

VICTOR G. QUINTANILLA

## De la cartografía de la vegetación a la cartografía ecológica

A pesar del número no muy abundante todavía de especialistas en cartografía vegetal, obras y publicaciones respecto al trabajo previo de terreno y a la elaboración técnica de las cartas vegetales, existen en un número adecuado desde hace unos 30 años atrás, tanto en Norteamérica como en Europa. Aun para Latinoamérica, encontramos estudios muy interesantes como los de Hueck (1959-1960), de Pérez Preciado (1975), Quintanilla (1976), y en especial en Argentina aquel clarísimo trabajo difundido en las mismas páginas de esta revista, por F. Roig (1966).

Partiendo de este conocimiento técnico práctico sobre la cartografía de la vegetación, en esta ocasión nosotros queremos entregar algunas ideas sobre la proyección ecológica de la carta vegetal. A partir de ellas se puede ir representando ya no sólo la distribución y estructura de las comunidades de plantas, sino además, de todos los otros componentes que interactúan en el medio ambiente, inclusive los fenómenos humanos. En este aspecto, la representación gráfica y los objetivos de ella, adquieren un sentido ecológico y por tanto aun un medio que toma a la vegetación, como el fenómeno principal a representar pero que debe realizarse con una proyección ecológica, dado que en ese caso se grafica al componente principal de un ecosistema determinado. Hablamos entonces de la cartografía ecológica de la vegetación.

Actualmente la cartografía de los hechos biológicos puede concebirse a diferentes niveles. Se sabe que las especies vegetales y animales se agrupan en la naturaleza, independientes de los caracteres de su origen geográfico, según sus exigencias y sus afinidades frente a los factores del medio, constituyendo conjuntos denominados biocenosis: la existencia de biocenosis es un hecho de observación cuyo estudio ahora reposa en métodos estadísticos rigurosos, independientes del análisis mismo del medio, de manera que la definición relativa de la biocenosis y del medio, es algo que cada día va adquiriendo mayor precisión.

Cada biocenosis, cuando ella ha alcanzado una composición estable, está en equilibrio con los factores del medio ambiente cuyo conjunto es más o menos fácil percibir y al cual se le denomina biotopo; y el conjunto de la biocenosis y su biotopo forma un ecosistema. Una parte de los ecosistemas aún se encuentran en estado natural, pero en los países industrializados la mayor parte de ellos están hoy profun-

damente transformados, constituyendo ecosistemas antropizados de diverso grado (bosque bajo manejo, espacios cultivados, etc.).

El análisis de esas unidades ecológicas puede llevarse sobre diferentes niveles:

- Durante mucho tiempo y hasta la década del cuarenta la biogeografía, apenas considerada dentro de la Ecología bajo el nombre de corología, se preocupaba casi fundamentalmente de la distribución de las especies vegetales y animales considerándolos aislada o agrupadamente en un espacio geográfico. Esta corología tenía de todas maneras una línea ecológica, por cuanto ella buscaba a menudo entregar y caracterizar las correlaciones entre los límites de las especies y la distribución geográfica de factores tales como la temperatura o la humedad.

- La cartografía de las biocenosis ha seguido con un cierto retardo al *boom* del establecimiento de métodos estadísticos, pero ha progresado rápidamente cuando ella ha reconocido que los vegetales vasculares, que entran en la composición de una biocenosis y que constituyen la mayor parte de la biomasa, pueden entregar una representación aproximada permitiendo a la vez la definición de la biocenosis, su clasificación y un primer análisis de sus relaciones con el medio: éste era el fundamento de la fitosociología. En esta masa vegetal vascular, las plantas leñosas desempeñan un papel privilegiado, principalmente en razón de su talla y de su longevidad, que actúan como buenos integradores de las condiciones del medio en el espacio y en el tiempo, de manera que la cartografía de los tipos de bosques ha desempeñado rápidamente un papel de primer orden en el estudio biocenótico. En efecto, ello ha sido el soporte principal de la *cartografía de la vegetación*, cuyo desarrollo ha ido en rápido aumento desde hace unos treinta años.

- Un nuevo progreso ha ocurrido cuando se han considerado no sólo las agrupaciones vegetales de una manera estática, sino en sus relaciones dinámicas ligadas a la evolución de la vegetación en el transcurso del tiempo y en un lugar dado. El concepto de "serie de vegetación", es decir, de conjuntos que reúnen una agrupación climax, generalmente forestal, y todas las agrupaciones que evolucionan hacia él, o que por el contrario se derivan por degradación, permitía pasar a la *vegetación potencial*, es decir, dividir de un modo preciso el territorio cartografiado en unidades que correspondían cada una a una serie donde un mismo climax era posible o se había desarrollado. Por lo tanto, una parte de las cartas denominadas como de la vegetación potencial han sido y son aún establecidas directamente a partir de mapas biocenóticos de carácter estadístico y sin basarse en un análisis suficiente de las series dinámicas.

