo ecológico que se origina en la agricultura, y por eso se registra en ese renglón.

Corredor Biológico del Chichinautzin  
 ingreso ajustado por costo ambiental  
 1980  
 (cifras en miles de pesos de 1970)

| Actividad económica        | Ingreso económico | Costo ambiental | Ingreso neto | Costo ambiental por unidad de ingreso económico (%) |
|----------------------------|-------------------|-----------------|--------------|---|
| agricultura                | 20250             | 28905           | -8655        | 142.7   |
| ganadería                  | 5117              | 261             | 4856         | 5.1   |
| fruticultura               | 35166             |                 | 35166        |   |
| silvicultura               | 841               |                 | 841          |   |
| silvicultura no registrada | 15589             |                 | 15589        |   |
| avicultura y apicultura    | 2148              |                 | 2148         |   |
| recolección                | 3053              |                 | 3053         |   |
| total                      | 82164             | 29166           | 52998        | 35.5  |

Corredor Biológico del Chichinautzin  
 ingreso ajustado por costo ambiental

1990

(cifras en miles de pesos de 1970)

| Actividad económica     | Ingreso económico | Costo ambiental | Ingreso neto | Costo ambiental por unidad de ingreso económico (%) |
|-------------------------|-------------------|-----------------|--------------|---|
| agricultura             | 24593             | 43781           | -19189       | 178.0   |
| ganadería               | 11224             | 636             | 10588        | 5.7   |
| fruticultura            | 55533             |                 | 55533        |   |
| silvicultura            | 16418             |                 | 16418        |   |
| avicultura y apicultura | 2360              |                 | 2360         |   |
| recolección             | 3663              |                 | 3663         |   |
| total                   | 113791            | 44417           | 69373        | 39.0  |

Corredor Biológico del Chichinautzin  
 ingreso ajustado por costo ambiental

2000

(cifras en miles de pesos de 1970)

| Actividad económica     | Ingreso económico | Costo ambiental | Ingreso neto | Costo ambiental por unidad de ingreso económico (%) |
|-------------------------|-------------------|-----------------|--------------|---|
| agricultura             | 25879             | 58657           | -32778       | 226.7   |
| ganadería               | 21886             | 1551            | 20335        | 7.1   |
| fruticultura            | 75901             |                 | 75901        |   |
| silvicultura            | 16418             |                 | 16418        |   |
| avicultura y apicultura | 2592              |                 | 2592         |   |
| recolección             | 4396              |                 | 4396         |   |
| total                   | 147071            | 60208           | 86863        | 40.9  |

Los cuadros anteriores muestran con claridad cómo los costos ambientales imputables a la agricultura son desde 1970 superiores al ingreso que genera esa actividad. Si consideramos que dichos costos representan una reducción en el patrimonio (agua, bosque y suelo) existente al inicio del proceso productivo, en términos de la definición de John Hicks, el ingreso de esa actividad fue negativo en 1970 y 1980, y lo sería en mayor magnitud en 1990 y el año 2000, de continuar las tendencias observadas. Sin embargo, esta conclusión parecería no tener sentido, ya que sería inexplicable que una sociedad reincidiera varias décadas en ocuparse de actividades que le significan pérdidas.

Tal vez la forma más adecuada de explicar este comportamiento sea la de aceptar que el ingreso económico generado por la agricultura fue positivo y efectivamente utilizado para satisfacer necesidades de la población que lo obtuvo, pero que un conjunto de costos, en los que efectivamente se incurrió durante el proceso productivo, pero que no están incluidos entre los insumos para la producción por no haber implicado erogaciones monetarias o en especie, se traducen en reducciones del patrimonio o acervo original de recursos.

Esta manera de caracterizar una situación como la que está ocurriendo en la región del Chichinautzín, si bien no altera la definición del ingreso de Hicks, requiere de elementos analíticos y de información adicionales que hagan factible estimar qué proporción del ingreso económico representan los costos ambientales, entendidos éstos como la valoración de la reducción del patrimonio, y cuál es el impacto de esa reducción del patrimonio en la disponibilidad de recursos (agua, bosque y tierra) que lo conforman.

Para satisfacer el primer punto indicado, en los cuadros antes expuestos se incluyó un coeficiente denominado costo ambiental por unidad de ingreso económico, mediante el cual se indica que proporción de dicho ingreso representa la reducción registrada en el patrimonio. En el caso concreto de la agricultura, ese coeficiente pasó de 130.7% en 1970, a 142.7% en 1980, y las

tendencias indican que para 1990 y el año 2000, podría elevarse a 178 y 226.7%, respectivamente. Lo anterior significa que ya en 1970 las reducciones en el patrimonio neto derivadas de la actividad agrícola eran superiores en 30.7% al ingreso económico que generaba esa actividad y que ese porcentaje aumentó a 42.7% en 1980, lo hará a 78% en 1990 y a 126.7% en el año 2000, de continuar las tendencias.

