

VICTOR G. QUINTANILLA

Sobre los fundamentos y principios de la Biogeografía

I. Acerca del concepto

La Biogeografía, como el término lo indica, es una ciencia tanto biológica como geográfica. Su campo de estudio "es la parte biológicamente habitada de la litosfera, la atmósfera y la hidrosfera; o lo que se ha denominado la Biosfera o aun la Ecosfera". Su objeto de estudio cubre multitudinarias formas de vida animal y vegetal, que habitan esta zona poco profunda pero densamente poblada, así como los complejos procesos biológicos que controlan sus actividades. La aproximación y el propósito del estudio es geográfico en sí, por cuanto está principalmente interesada en la distribución (junto a las causas y consecuencias) de los organismos y los procesos biológicos.

Sin embargo, aunque su campo de estudio es común y es compartido por la Biología y por la Geografía, no es el campo exclusivo de ninguna de ambas ciencias. Por su carácter extremo la Biogeografía traspasa las fronteras de otras disciplinas. El geólogo, el climatólogo, el pedólogo tanto como el botánico, el zoólogo, el genetista y el geógrafo (por mencionar algunos especialistas); todos investigan o aprovechan partes particulares de un extenso y variado campo; y en menor o mayor grado sus inquietudes científicas son dependientes de una comprensión biogeográfica.

Como resultado, el objetivo de un estudio biogeográfico está centrado en el análisis integrado de un complejo viviente que posee una dinámica constante, lo cual genera causas y efectos en el espacio geográfico.

II. El papel del hombre

El interés del geógrafo tiende a organizarse en una variante espacial enfocada a los procesos o características básicas, más que en algún sector particular de los componentes de la biosfera. Una es la relación total entre los elementos inorgánicos y orgánicos (abióticos y bióticos) del entorno de la tierra; por cuanto el carácter de la biosfera es principalmente un producto de la interacción continua entre la litosfera y la atmósfera, que actúan sobre los seres vivos. La otra, o la segun-

da característica, es la relación recíproca entre el hombre y la biosfera. En un aspecto, la última muestra el vínculo vital entre el hombre y su medio o entorno físico, y sin perjuicio de los avances de la ciencia moderna y de la tecnología, el hombre se encuentra aun para su subsistencia, completamente dependiente de la biosfera. Por otra parte, debido a una capacidad y habilidad mayor que la poseída por cualquier otra forma de vida, para explotar recursos orgánicos, el hombre no es sólo una parte integral de la biosfera, sino hoy en día también es un organismo de un papel ecológico fundamental en ella.

La importancia de la Biogeografía se torna mayor a medida que el hombre reconoce que sólo a través de un perfecto conocimiento del medio, podrán ser mantenidas o mejoradas las actuales condiciones de vida. "La desigual distribución de la vida en la superficie de la Tierra está ligada a la desigual distribución o repartición de la tierra y los mares, a los diferentes climas y consiguientes variedades de los ambientes ecológicos. No debe ser minimizada la influencia ejercida por el hombre" (Kuhlmann, 1977). Aún hoy en día los biólogos comparten esta opinión: "Un estudio ecológico de la vegetación es ante todo un estudio de la acción del hombre sobre la vegetación" (G. Long, 1974).

Por lo tanto la Biogeografía ha dejado de ser una ciencia académica sin relevancia para los problemas humanos. En el futuro encontraremos otras fuentes nuevas de alimento para las poblaciones que crecen rápidamente. Probablemente muy pronto comenzaremos a utilizar como alimento, muchas especies de las cuales será necesario conocer su biogeografía y su ecología. Esta ciencia también podrá ayudar a predecir las especies que deseamos cultivar o seleccionar, o si podremos desarrollar variedades con nuevas características, tales como resistencia a la sequedad, al frío o a la contaminación. E. Elhai (1968) ha afirmado: "El hombre juega un rol mayor por el poder de su intervención, por su aptitud a modificar, proteger, a crear o a destruir los paisajes existentes en equilibrio con las condiciones naturales".

El hombre no puede absolutamente ser excluido del complejo biogeográfico y, para el geógrafo, todo razonamiento no sería "completo" si no toma en cuenta su acción y la permanencia de esta acción. . . En la mayoría de los casos los paisajes biogeográficos son un compromiso entre la obra de la naturaleza y la acción milenaria del hombre".

Por lo tanto en la definición de la visión de la Biogeografía y en la delimitación de su campo, se han ido centrando discusiones o variaciones de extensión considerable, en cuanto a precisar si su propósito o punto de vista es principalmente biológico o geográfico, y en el papel que le compete al hombre en la "vida" de la biosfera. Para algunos biólogos, el hombre es tomado como un elemento importante pero "innatural" en el entorno de plantas y animales. Al respecto, J. Tivy (1977) ha llegado a expresar: "Es algo irónico que el significado de la Biogeografía debiera ser mayormente apreciado por el biólogo que por la mayoría de los geógrafos". Sin embargo, han habido geógrafos que también le han dado poca importancia al hombre. P. Birot (1965) definió a la Biogeografía como "Explicación del paisaje, es decir la disposición de las grandes formaciones vegetales naturales, antes de la intervención del hombre".

El interés del geógrafo por la naturaleza y su apreciación de la misma, así como la valoración del papel del ser humano en cuanto a constituir un factor ecoló-

gico importante en ella, ha tendido a precisar su posición y su contribución a la Biogeografía actual. Algunos, afirma Tivy (1977) "podrían suscribirse a esta visión muy difundida últimamente por M. Anderson en cuanto a considerar que el estudio de las relaciones entre el hombre (considerado como un animal) y todo el entorno animado, es la esencia de la Biogeografía".