- Cualquiera sea el tipo de mapa, en la cartografía de la vegetación, los factores del medio son generalmente analizados de modo separado y su representación se hace mediante cartas anexas a muy pequeña escala, vinculadas a la carta principal de la vegetación. Este estudio de los factores del medio (clima, suelo, uso del suelo por el hombre, etc.), posee un objetivo esencialmente explicativo y se propone entregar una visión del estado y repartición de las agrupaciones vegetales. Pero puede irse más lejos aún y considerar ese estado de la



vegetación, tal como está representado por la carta principal, como un fenómeno que desempeña en el análisis un papel simétrico a los otros y que puede permitir, por reciprocidad, conocer mejor los factores del medio. Un nuevo paso se ha dado en este sentido, al hacer posible que figuren sobre un documento único, a la vez la vegetación y los principales factores del medio que la condicionan o que inversamente ella permite analizar: existe entonces una posibilidad aún insuficientemente explotada, para una verdadera cartografía ecológica, que debe esforzarse ahora por integrar los hechos relativos a la distribución de los animales, o los diferentes tipos de cultivos. Se espera así reemplazar la carta clásica de la vegetación (aquella de las agrupaciones o formaciones) por la carta ecológica que viene a ser la de los ecosistemas mismos.

- Actualmente las condiciones de la vida moderna, y especialmente el impacto cada vez más importante sobre el medio rural de las actividades humanas, -antao casi exclusivamente urbanas-, determinan que la cartografía actual deba dejar un lugar cada vez más importante al estudio de este impacto: así la representación de la erosión antrópica, de las contaminaciones, de las transformaciones derivadas de las actividades de esparcimiento, etc., forman parte ahora de la cartografía ecológica. Ella inevitablemente debe desembocar a corto término en la *cartografía del medio ambiente* que ya ha comenzado en los países más desarrollados del hemisferio norte.

A estos conceptos cada vez más integrados, deben corresponderle métodos de estudio cada vez más sintéticos. Durante mucho tiempo el estudio de los ecosistemas se ha basado sobre principios empíricos que eran indispensables para un primer enfoque; después, esos métodos se fueron progresivamente afinando y complicando, desde la simple numeración de los caracteres cuantitativos de las biocenosis o de los factores del medio, hasta los ensayos actuales de realización de bancos de datos para los métodos informáticos. Este proceso no ha avanzado sin una sofisticación y complejidad innecesaria a veces de las técnicas cuantitativas, y ocurre a menudo en muchos estudios y proyectos, que los bancos de datos ecológicos incorporan numerosos elementos que no mejoran mayormente la jerarquía y modo de intervención de los factores ecológicos considerados antes en los estudios cualitativos. Así, la cartografía aparece cada vez más, como un método eficaz de tratamiento de la información, que reúne las ventajas de la rapidez, de la economía de los medios y de la visualización inmediata de los resultados.

Basándonos en estudios efectuados al respecto por P. Ozenda del *Laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de Grenoble (1979-80)*, nos referiremos brevemente a tres niveles muy relacionados entre sí, relativos a la representación de los fenómenos ecológicos. Se trata de la carta de la vegetación, de la cartografía ecológica y de la cartografía del medio ambiente. Aunque tales procesos no son separables, ello se intenta por la necesidad de su tratamiento metodológico toda vez que la rigurosidad en la precisión, a veces, de algunos conceptos, es muy difícil de lograr cuando tales ideas se expresan sobre la base de las experiencias hechas hasta la fecha -de algunas de las cuales hablaremos brevemente- y que, por consiguiente, pueden adolecer todavía de algunas imperfecciones. Aclaremos además,

que por ahora hacemos abstracción de los procedimientos técnicos que intervienen en la construcción de los mapas, por ejemplo de los sensores remotos, de la tele-detección o de la cartografía automática; procesos técnicos que evidentemente son extraños al utilizador de la carta.

## I. La carta de la vegetación

A pesar de que antes hemos señalado que la cartografía ecológica propiamente dicha y su aplicación reciente a la cartografía del medio ambiente constituyen un paso que se sitúa más allá de la cartografía clásica de la vegetación, es necesario recordar un poco esta última, primero porque ella aún constituye la mejor aproximación del análisis ecológico y también porque existe poca divulgación al respecto en América Latina. Recomendamos de todos modos referirse a la excelente obra de Kùchler de unos 12 años atrás, que proporciona una visión muy completa sobre la cartografía de la vegetación, y a los tres volúmenes de bibliografía en los cuales este mismo autor entrega una lista exhaustiva de los mapas de vegetación aparecidos en la época (1967-1968). Europa occidental y central han avanzado mucho en esta materia. Notable es el caso, por ejemplo, de Francia, cuyo impulso lo debe a Henri Gausson, quien en 1945 fundó el *Servicio de la Carta de la Vegetación* dentro del esquema del C.N.R.S. con la elaboración de cartas 1:2.000.000 y que actualmente cubre casi el 80 % del territorio francés. También en Francia, otros centros como el *Instituto Internacional del Tapiz Vegetal* de Toulouse, el *Laboratorio de Biología Vegetal* de Grenoble, el *Servicio de la Carta de Agrupaciones Vegetales* de Montpellier, el *Centro de Estudios Fitosociológicos* de la Universidad de Marsella, y el *Centro de Geografía Tropical* de Burdeos, entre otros, han ido realizando trabajos de cartografía vegetal muy afinados y con sistemas y métodos variados. Recordemos que este tipo de cartas, casi todas inspiradas en los conceptos de Gausson, aportan un triple progreso: como las otras cartas de vegetación, representan las unidades biocenóticas que son las agrupaciones vegetales (bosques, estepas, praderas), pero esas agrupaciones están integradamente reunidas en series dinámicas cuya clara representación es el objetivo principal del mapa, de manera que en él pueda percibirse inmediatamente la zonación del territorio representado en unidades de iguales potencialidades biológicas. Los colores de las diferentes series no son escogidos arbitrariamente sino determinados por un código ecológico que, basado en los caracteres determinantes del clima y del suelo, permiten -mediante una grama de intensidad de dichos colores- dar una idea real de la estructura biogeográfica del conjunto de la región. De este modo se encuentran combinadas, la representación teórica de la vegetación potencial y la fisonomía de la vegetación realmente existente.