Respecto al segundo punto indicado, como parte de este trabajo se formularon cuentas de balance que permiten apreciar la evolución en términos físicos de los recursos mas importantes, que constituyen el patrimonio del Corredor Biológico del Chichinautzin. Estas cuentas, sobre las que se tratará en párrafos posteriores permiten apreciar la dimensión de los costos ambientales en la disponibilidad de recursos o patrimonio existente al inicio del proceso productivo.

En el caso de la ganadería los cuadros indican que los costos ambientales que provoca, si bien han sido crecientes, todavía no alcanzan una proporción muy elevada del ingreso económico. Las proyecciones indican que persistir en explotaciones ganaderas como las actuales implica que permanentemente los costos ambientales por unidad de ingreso económico se eleven y representen un riesgo creciente para el bienestar económico futuro de la región.

Los cuadros analizados exponen también una visión global del ingreso económico y de los costos ambientales de la región del Chichinautzin. A nivel del conjunto de las actividades primarias ingreso económico es siempre superior a los costos ambientales. En 1970, el índice de costo ambiental por unidad de producto es apenas del 14%. Si asumimos que en casi todos los procesos económicos se incurre en costos ambientales que afectan el patrimonio de quienes participan en ellos, el porcentaje indicado no parece ser muy alto, ya que el ingreso económico de otras actividades atenúa el impacto de los costos ambientales generados principalmente por la agricultura. Sin embargo, ese índice se eleva en forma muy significativa en 1980, cuando llega a 35.5%, y las proyecciones

indican que de continuar las tendencias podría llegar a finales de siglo a niveles superiores al 40%.

Como ya se indicó anteriormente, el procedimiento contable utilizado en este trabajo incluye también cuentas físicas de balance mediante las cuales se registran los movimientos en los acervos de recursos naturales que conforman el patrimonio de la región del Chichinautzin. Estos recursos constituyen la base material que sustenta el proceso productivo y el bienestar de la zona y de las áreas en las que tiene influencia, como es el caso de otras regiones de Morelos que se benefician del agua que se filtra en el Corredor Biológico.

Para efectos de este ejercicio, se elaboraron balances de tres recursos básicos: agua, suelo y bosque, en los términos siguientes:

Corredor Biológico del Chichinautzin  
balance físico de recursos  
AGUA

| Año  | Hectáreas que filtran agua | Balance | Millones de metros cúbicos | Balance |
|------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|
| cero | 55000                      |         | 90                         |         |
| 1970 | 52579                      | -2421   | 86                         | -4      |
| 1980 | 50510                      | -4490   | 83                         | -7      |
| 1990 | 48442                      | -6558   | 80                         | -11     |
| 2000 | 46347                      | -8653   | 76                         | -14     |

Corredor Biológico del Chichinautzin  
balance físico de recursos  
SUELO

| Año  | Hectáreas no erosionadas | Balance | Metros cúbicos perdidos |
|------|--------------------------|---------|-------------------------|
| cero | 55000                    |         |                         |
| 1970 | 47736                    | -7264   | 60533                   |
| 1980 | 41531                    | -13469  | 388433                  |
| 1990 | 35326                    | -19674  | 595267                  |
| 2000 | 29121                    | -25879  | 802100                  |

Corredor Biológico del Chichinautzin  
balance físico de recursos  
BOSQUE

| Año  | Hectáreas | Balance | Metros cúbicos de madera | Balance   |
|------|-----------|---------|--------------------------|-----------|
| cero | 55000     |         | 22000000                 |           |
| 1970 | 47736     | -7246   | 14836348                 | -7163651  |
| 1980 | 41531     | -13469  | 12907834                 | -9092165  |
| 1990 | 35326     | -19674  | 10979320                 | -11020679 |
| 2000 | 29121     | -25879  | 9050807                  | -12949193 |

Como se observa en los cuadros anteriores, los balances de recursos se expresan en unidades físicas (toneladas, hectáreas, metros, etc.), y comparan los acervos existentes en un hipotético año denominado cero, que representa la situación de los recursos antes del inicio de su declinación, con los registrados en 1970 y 1980, así como con los proyectados para 1990 y el año 2000.

Mediante estos balances puede apreciarse cómo en 1970 las hectáreas que filtran agua habían reducido su cuantía en 2421 unidades; en 1980 esa disminución ascendía ya a 4490 unidades. De continuar las tendencias, esa reducción superaría las 6 mil hectáreas en 1990 y las 8 mil en el año 2000. Si esta baja en los acervos se expresa en millones de metros cúbicos anuales, equivaldría a una pérdida de 4 metros cúbicos en 1970, de 7 en 1980, de 11 en 1990 y de 14 en el año 2000.