En otras partes de Europa, la cartografía de la vegetación se desarrolla rápidamente y muchos países, inclusive Rusia, recuperan su retardo inicial. Sólo citaremos aquí algunos casos relativos a cartografía a pequeña escala. Por ejemplo, es el caso de las cartas generales al millonésimo existentes para Italia, Austria, Alemania oriental; las cartas 1:500.000 de Alemania Federal y de Rumania; la cobertura 1:200.000 total de Suiza y Checoeslovaquia; el mapa más sintético de los países



danubianos y de los Balcanes a dos millones, también la carta general de la Unión Soviética a 4 millones. Además para Europa occidental existe una gran cantidad de mapas en detalle y en cada país. Referencia similar habría que hacer para USA y Canadá, sobre los cuales desgraciadamente poseemos poca información. Mencionemos también, que se ha publicado la cobertura vegetal de una parte importante de África del Norte por equipos europeos, como igualmente de Indostán, por los franceses. A nivel mundial debe mencionarse la *Carta Bioclimática de la Región Mediterránea* y la *Carta Vegetal del Mundo* en escala al diez millonésimo, ambas dirigidas por la UNESCO. A nivel de continentes, diversos especialistas europeos, sobre todo franceses y alemanes, han publicado cartas regionales a pequeñas y medianas escalas.

Una dificultad importante reside en el hecho de que las diversas cartas se refieren a numerosos sistemas de nomenclatura e incluso a concepciones diferentes, en cuanto al modo y forma de representar los fenómenos. Por ejemplo, en Europa central hay 3 sistemas que se superponen o que se mezclan: el de Gaussen, el de Braun Blanquet y el de Schmid, los cuales por largo tiempo han sido considerados como incompatibles. Sin embargo, Ozenda y otros autores han podido demostrar que es factible una correspondencia entre los 3 sistemas. Por ejemplo, el "climax de serie" podría ser homólogo, en un gran número de casos, a la "alianza" de la escuela zurico-montpelleriana. A costa de un trabajo muy laborioso, se ha desarrollado un sistema unitario que integra los 3 principales tipos de nomenclatura y que en Europa se ha aplicado al sistema alpino y en otros proyectos a escala del continente, como el de la Carta de la Vegetación de Europa Occidental publicada en 1979 por el Consejo de Europa (1:8.000.000, Estrasburgo). Actualmente se trabaja en la carta de Europa al millonésimo.

Mucho más modestos han sido los trabajos cartográficos publicados hasta la fecha, en América Latina. Mencionamos algunos: *Mapa fitogeográfico Preliminar de la República de Venezuela* a 2 millones de F. Tamayo (1968); el *Mapa de Tipos de Vegetación de la República de México* a la misma escala y por la S.R.H. (1971); la *Carta Fitoecológica de Chile Templado* al millonésimo y otras a escalas medianas de V. Quintanilla (1974); el *Mapa Ecológico del Perú* de J. Tosi, escala 1:1.000.000, reedición de 1976 por ONERN, Lima. En Brasil están las cartas fitogeográficas regionales de Kùhlman, de Dora Romariz, de Troppmair y del CBG. En Argentina también hay cartas parciales de diferentes regiones del territorio, como los *Mapas de vegetación del Norte de Jujuy* de B. Ruthsatz y C. Movia (1975) o los de la Pampa, todos a mediana escala. Y últimamente, entre otras en prensa, podemos citar la *Carta Vegetal de Mendoza* que prepara Fidel Roig. En un marco de investigación internacional, a su vez, podemos mencionar la cartografía del transecto patagónico realizada a la latitud entre 52° y 53° Sur de escala 1:250.000 y que han terminado, después de un fructífero trabajo de más de tres años, especialistas de Argentina y Chile. Debe consignarse que en este interesantísimo proyecto, por ninguna de las dos partes, no tuvo una participación relevante ningún especialista geógrafo.

Toda la actividad concerniente a la cartografía vegetal en Latinoamérica desgraciadamente tiene en común que ella muy a menudo obedece a impulsos locales y aislados, sea de un especialista o de pequeños grupos universitarios, que carecen del apoyo necesario para realizar una labor continuada y coordinada. No pocas ve-

ces ocurre, entonces, con estos colegas que sus trabajos retienen mayor receptividad afuera que en su país de origen.

## II. La cartografía ecológica

Por supuesto que la cartografía de las agrupaciones vegetales posee desde ahora una gran cantidad de aplicaciones directas, a partir de la simple representación de la situación de momento existente que permite contar con un inventario objetivo de los recursos naturales renovables. Pero las aplicaciones se hacen más interesantes y más numerosas a partir del momento en que se integran a la carta misma, y no sólo a título de documentación anexa, los factores del medio, y sobre todo si no nos contentamos únicamente con considerar la carta como una simple graficación de fenómenos, sino más que nada como un instrumento a la vez analítico y prospectivo:

- *Analítico*: la noción de especie indicadora de un factor del medio es bien conocida; pero como normalmente las exigencias ecológicas de una biocenosis corresponden a la parte común de las exigencias de esas diferentes especies, su valor indicador es a menudo mucho más grande y puede definir el valor de un factor del medio en una simbología muy precisa.

- *Prospectivo*: las diferentes agrupaciones que constituyen una misma serie dinámica, no son más que estados posibles, y en cierta manera intercambiables, en el interior del territorio cubierto por la serie y donde reinan condiciones del medio homogéneas. Toda la extensión de una serie posee entonces un mismo "potencial biológico" y por ello, por ejemplo, podemos implantar o desarrollar una agrupación forestal correspondiendo a los climax de esta serie y no a otra. Resulta así un mapa de series de vegetación, llamada entonces carta de la vegetación potencial que divide a la región estudiada en zonas homogéneas, en el interior de las cuales la acción del hombre, en particular la relacionada con la planificación y la organización del espacio, va entregada a través de una cierta unidad: a saber que tal o cual operación bajo la dirección de un especialista (agronomo, forestal, botánico, biogeógrafo. . .) ha fracasado o ha tenido éxito en un punto de la serie de la vegetación, y que tiene una fuerte probabilidad y casi una certeza de fracasar o tener éxito, parcialmente en la totalidad del territorio ocupado por esta serie y delimitado sobre la carta.

### *El análisis del medio natural*

La cartografía directa de un factor ecológico no es posible sino en casos muy particulares: citemos, por ejemplo, las observaciones en terreno o en fotos aéreas, del derretimiento de la nieve en la montaña y ponerlo en relación con la biología de las diferentes asociaciones vegetales; o bien aún los estudios experimentales sobre la iluminación solar, ejecutados mediante la iluminación de una maqueta en relieve, de la región. Pero, en general, es muy prudente ejecutar una medida instrumental



(la cual no siempre entrega, a pesar de todo, una asimilación ciento por ciento real de las condiciones ecológicas naturales).

Un primer grupo de documentos, tal vez el más antiguo, está constituido por las *cartas bioclimáticas* en las cuales se representa la repartición de los factores del clima que se presume son pasibles de intervenir en la estructura del manto vegetal y en la distribución de la biocenosis: medias de temperatura o de precipitaciones, el rocío, los riesgos de heladas. . . Bajo la forma más elaborada, estas cartas representan los factores no aisladamente, sino las síntesis de esos factores entre ellos. La representación de los diferentes coeficientes de aridez que han sido propuestos, son los ejemplos más conocidos. Recordemos por ejemplo la *Carta bioclimática de la Región Mediterránea* a cinco millones, impulsada por UNESCO 1962-1968 y dirigida por L. Emberger; las *Cartas Bioclimáticas del Subcontinente Indico* (P. Legris y colaboradores); la *Carta de pisos bioclimáticos del Marruecos* (Sauvage, 1963). En Sudamérica, los ejemplos son más escasos; recordemos, por ejemplo, la *Carta Bioclimática de Chile Central* (V. Quintanilla, 1975).

Como lo ha demostrado Gaussen, el valor sintético de la cartografía es sorprendente. Si se superpone la representación de un factor suplementario, se obtiene un mapa bioclimático que se puede incorporar indudablemente a la carta vegetal y si se logra una superposición exacta, es porque ese factor tiene realmente una importancia biológica. Hagamos notar también que estas cartas, como también las pedológicas que parten del mismo principio, reposan sobre datos cuya obtención no significa la observación directa de la vegetación.

Por el contrario, la aplicación de esta observación directa al análisis de los factores climáticos comenzó con la aparición, antigua por cierto, de las *cartas fenológicas*, cuyo principio consiste en representar la fecha de observación de un fenómeno preciso ligado al ciclo anual de la vegetación (por ejemplo el comienzo de la floración del nogal, o de la eclosión de los botones o yemas del roble) y llegar a deducir las condiciones térmicas en las diferentes partes del territorio estudiado. Estos mapas precisan de observaciones escalonadas durante varios años, de los cuales se toma la media, y de numerosos estudios de detalle del valor térmico en las especies indicadoras.

Indudablemente, y a base de una gran rigurosidad científica, el análisis completo de las condiciones del medio de un ecosistema necesitaría del estudio completo de todos los factores: clima, suelo, composición interespecífica, Ph, exposición, etc. Actualmente este completo análisis -por la demanda de numerosos especialistas que ello requiere y por su costo- se realiza sólo en algunas regiones del hemisferio norte. En Latinoamérica a menudo hacemos estudios de esta naturaleza, considerando uno o dos factores climáticos predominantes y comparamos entonces su valor, en las diferentes agrupaciones o series de la carta de vegetación potencial. Esto nos ayuda mucho para obtener una apreciación de las condiciones climáticas de aquellos sectores donde no existen puestos meteorológicos.

## *La integración de la vida rural*

Hasta hace pocos años, las cartas tradicionales sobre la representación de la vegetación, dejaban en blanco los espacios cultivados o de pastoreo; o con un leve rayado se indicaba a menudo el área de cultivo más importante en cada sector. Con esta simplificación o ausencia de representación, las cartas se privaban de una cantidad importante de informaciones que podrían ser extraídas del análisis más profundo de las estructuras agrarias.

Actualmente en USA y en Europa, las cartas de vegetación y los mapas ecológicos, procuran integrar al máximo la información rural llegando a presentar sus distintas variables, a través de cartas temáticas complementarias muy precisas. Para los países del Mercado Común Europeo, la confección de estas cartas, junto con los mapas forestales y de vegetación, es una necesidad permanente. Recordemos que entre la bibliografía sobre este aspecto y que está al alcance en nuestros países, pueden citarse algunos trabajos de Long y Col. (1969-1974), Bertrand (1973-76-79), los cuales pueden dar muchas ideas a los geógrafos para graficar los fenómenos rurales.