En cuanto al recurso suelo, este se mide tanto en términos de hectáreas erosionadas como en metros cúbicos perdidos por la erosión. En 1970 el balance fue de 7264 hectáreas que sufrieron un nivel de erosión que implicó la pérdida de 60533 metros cúbicos de suelo. Para 1980 las hectáreas erosionadas sumaban ya 13469 y los metros cúbicos perdidos 388,433. Las simulaciones indican que de continuar las tendencias, a finales de siglo se habrían erosionado más de 25 mil hectáreas (casi la mitad de las disponibles en el Corredor) y la pérdida de suelos superaría los 800 mil metros cúbicos.

Por su parte, las hectáreas arboladas, que en 1970 registraron un decrecimiento de 7264 hectáreas y en 1980 de más de 13 mil, para el año 2000 sumarían menos de 30 mil. Esta evolución implica la pérdida de 7.2 millones de metros cúbicos de madera en 1970, de 9.1 millones en 1980, y de continuar las tendencias, de 12.9 millones a finales de siglo.

Cabe destacar que estos balances fueron elaborados bajo procedimientos simplificados que no permiten apreciar por ejemplo cambios cualitativos como los que se presentan en las áreas boscosas, que tienden a perturbarse y con ello a poblarse de combinaciones de especies cuyo valor ecológico y económico es distinto. Aun así, se estima haber cumplido la pretensión de este trabajo de apreciar la velocidad y el grado en que se está deteriorando el patrimonio natural del Corredor del Chichinautzin, mediante el análisis de las cuentas de ingreso y de balance elaboradas.

Es importante subrayar que el procedimiento contable ensayado en este trabajo no considera una valuación permanente del acervo de recursos o patrimonio natural del Corredor, ya que sólo valúa las bajas (o en su caso aumento) de los acervos en el año en que ocurren. Con ello se pretende evitar el uso de precios sombra que valúen permanentemente dicho patrimonio, ya que además de las dificultades que conlleva establecer ese tipo de precios, su uso suele ser objeto de críticas y poco aceptado por quienes toman decisiones sobre la utilización de recursos en una región o un país.

El uso de un procedimiento contable como el caracterizado en este trabajo presenta, a nuestro juicio, las ventajas siguientes:

i) Permite analizar en forma conjunta las variables económicas y del medio ambiente, al establecer las relaciones entre el ingreso y los costos ambientales, valuadas tanto en unidades monetarias como en unidades físicas que indican la evolución de las disponibilidades de recursos. Esta característica del método ensayado permite vincularlo a las labores de planeación y toma de decisiones;

ii) Facilita su adopción en la medida que utiliza las estadísticas económicas que habitualmente se elaboran en los países latinoamericanos, así como los inventarios físicos de recursos con que cuentan la mayoría de ellos; y

iii) Establece los principios que pudieran hacer factible la incorporación de cuentas del patrimonio natural al sistema de cuentas nacionales. Incluso, permite ampliar el campo estadístico del SNC, al colaborar a detectar posibles subestimaciones del ingreso territorial, al aportar evidencias (como en los casos de la silvicultura no registrada y la recolección en el Corredor Biológico del Chichinautzin) derivadas del seguimiento de la evolución de los recursos naturales.

Para llevar a cabo el estudio de caso del Corredor Biológico del Chichinautzin se desarrolló un modelo operado mediante microcomputadora, que permitió organizar la información obtenida en forma que ésta pudiera ser utilizada para alimentar el procedimiento contable descrito en párrafos previos. Este modelo

permite estimar tanto las variables económicas que integran las cuentas de ingresos, como las relativas al medio ambiente, que también forman parte de esas cuentas; asimismo, calcula los cambios en los acervos y los ordena en forma de balances físicos de recursos.

Este modelo permite también efectuar simulaciones del efecto en las cuentas de ingreso y de balance que se deriva de adoptar distintas políticas en relación a la forma en que se explotan los recursos naturales. Las proyecciones elaboradas para 1990 y el año 2000, presentadas en apartados anteriores, se llevaron a cabo bajo el supuesto de una continuación en las tendencias observadas en el pasado reciente.

Desafortunadamente, investigaciones que se están efectuando en el Corredor demuestran que las simulaciones que corresponden a 1990 muy probablemente se cumplirán. Por ello, un cambio significativo en el estilo de desarrollo de la región, que mejore el uso de los recursos y permita ampliar los niveles de ingreso de los pobladores de la zona, sólo podrá apreciarse al cabo de varios años en los que se persista en reducir la frontera agrícola y en evitar que la ganadería afecte el desarrollo silvícola.