Mencionemos que también entre los fenómenos agropecuarios a representar se considera el impacto del pastoreo y particularmente en zonas de montañas. Los países alpinos de Europa, al respecto, confeccionan cartas muy interesantes, considerando además, por ejemplo, la evolución previsible de los terrenos de pastoreo, los niveles de productividad forestal y pastoril de montaña, etc.

### **III. Hacia una carta del medio ambiente**

Como el término medio ambiente tiene actualmente una acepción netamente antropocéntrica, nosotros podemos admitir que el paso de la carta ecológica, de la cual hasta ahora hemos hablado, hacia una carta del medio ambiente comienza con la incorporación de datos relativos a la acción humana -además de aquellos relativos a la explotación rural tradicional- y más precisamente con la investigación de una representación del impacto y de la difusión rápida de las actividades urbanas y periurbanas en zonas consideradas, hasta fecha reciente, como puramente rurales o incluso bajo ninguna explotación reciente.

Otro criterio a proponer para impulsar esta otra cartografía, sería el considerar que los estudios ecológicos desembocan en estudios del medio ambiente, a partir del momento en que el hombre cesa de mirar al medio (o "medio ambiente", como corrientemente se usa hoy), como un sistema totalmente exterior a él mismo, con el que no capta una conexión constante o que por el contrario puede transformarlo sin importarle las consecuencias hasta cuando palpa perjuicios que inciden directamente sobre él. Sólo ahí comienza a percibir las interacciones entre ese medio y sus propias actividades.

La *detección de daños o perjuicios* es uno de los dominios en los cuales hasta ahora la cartografía está proporcionando una gran ayuda. Ciertos perjuicios pueden ser representados después de observaciones o de medidas directas, como las probables trayectorias de los incendios forestales o de las avalanchas o de las



coladas de avalanchas volcánicas, o la contaminación química de las aguas, a pesar de que para esta última los estudios deben ser mucho más pluridisciplinarios. También pueden representarse los efectos de las aguas contaminadas sobre cambios en la vegetación, la microfauna o la microflora que acompañan las diferentes etapas de la eutrofización. Todo esto va siendo una ayuda apreciable para los gobiernos provinciales y comunales. También existen otros procesos de detección que pueden fundarse en gran parte sobre la cartografía ecológica.

### *Epífitas y contaminaciones atmosféricas*

Suponemos que muchos conocen alguno de los métodos que sobre este fenómeno se han aplicado en el extranjero. Fundada sobre la sensibilidad particular de ciertas criptógamas y especialmente de los líquenes arborícolas a la polución química, ellas permiten relacionar la abundancia y la vitalidad de esas poblaciones vegetales con el grado de impureza del aire y trazar las "curvas de isopolución" alrededor de los centros de emisión. En ciertas condiciones, los vegetales superiores han podido ser examinados ellos mismos y utilizados por observación de sus necrosis o por dosaje de las recaídas fijadas sobre su superficie; por ejemplo, como son las observaciones que se hacen en las plantas de los valles alpinos europeos y en la cuenca del Rin.

Otro caso de observación de efectos de la contaminación del agua sobre las plantas, utilizadas como elementos indicadores, ocurre con la contaminación de la napa freática. Por ejemplo, en las llanuras aluviales de la cuenca del río Ródano en Francia, en algunos valles sucede que la napa freática se encuentra en parte alimentada por las aguas de los ríos tributarios (Ain, Isère) y corren el riesgo de sufrir las consecuencias de su contaminación en el curso de su travesía por las aglomeraciones urbanas (Lyon, Grenoble); y por consecuencia contaminar a su vez por vía ascendente los terrenos de cultivo. El conocimiento del nivel superior de la napa era entonces necesario y los estudios hidrológicos no podía señalarlo con suficiente precisión. Gracias a la existencia de una centena de sondajes realizados por la Compañía de Electricidad de Francia y con la ayuda de piezómetros, la profundidad media de la napa y la amplitud de sus oscilaciones anuales, pudieron ser conocidas en esos puntos y fueron puestas en relación con la naturaleza de las agrupaciones vegetales inmediatamente vecinas.

Recíprocamente, la cartografía detallada de las agrupaciones vegetales ha permitido también tener un conocimiento preciso de la superficie de la napa freática y de sus variaciones estacionales. Los estudios complementarios sobre la permeabilidad y el poder de retención de los suelos, han permitido concluir si los riesgos de polución son altos o bajos.

### *Lucha anticulicidiana*

Los únicos procedimientos de lucha verdaderamente eficaces contra los mosquitos portadores de vectores, se efectúan en medios rurales, mediante el ataque a