Para ilustrar el efecto de políticas como las antes mencionadas, se elaboró una simulación para el año 2000 que considera los supuestos siguientes:

i) La agricultura reduce su frontera en 6205 hectáreas, con lo que su extensión sería de 13469 hectáreas, área similar a la que registraba en 1980. La superficie que deja de dedicarse a la agricultura, se asigna al cultivo de frutales;

ii) La explotación ganadera modifica su patrón de desarrollo en forma que afecte en menor medida la capacidad reproductiva del bosque; y

iii) Se reactiva la explotación silvícola, entendida ésta como la explotación racional del bosque, cuidando extraer sólo los volúmenes de madera que éste pueda recuperar.

Los resultados de este ejercicio, expresados en una cuenta de ingreso se exponen enseguida:

El mismo cuadro muestra cómo los costos ecológicos de la agricultura, en términos del índice de costo ambiental interior serían inferiores a los del mismo. Por su

Corredor Biológico del Chichinautzin  
 ingreso ajustado por costo ambiental  
 año 2000 alterando tendencias  
 (cifras en miles de pesos de 1970)

| Actividad económica     | Ingreso económico | Costo ambiental | Ingreso neto | Costo ambiental por unidad de ingreso económico (%) |
|-------------------------|-------------------|-----------------|--------------|---|
| agricultura             | 13469             | 28905           | -15436       | 214.6   |
| ganadería               | 15320             | 261             | 15059        | 1.7   |
| fruticultura            | 329448            |                 | 329448       |   |
| silvicultura            | 17288             |                 | 17288        |   |
| avicultura y apicultura | 2592              |                 | 2592         |   |
| recolección             | 4396              |                 | 4396         |   |
| total                   | 382513            | 29166           | 353347       | 7.6   |

El cuadro anterior muestra con claridad, cómo una alteración en las tendencias permitiría en el año 2000 más que duplicar el ingreso económico del Corredor, toda vez que la asignación de un mayor número de hectáreas a la fruticultura, compensa sobradamente su no utilización agrícola, ello debido a que la fruticultura registra una productividad por hectárea, expresada tanto en toneladas como en unidades monetarias, muy superior a la agricultura.

Aun cuando se observa una reducción en el ingreso de la ganadería, debido a que sus costos se elevan para evitar que alteren el desarrollo del bosque, su reducción es más que compensada por el aumento del ingreso de la fruticultura y de la silvicultura. En el caso de esta última la simulación considera sólo la explotación de los bosques al ritmo de su capacidad de regeneración, y la venta de sus productos a los precios más bajos del mercado.

El mismo cuadro muestra cómo los costos ecológicos de la agricultura, aun cuando continuarían siendo altos, en términos del índice de costo ambiental por unidad de producto, serían inferiores a los del mismo año 2000, de continuar las tendencias. Por su parte, el índice de costo ambiental por unidad de producto de la ganadería, también se reduciría, en este caso, a un nivel inferior al registrado en 1980.

En conjunto, como resultado de la elevación del ingreso económico de la región y de la disminución de sus costos ecológicos, el costo ecológico por unidad de ingreso, sería inferior incluso al registrado en 1970.

Por su parte, las cuentas de balance de la región, mostrarían también una elevación en los acervos, como se muestra enseguida:

**Corredor Biológico del Chichinautzin**  
balance físico de recursos  
AGUA

| Año  | Hectáreas que filtran agua | Balance | Millones de metros cúbicos | Balance |
|------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|
| cero | 55000                      |         | 90                         |         |
| 1970 | 52579                      | -2421   | 86                         | -4      |
| 1980 | 50510                      | -4490   | 83                         | -7      |
| 1990 | 48442                      | -6558   | 80                         | -11     |
| 2000 | 50510                      | -4490   | 83                         | -7      |

Corredor Biológico del Chichinautzin  
balance físico de recursos  
SUELO

| Año  | Hectáreas no erosionadas | Balance | Metros cúbicos perdidos |
|------|--------------------------|---------|-------------------------|
| cero | 55000                    |         |                         |
| 1970 | 47736                    | -7264   | 60533                   |
| 1980 | 41531                    | -13469  | 388433                  |
| 1990 | 35326                    | -19674  | 595267                  |
| 2000 | 41531                    | -13469  | 388433                  |

Corredor Biológico del Chichinautzin  
balance físico de recursos  
BOSQUE

| Año  | Hectáreas | Balance | Metros cúbicos de madera | Balance   |
|------|-----------|---------|--------------------------|-----------|
| cero | 55000     |         | 22000000                 |           |
| 1970 | 47736     | -7246   | 14836348                 | -7163651  |
| 1980 | 41531     | -13469  | 12907834                 | -9092165  |
| 1990 | 35326     | -19674  | 10979320                 | -11020679 |
| 2000 | 41531     | -13469  | 12907834                 | -9092165  |

Antes de finalizar este capítulo es importante destacar que los cambios que se aprecian en las cuentas de ingreso y de balance en el año 2000, al modificar las tendencias históricas, serían la resultante de acciones emprendidas a principios de los noventas, sobre todo en el caso de una transición de la agricultura a la

fruticultura, ya que el desarrollo de esta última requiere de varios años en los que no se obtienen ingresos, dado el período de crecimiento de los frutales.

Cabe destacar también que el último escenario expuesto sólo tiene un carácter de ejercicio metodológico útil para mostrar los alcances del procedimiento contable y del modelo prospectivo desarrollado para efectos de este trabajo. Si bien esta simulación pudiese constituir un marco de referencia utilizable para el diseño de políticas, programas y proyectos, éstos deben considerar los elementos de carácter social, cultural y político que prevalecen en la zona, aspectos que escapan a los propósitos de este documento.

Cortador Biológico del Chiriquí  
Balance Efectivo de Recursos  
1970-2000

| Año  | Recursos | Saldo  | Saldo  |
|------|----------|--------|--------|
| 2000 | 41331    | -13429 | 129902 |
| 1990 | 38325    | -19874 | 109728 |
| 1980 | 41331    | -13429 | 129902 |
| 1970 | 47735    | -7246  | 148382 |
| 2000 | 25000    |        | 250000 |

Antes de finalizar este capítulo es importante destacar que los cambios que se presentan en las cuentas de ingreso y de balance en el año 2000, al modificar las tendencias históricas, se refieren a las acciones emprendidas a principios de los noventa, sobre todo en el caso de una transición de la agricultura a la

Bibliografía

- BANRURAL. Morelos. Diagnóstico Agrícola. BANRURAL. 1982. p. irreg.
- BANCOMER y Bolio Villanueva, Eduardo. Economía del estado de Morelos. México, D.F. BANCOMER. 1976. p. irreg.
- Barradas, V.L. "Capacidad de captación de agua a partir de la niebla en Pinus montezumae". Biótica. México. s.e. 1983. vol. 8 No. 4. p. 427-431.
- CONASUPO. Precios de garantía de cultivos básicos en Morelos (1965-1978). s.c. CONASUPO. s.f. s.p.
- COPLAMAR. Geografía de la marginación. Necesidades esenciales en México. México. Siglo XXI-COPLAMAR. 1982.
- Dirección General de Documentación y Análisis. Estado de Morelos. José López Portillo. Cuernavaca. Partido Revolucionario Institucional. s.f. s.p.
- Dirección General de Documentación y Evaluación. Morelos. Miguel de la Madrid. Cuernavaca. Partido Revolucionario Institucional. s.f. s.p.
- Gobierno del Estado de Morelos. "Morelos" Cuadernos de Información para la Planeación. México. INEGI. 1985. s.p.
- INEGI. Anuario de estadísticas estatales, 1986. México. INEGI. 1986. 302 pp.
- INEGI. Estructura económica del estado de Morelos. Sistema de cuentas nacionales de México. México. INEGI. 1987. 54 pp.
- Mass, M. et al. "Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various management techniques". Journal of Applied Ecology. (In press). 1987.
- México, Gobierno del Estado de Morelos. "Inventario ganadero, 1980". Informe de gobierno, 1983-1984. Cuernavaca. Gobierno del Estado de Morelos. s.f. s.p.

México, Gobierno del Estado de Morelos. "Programa agrícola del estado de Morelos". Segundo informe de gobierno, 1983-1984. Cuernavaca. Gobierno del Estado de Morelos. 1984. 43pp.

México, Gobierno del Estado de Morelos. Programa de agroindustria. Cuernavaca. Unidad de Documentación, Información y Análisis. 1985. 160 pp.

México, Gobierno del Estado de Morelos. "Programa de política agraria del estado de Morelos". Segundo informe de gobierno, 1983-1984. Cuernavaca. Gobierno del Estado de Morelos. 1984. 56pp.

México, Gobierno del Estado de Morelos. "Programas especiales del estado de Morelos". Segundo informe de gobierno, 1983-1984. Cuernavaca. Gobierno del Estado de Morelos. 1984. 32 pp.

México, Gobierno del Estado de Morelos. "Programa ganadero del estado de Morelos" Segundo informe de gobierno, 1983-1984. Cuernavaca. Gobierno del Estado de Morelos. 1984. 32pp.