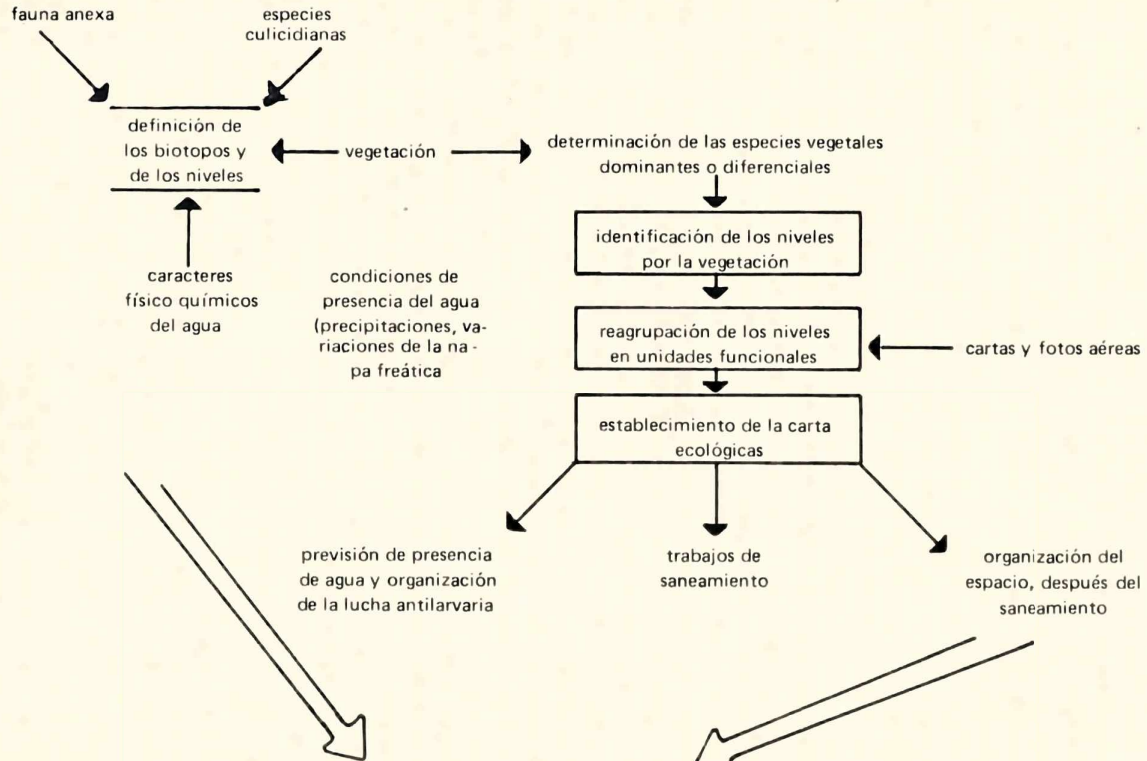
sus larvas. Ellos consisten, o en trabajos de saneamiento ("lucha física") o limpieza, casi siempre muy onerosos y que interfieren con otros problemas de equipamiento de la región, o bien en esparcimientos de insecticidas químicos que presentan el inconveniente de una acción secundaria, difícilmente controlable, sobre los otros componentes del medio viviente, sobre la fauna piscícola y larvaria. Para reemplazar los pesticidas, se pueden incorporar al medio de estudio, otros parásitos o predadores muy específicos y muy bien seleccionados que pueden a su vez acrecentar la eficacia de los esparcimientos químicos y reducir sus efectos secundarios, limitando los tratamientos a las zonas atacadas y en las épocas necesarias. Experiencias al respecto se hacen en numerosas partes. Por ejemplo, en diferentes cursos de los ríos Ródano, Garona, Sena, del litoral mediterráneo de Francia e Italia, de la costa francesa atlántica, y Córcega. Todas estas investigaciones han tenido por objeto, en una primera fase, establecer en detalle, con la colaboración de los entomólogos entre otros especialistas, las ligazones entre las especies de mosquitos (que en algunas regiones suman decenas, cada uno con su ecología propia) y las agrupaciones vegetales más fácilmente chequeables, que les sirven de lugar de postura, así como los datos de eclosión de los huevos y la duración del desarrollo larvario. En una segunda fase, se establece la carta de las agrupaciones vegetales, según las técnicas habituales (observaciones de terreno y fotogrametría aérea) lo cual, consideración hecha de las relaciones ecológicas citadas, permite cartografiar indirectamente los focos de larvas.

Los procesos son cada vez un poco más complejos. Cuando numerosos biotopos corresponden a condiciones vecinas y albergan una fauna culicidiana sensiblemente idéntica, justificando un proceso de tratamiento y que las condiciones de estado del agua determinan el sincronismo de evolución de esos biotopos, han sido ellos reunidos entonces en unidades más vastas denominadas niveles. Los niveles son, a su vez, reagrupados en unidades funcionales, que son zonas de superficie variable, que poseen un régimen hídrico propio responsable de los ritmos de desecamiento o de inmersión de los diferentes niveles. Estos niveles y estas unidades, son chequeadas con la ayuda de especies vegetales características, fáciles de observar en razón de su forma y talla infinitamente más grande que la de las larvas de mosquitos, que son los elementos de la cartografía ecológica que aquí se emplean. Tales estudios suelen aplicarse con frecuencia en zonas pantanosas o de aguas estancadas de superficie importante.

Este tipo de carta ecológica así concebida, no sirve tan sólo para colaborar en la organización racional de tratamiento antilarvario, sino igualmente en otros aspectos:

- en una lucha preventiva, por la previsión de las épocas favorables de postura de los mosquitos en el agua.
- en una mejor y más completa planificación de los trabajos de saneamiento y salubridad.
- en la recuperación racional de los terrenos saneados, según su vocación, la cual en gran parte es indicada por la composición de la vegetación espontánea.





SINTESIS CARTOGRAFICA A MEDIANA O PEQUEÑA ESCALAS

Fig. 1

Estos métodos también se aplican en Norteamérica, por ejemplo en la zona de Québec, donde los trabajos de este tipo se extienden actualmente en la región del "Medio Norte" canadiense. También otras investigaciones similares se hacen en Argelia y otras regiones del norte de África, particularmente por el Laboratorio Fitosociológico de Montpellier.