PODER EJECUTIVO. "Decreto por el que se declara el área de protección de la Flora y Fauna silvestre ubicada en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan, Morelos". Diario Oficial de la Federación. México. 30 de noviembre de 1988.

SAG-DGEA. Boletín mensual, 1969/1970. México. DGEA-SAG. 1974. N°536-560. 162 pp.

SAG-DGEA. "Información estatal agropecuaria. Morelos" Información agropecuaria, 1972. Cuernavaca. DGEA-SAG. 1973. s.p.

SARH. "Estado de Morelos". Cultivos y frutales. Nivel municipal. Cuernavaca. s.e. 1979. Exp. 217/1B (16) "1971".

SARH. "Estado de Morelos". Cultivos y frutales. Nivel municipal. Cuernavaca. s.e. 1979. Exp. 217/1B (16) "1973".

SARH. "Estado de Morelos". Cultivos y frutales. Nivel municipal. Cuernavaca. s.e. 1979. Exp. 217/1B (16) "1974".

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Existencias ganaderas: 1984-85-86. Cuernavaca. s.e. s.f. s.p.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Información estadística pecuaria. Seguimiento y calendarización del programa ganadero. Cuernavaca. s.e. 1988.s.p.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Subdelegación de Agricultura. Programa Agrícola. "Serie histórica de producción por año agrícola y por municipio de los principales cultivos de 1982 a 1988". Cuernavaca. s.e. Julio de 1989.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Comisión Nacional de Fruticultura. "Precios medios rurales de las principales especies frutícolas". Cuernavaca. s.e. s.f.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Comisión Nacional de Fruticultura. "Subregión: Norte y Poniente. 1980". s.c. s.e. s.f.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Comisión Nacional de Fruticultura. "Subregión: Norte y Poniente. 1981". s.c. s.e. s.f.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Comisión Nacional de Fruticultura. "Subregión: Norte y Poniente. 1982". s.c. s.e. s.f.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Comisión Nacional de Fruticultura. "Subregión: Norte y Poniente. 1983". s.c. s.e. s.f.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Comisión Nacional de Fruticultura. "Subregión: Norte y Poniente. 1984". s.c. s.e. s.f.

SARH, Delegación Estatal de Morelos. Comisión Nacional de Fruticultura. "Subregión: Norte y Poniente. 1985". s.c. s.e. s.f.

SARH-DGEA. "Morelos" Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1979. México. DGEA-SARH. 1982. 281 pp.

SARH-DGEA. "Morelos" Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1980. México. DGEA-SARH. 1983. 287 pp.

SARH-DGEA. "Estado de Morelos". Cultivos y frutales. Nivel municipal. Cuernavaca. s.e. 1986. Exp. 217/1B (16) "79", "80", "81".

SARH-DGEA. Econotecnia agrícola. Consumos aparentes de productos agrícolas, 1925-1982. México. DGEA-SARH. septiembre de 1983. vol. VII. N° 9. 120 pp.

SARH-DGEA. Econotecnia agrícola. Monografía del estado de Morelos. México. DGEA-SARH. Julio de 1983. vol.VII. N° 7. 35 pp.

SARH-DGEA, Sector Agropecuario y Forestal. Estadísticas básicas, 1960-1986, para la planeación del desarrollo rural integral. México. DGEA-SARH. 1988. Tomo I. s.p.

SARH-DGEA. "Estadística por estado, Morelos". Anuario estadístico de la producción agrícola nacional, 1985. México. DGEA-SARH. 1988. pp.232 - 234.

SARH-DGEA. "Morelos". Agenda agropecuaria, 1980. México. DGEA. s.f. s.p.

SARH-DGEA. "Morelos" Información agropecuaria y forestal, 1980. México. DGEA-SARH. 1982. s.p.

SARH-DGEA. Producción agrícola nacional, 1981. Anuario estadístico. México. 1984. 286 pp.

SARH-DGIES. Serie histórico-estadístico de la producción pecuaria, 1972-1988. México. DGIES-SARH. 1988. 136 pp.

SARH-DGIES, Subsector Pecuario. Precios y valorización de la producción, 1972-1985. México. DGIES-SARH. 1988. 60 pp.

Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Morelos. "Los Municipios de Morelos". Enciclopedia de los Municipios de

México. México. Secretaría de Gobernación. 1988. 135 pp.

SIC-DGE. "Morelos". IV Censo agrícola, ganadero y ejidal.

1960. Resumen general. México. SIC. 1965. 564 pp.

SIC-DGE. "Morelos". V Censo agrícola, ganadero y ejidal.

1970. México. DGE-SIC. 1975. 206 pp.

SPP. Síntesis geográfica de Morelos. México. INEGI. 1981.

SPP. Síntesis geográfica de Morelos. Anexo cartográfico.

México. INEGI. 1981. 13 mapas.

SPP y Gobierno del Estado de Morelos. Manual de estadísticas básicas del estado de Morelos. México. INEGI. 1982. vol. I. 372 pp.

Toledo, V., Carabias, J., Toledo, C., González-Pacheco, C.  
La producción rural en México: alternativas ecológicas. México.  
Ed. Fundación Universo Veintiuno. 1989. 402 pp.

## Anexo

- Cuadro 1: Producción pecuaria en el Corredor del Chichinautzin
- Cuadro 2: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Costos de Producción. 1970.
- Cuadro 3: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Erosión.
- Cuadro 4: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Bosque.
- Cuadro 5: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Agua.
- Cuadro 6: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales.  
Pérdida de renuevos por incendios.
- Cuadro 7: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales.  
Pérdida de árboles adultos por incendios.
- Cuadro 8: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Pérdida de renuevos.

Árboles

- Cuadro 1: Producción pecuaria en el Corredor del Chichinautzin.
- Cuadro 2: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Costos de Producción. 1973.
- Cuadro 3: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Errores.
- Cuadro 4: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Bosques.
- Cuadro 5: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Áreas.
- Cuadro 6: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales.  
Pérdida de renovos por incendios.
- Cuadro 7: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales.  
Pérdida de árboles adultos por incendios.
- Cuadro 8: Corredor Biológico del Chichinautzin.  
Estimación de costos ambientales. Pérdida de renovos.

## Cuadro 1

## PRODUCCION PECUARIA EN EL CORREDOR DEL CHICHINAUTZIN

| Producto       | 1973         | 1983 <sup>a/</sup> |
|----------------|--------------|--------------------|
| leche de vaca  | 966 000 lt   | 3 748 000 lt       |
| leche de cabra | 15 lt        | 19.5 lt            |
| queso          | 187 kg       | 725 kg             |
| crema          | 117 kg       | 454 kg             |
| mantequilla    | 911 kg       | 3 533 kg           |
| huevo          | 1 042 000 pz | 14 023 000 pz      |
| lana sucia     | 4 576 kg     | 6 818 kg           |
| miel           | 4 827 lt     |                    |
| cera           | 405 kg       |                    |

a/ Datos estimados a partir de los incrementos del ganado.

Cuadro 2

CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN  
COSTOS DE PRODUCCIÓN, 1970  
MILES DE PESOS DE 1970

| CONCEPTO                              | HUITZILAC  | JUITEPEC    | TEPOZTLAN   | TLALNEPANTLA | TLAYACAPAN  | TOTOLAPAN   | TOTAL        |
|---------------------------------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| SUELDOS                               |            |             |             |              |             |             |              |
| PERMANENTE                            | 22         | 539         | 103         | 33           | 30          | 47          | 774          |
| TEMPORAL                              | 212        | 1236        | 509         | 207          | 1241        | 680         | 4085         |
| FERTILIZANTES                         | 12         | 328         | 187         | 150          | 795         | 306         | 1778         |
| ABONOS                                | 58         | 31          | 14          | 88           | 49          | 199         | 439          |
| SEMILLA Y PLANTA                      |            |             |             |              |             |             |              |
| CRIOLLA                               | 53         | 122         | 4           | 38           | 122         | 42          | 381          |
| MEJORADA                              | 114        | 104         | 1           | 4            | 29          | 27          | 279          |
| INSECTICIDAS Y<br>FUNGICIDAS          | 5          | 24          | 17          | 41           | 114         | 146         | 347          |
| FORRAJES Y ALIMEN-<br>TOS BALANCEADOS | 326        | 1687        | 47          | 48           | 12          | 27          | 2147         |
| MEDICINAS Y<br>VACUNAS                | 17         | 361         | 4           | 7            | 1           | 3           | 393          |
| RIEGO                                 | 3          | 44          |             |              | 52          | 1           | 100          |
| ALMACENAJE                            |            | 1           | 1           |              | 4           | 1           | 7            |
| ALQUILER                              |            |             |             |              |             |             |              |
| MAQUINARIA                            | 61         | 178         | 85          | 19           | 217         | 74          | 634          |
| ANIMALES                              | 16         | 93          | 148         | 27           | 131         | 146         | 561          |
| INTERESES                             |            | 331         | 4           | 6            | 266         | 22          | 629          |
| ARRENDAMIENTO                         |            | 98          | 2           |              |             |             | 100          |
| ENERGIA Y<br>COMBUSTIBLES             | 27         | 128         | 2           |              |             |             | 157          |
| OTROS                                 | 35         | 523         | 87          | 29           | 211         | 103         | 988          |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>961</b> | <b>5828</b> | <b>1215</b> | <b>697</b>   | <b>3274</b> | <b>1824</b> | <b>13799</b> |