Aún estas investigaciones pueden desembocar en otras de carácter más especializado, como aquellas con fines médicos. Paralelamente a los trabajos sobre la demusticación e inspirándose en el mismo principio de una ligazón entre animales y vegetales -reparados- en el seno de las biocenosis, se efectúan investigaciones sobre la ecología de los *Ixodidos* (tiques), algunos de los cuales son los agentes vectores de piroplasmosis o de encefalitis. Cartas preliminares de estas biocenosis y del área de distribución de estos organismos, se realizan como fase previa de los estudios de laboratorio (P. Ozenda, 1979).

La lucha contra los focos de insalubridad, no es más que uno de los numerosos aspectos de la cartografía del medio ambiente. La determinación de la vocación de los terrenos es otra de sus importantes aplicaciones. Así, por ejemplo, muchos gobiernos provinciales impulsan estudios locales efectuados en nuevos sectores, en previsión de la implantación de nuevas zonas suburbanas destinadas a descongestionar la gran ciudad o la metrópoli. Aquí entonces aparece la noción de percepción y de apreciación de los hechos y relaciones ecológicas por el hombre: el valor de un elemento o fenómeno ecológico depende de su contexto y de su localización. Así, el interés y necesidad de urbanizar terrenos vecinos a la ciudad, a menudo no suele considerar la potencialidad ecológica o biológica de dichos sectores, y de este modo vemos extenderse la ciudad sobre suelos de gran potencialidad agrícola, pastoril, forestal, etc. Una clara carta de las condiciones ecológicas de la zona en cuestión, puede indicar las áreas de potencialidad urbana, agraria, sectores probables de inundación, avalanchas, etc.

Otros temas relativos a la influencia humana, igualmente, pueden representarse de un modo claro. Así el efecto de la acción humana de origen urbano sobre el medio natural y rural ha sido cartografiado en las áreas rurales del centro y sur de Francia (Mapa 1:100.000 de Bessèges et Bourg-Saint-Andéol, Ardeche; cartas a 50.000 y 100.000 efectuadas en el Alto Ródano y el Bajo Delfinado, por el Laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de Grenoble): la presión demográfica permanente y las migraciones turísticas han sido evaluadas y representadas, considerando tanto su acción actual como la previsible sobre el medio natural. En Toulouse, G. Bertrand y el CIMA, cartografían el efecto agropastoril y forestal sobre los ecosistemas pirenaicos. En la región del Sarre, los geógrafos alemanes cartografían también estos fenómenos junto con los problemas de contaminación.

Estudios más complejos sobre territorios más vastos, relativos a los problemas humanos sobre la alta montaña, realizan los franceses e italianos en los parques nacionales alpinos.

Todos estos diversos tipos de estudios pueden ser intensificados y generalizados; sobre todo es cuestión de medios y de investigadores especializados disponibles. A veces el problema es por carencia de ambos factores; otras, es cuestión de elección de una sola alternativa. Pero la más importante, considerando el estado actual de cosas particularmente en Latinoamérica, es intentar las síntesis regionales



que puedan desembocar rápidamente sobre un *prototipo de carta del medio ambiente*, en la cual no se le dé exclusivamente énfasis a los problemas de contaminación, sino que se trate de definir una integración de todos los fenómenos del medio; y definir el contenido empíricamente y no sobre la base de las discusiones teóricas hechas *a priori*. Por supuesto, que especialmente los países de Europa occidental y central nos llevan bastante ventaja al respecto, no sólo por la mayor disponibilidad de medios y de investigadores, sino también porque en los países latinoamericanos nos cuesta demasiado despojarnos de nuestra "suficiencia" de sentirnos especialistas en todo y ser por tanto reacios a las investigaciones interdisciplinarias. En todo caso los geógrafos, que bastante tienen que decir sobre los problemas del medio ambiente -pero no los únicos-, van realizando algunos trabajos de este tipo de cartografía al respecto: Ejemplo, V. Quintanilla (1979) y recientemente en Argentina (1980), se viene terminando la Carta del Medio Ambiente escala 1:50.000 bajo la dirección del Prof. R. Capitanelli. Este mapa se ha trabajado sobre los principios puestos en práctica por el Comité ejecutivo para la Carta Dinámica del Medio Ambiente de la UGI, basado a su vez en las experiencias del Instituto de Geografía de la Universidad de Caen, donde el profesor A. Journaux ha impulsado notablemente la Cartografía del medio ambiente para el noroeste de Francia.

Se debe estar consciente entonces de que la realización completa de un mapa del medio ambiente, es un proyecto muy ambicioso y complejo, pero que la experiencia adquirida hasta la fecha, en particular en los países europeos y de Norteamérica, permite precisar o aclarar algunos principios.

— El análisis cartográfico de la vegetación parece ser el método más satisfactorio para obtener una imagen real de la representación del medio (salvo evidentemente en zonas total e irreversiblemente urbanizadas). Así las cartas de mediana a pequeña escala (1:100.000 a 1:10.000), cubren probablemente un vasto conjunto existente a esas escalas, y por tanto una documentación única cuyo aprovechamiento o explotación, apenas ha comenzado entre nosotros. Los biólogos, cada vez más, van incrementando su intervención en este aspecto e intercambiando experiencias y colaborando con otros especialistas (climatólogos, pedólogos, agrónomos, forestales, hidrogeólogos, geógrafos, economistas, planificadores. . .); a pesar de los riesgos implícitos de sus intereses particulares que pueden alejarlos de sus objetivos normales.