## Cuadros 3, 4, 5

CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN  
ESTIMACION DE COSTOS AMBIENTALES  
EROSION

| AÑO  | HECTAREAS PERDIDAS | HAS. FUERTE PENDIENTE | TON/HA | TONELADAS TOTALES | M.3 TOTALES | PRECIO POR M.3 | VALOR DE LA PERDIDA* |
|------|--------------------|-----------------------|--------|-------------------|-------------|----------------|----------------------|
| 1970 | 7264               | 3632                  | 30.0   | 108960            | 60533       | 0.055941       | 3386                 |
| 1980 | 13469              | 13469                 | 51.9   | 699180            | 388433      | 0.055941       | 21729                |
| 1990 | 19674              | 19674                 | 54.5   | 1071480           | 595267      | 0.055941       | 33300                |
| 2000 | 25879              | 25879                 | 55.8   | 1443780           | 802100      | 0.055941       | 44870                |

\* MILES DE PESOS DE 1970

CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN  
ESTIMACION DE COSTOS AMBIENTALES  
BOSQUE

| AÑO  | HECTAREAS PERDIDAS | M.3/HA | PERDIDA ANUAL M.3 | PRECIO M.3 | VALOR DE LA PRODUCCION | COSTO DE LOS INSUMOS | INGRESO NO PERCIBIDO* |
|------|--------------------|--------|-------------------|------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1970 | 7264               | 5.37   | 39022             | 0.09       | 3620                   | 298                  | 3322                  |
| 1980 | 13469              | 5.37   | 72356             | 0.09       | 6712                   | 552                  | 6160                  |
| 1990 | 19674              | 5.37   | 105689            | 0.09       | 9804                   | 806                  | 8997                  |
| 2000 | 25879              | 5.37   | 139022            | 0.09       | 12896                  | 1061                 | 11835                 |

\* MILES DE PESOS DE 1970

CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN  
ESTIMACION DE COSTOS AMBIENTALES  
AGUA

| AÑO  | HECTAREAS AGRICOLAS | HECTAREAS FORESTALES | HECTAREAS TOTALES | HECTAREAS EN FILTRACION | MILL.M.3 FILTRADOS | MILL.M.3 PERDIDOS | PRECIO POR M.3 PERDIDA* |
|------|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| 1970 | 7264                | 47736                | 55000             | 52579                   | 86.4               | 3.98              | 0.000094                |
| 1980 | 13469               | 41531                | 55000             | 50510                   | 83.0               | 7.38              | 0.000094                |
| 1990 | 19674               | 35326                | 55000             | 48442                   | 79.6               | 10.78             | 0.000094                |
| 2000 | 25879               | 29121                | 55000             | 46374                   | 76.2               | 14.18             | 0.000094                |

\* MILES DE PESOS DE 1970

## Cuadros 6, 7, 8

CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN  
ESTIMACION DE COSTOS AMBIENTALES  
PERDIDA DE RENEUVOS POR INCENDIOS

| AÑO  | HECTAREAS | ARBOLES | METROS CUBICOS | VALOR DE LA PERDIDA* |
|------|-----------|---------|----------------|----------------------|
| 1970 |           |         |                |                      |
| 1980 | 324       | 13      | 52             | 4.8                  |
| 1990 | 790       | 32      | 126            | 11.7                 |
| 2000 | 1925      | 77      | 308            | 28.6                 |

\* MILES DE PESOS DE 1970

CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN  
ESTIMACION DE COSTOS AMBIENTALES  
PERDIDA DE ARBOLES ADULTOS POR INCENDIOS

| AÑO  | HECTAREAS | ARBOLES | METROS CUBICOS | VALOR DE LA PERDIDA* |
|------|-----------|---------|----------------|----------------------|
| 1970 |           |         |                |                      |
| 1980 | 11        | 855     | 3419           | 317.1                |
| 1990 | 16        | 1248    | 4994           | 463.2                |
| 2000 | 21        | 1642    | 6569           | 609.3                |

\* MILES DE PESOS DE 1970

CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN  
ESTIMACION DE COSTOS AMBIENTALES  
PERDIDA DE RENEUVOS

| AÑO  | METROS CUBICOS | M.3 SIN RENOVACION | VALOR DE LA PERDIDA* |
|------|----------------|--------------------|----------------------|
| 1970 |                |                    |                      |
| 1980 | 5524           | 2762               | 256.2                |
| 1990 | 13464          | 6732               | 624.5                |
| 2000 | 32816          | 16408              | 1522.0               |

\* MILES DE PESOS DE 1970