— Pero como lo ha manifestado P. Ozenda, un gran biólogo francés que trabaja a menudo con los geógrafos, es necesario evitar que con esta intervención deseable y necesaria, de estos numerosos especialistas con los cuales no siempre es fácil llegar a un acuerdo sobre las cuestiones metodológicas y respecto a definir el problema principal, no se llegue a la reintroducción de conceptos sofisticados o alterados provenientes del abuso y largueza con que se maneja el concepto "ecología". Tampoco puede considerársele o atribuírsele, como aún se hace, el carácter de ecológicos a aquellos mapas que no han sido realizados con tal criterio. Por ejemplo, cuando en una carta se hace la simple distinción entre: tierras cultivadas, cultivos perennes (árboles frutales, viña), pradera con vegetación cerrada o abierta, bosque con o sin estrato herbáceo.

— Debe quedar muy claro por tanto, que la cartografía temática es un método de trabajo y no un fin en sí. Si ella representa, como sabemos, un medio sencillo y rápido de tratamiento y de difusión de la información, necesita a todos los niveles, apoyarse estrechamente en otros métodos de investigación. La cartografía ecológica, también es un análisis biológico serio de los hechos a representar.

— A menudo se olvida a los usuarios de los mapas, quienes no siempre son tan especialistas como los ejecutores de ellos. Es preciso evidentemente obtener del utilizador eventual de la carta, una definición clara de sus necesidades. Ir delante de él y ponerse de acuerdo en un lenguaje que sea un verdadero código simple, de nociones puramente científicas sobre las cuales debe apoyarse el mapa para mejorar los resultados.

— También, es preciso adoptar un ritmo y una flexibilidad de trabajo que sea a medida de la urgencia y de la dinámica de los problemas ligados al medio ambiente: evitar ser perfeccionista, resignarse a publicar las cartas bajo una forma provisoria para asegurar una difusión rápida, poco onerosa y no obsoleta, de los resultados. Frente a situaciones y fenómenos que evolucionan muy rápidos, la eficacia supone la rapidez. A veces mientras se organizan los equipos de estudios, los problemas han tomado un curso radical y se deben plantear de nuevo los enfoques. Este hecho ocurre con frecuencia en nuestros países.

## BIBLIOGRAFIA

- AIN G. et PAUTOU G. (1969): *Etude écologique du marais de Lavours (Ain)*. Doc. Cqrte Vég. Alpes, VII 25-64, 1 dépliant.
- C.N.R.S. (1961): 97e. Colloque Internationale du C.N.R.S.: *Les méthodes de la Cartographie de la Végétation*. 1 vol. 322 pag. Toulouse.
- DANSEREAU, P. (1958): *A universal system for recording vegetation*. Inst. Bot. Vol. 72, 1-58. Montreal.
- GAUSSEN, H. (1938): *La cartographie biogéographique*. c.r. Congrès Int. de Géogr. Tome II, p. 3-11 (Leiden) Amsterdam.
- GAUSSEN, H. (1961): *L'emploi des couleurs dans la cartographie de la végétation*. 97e. Coll. Int. du C.N.R.S.; p. 137-145, Toulouse.
- HUECK, K. (1959): *Mapa de la vegetación de la República de Venezuela* 1:4.000.000; en Atlas Agrícola de Venezuela, Caracas.
- HUECK, K. (1966): *Die Wälder Südamerikas*, 422 p., 1 carta vegetal de Sudamérica 8.000.000, G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- KÜCHLER, A.W. (1967): *Vegetation mapping*. 472 p. Ronald Press, N. York.
- KÜCHLER, A.W. (1965-1968): *International bibliography of vegetation maps*. University of Kansas, 3 vol.
- LONG, G. (1969): *Conceptions générales sur la cartographie biogéographique intégrée de la végétation et de son écologie*, 257-285; An. de Géogr., 427, V-VI, Paris.
- LONG, G. (1974): *Diagnostic phytocéologique et aménagement du territoire*. 2 vol.; Masson et Cie., Paris.
- OZENDA, P. (1979): *La cartographie écologique*. In: Le Courrier du C.N.R.S., N° 24, Paris.



- PAUTOU, G., AIN, G. et VIGNY, F. (1969): *Documents pour l'utilisation de la carte écologique dans la lutte contre les moustiques du genre Aedes de la Région Rhône-Alpes*. Doc. Cart. Végét. -Alpes VII, 65-71, 1 carte.
- PAUTOU, G. et OZENDA, P. (1971): *Un essai d'Ecologie appliquée: La Demoustication de la Région Rhône-Alpes*. 61 p. Entente int. Ain-Isere-Savoie et Lab. Biol.; Vég., Université de Grenoble.
- PEREZ PRECIADO, A. (1975): *Clasificación y cartografía de la vegetación y de los ecosistemas*. Vol. de 1<sup>ra</sup>. Reun. Panam. del Medio Ambiente sobre Problemas ecológicos de A. Latina; IPGH. Quito (Ecuador).
- QUINTANILLA, V. (1975): *La Carta Bioclimática de Chile Central*. Rev. Geogr. de Valparaíso N° 5, 33-58, 1 carta color 1:5.000.000 (Chile).
- QUINTANILLA, V. (1979): *La carta geoecológica de Quillota*, 1:25.000. Bol. Infor. de Instit. Geogr. Militar, 3-12-1<sup>er</sup>. Tri., Santiago.
- ROIG, F., (1966): *La cartografía de la vegetación*. Bol. Estudios Geográficos, XII-255-287; Mendoza.