Ya M.G. Lemée (1967) había expresado algunas reflexiones al respecto: "Es también la Biogeografía una ciencia geográfica, por cuanto tiende ella a establecer las relaciones de los poblamientos vegetales y animales con los otros grandes fenómenos geográficos como, clima, geomorfología, suelos, actividades humanas; para obtener una visión sintética de los aspectos de la superficie del Globo. Para el geógrafo, el conocimiento de la parte viviente del paisaje es como un elemento de primera importancia de ese complejo, y constituye un indicador muy sensible de los caracteres del medio geográfico".

III. La(s) definición de la Biogeografía

Intentar entregar una definición exacta y completa de la Biogeografía, es, por tanto, una tarea ardua y tal vez pretenciosa. E. de Martonne la definió de manera sintética: "El estudio de la repartición de los seres vivos en la superficie del globo y el análisis de sus causas" (1950). Para R. Furon (1961) "Biogeografía es la ciencia que estudia la repartición de los seres vivos en la superficie de los continentes y de las causas de esta repartición en el espacio y el tiempo". Recalcó por tanto también la importancia de la Paleobiogeografía, para llegar a explicar la distribución actual de los seres vivos. P. Dansereau (1957) enfatizó en la ecología dinámica de los seres vivos: "Es la ciencia que estudia la distribución, adaptación, expansión y la asociación de las plantas y de los animales". Esta definición nos lleva a examinar lo que acontece, lo que está aconteciendo y al mismo tiempo lo que está por acontecer con los seres vivos en el medio natural. Otros biólogos en cambio, aún hoy, insisten en el carácter biológico de la Biogeografía, aparte de que el hombre queda totalmente excluido de su campo. "Podemos aceptar que la Biogeografía es el estudio de los fenómenos biológicos en su manifestación espacial, considerando un espacio de dimensión no muy pequeña. Fundamentalmente, se trata de estudiar las áreas de distribución de plantas y animales" (R. Margalef, 1974).

Creemos nosotros que una concepción bastante completa de la Biogeografía, es la que formuló Elhai en 1968: "La Biogeografía estudia los organismos vivos, las plantas y los animales en la superficie del globo, en su repartición, en su agrupamiento y en sus relaciones con los otros elementos del mundo físico y humano. Es por tanto una rama de la Geografía Física por cuanto ella procura descubrir, comparar y explicar los paisajes. La descripción de los paisajes sería incompleta si sólo se hace evocación de las formas de relieve, de la Geomorfología".

Se desprende entonces, como es tradicionalmente admitido, que la Biogeografía se divide en Fitogeografía cuando se ocupa preferentemente de las plantas, y en Zoogeografía cuando especialmente se refiere a la fauna.

Hoy en día la Biogeografía moderna, se ha ido orientando cada vez más hacia la *biocenología* o *biocenótica* (bios: vida y koinotes: comunidad) que se interesa en las

comunidades globales de los seres vivos, animales y vegetales en su composición, en sus relaciones internas y a las relaciones con el medio ambiente ("environnement"). Es decir, se pone mayor énfasis en el estudio de las biocenosis, y la Biogeografía de las primeras décadas del siglo se va restringiendo precisamente a una rama importante de ella, como es la Corología. Esta fue definida por el Coloquio Europeo de la Sociedad de Biogeografía en 1948, como: "la ciencia de la dispersión y de la repartición de los seres vivos".

En esta concepción moderna, la Biogeografía también ha ido incorporando los métodos estadísticos y cuantitativos, aunque lo ha venido a hacer con posterioridad a otras disciplinas. Los fenómenos naturales y los organismos vivos normalmente se comportan de modo muy diferente a como se los observa en laboratorio y los parámetros y mediciones así obtenidos, no son válidos sino tan sólo para grupos y sectores areales muy reducidos, aparte de que están afectados por la variación dinámica de los seres vivos, a veces en períodos muy breves de tiempo. "Todavía no se ha inventado ningún instrumento tan sensible como la vegetación" (Billings 1970). En los trabajos fenológicos y fitofisiológicos, las experiencias cuantitativas han sido de mayor relevancia para las investigaciones sobre las plantas cultivadas y el análisis florístico: pero ellos no son precisamente estudios fitogeográficos aunque es indudable su incidencia y relación con éstos.

IV. ¿Por qué a su vez el geógrafo, se preocupa preferentemente por la Fitogeografía?

Quando de Biogeografía se habla, tanto en la literatura como en las investigaciones, la atención ha estado puesta principalmente -aunque no exclusivamente- en el estudio geográfico de las plantas más que en los animales; esto sucede incluso con parte de la literatura biológica. Existen varias razones para ello.

La mayor movilidad, asociada a menudo con el pequeño tamaño y un hábito exclusivo de vida en la mayoría de las especies animales, hacen el estudio de su distribución más difícil que el de las plantas. También, hasta hace poco, la Zoogeografía no se había desarrollado hasta el punto tal como lo había hecho la Geografía Vegetal. Sin embargo otras consideraciones han sido responsables de la mayor preocupación del geógrafo por la vida y distribución de las plantas.

Las plantas -material vegetal- viviendo y decayendo, comprenden gran parte del grueso de las biomásas mundiales (volumen en materia orgánica) tanto sobre la superficie terrestre, o bajo ella, como en el agua. No sólo es la biomasa animal pequeña en comparación, sino la mayor parte de ella está compuesta de microorganismos, la mayoría de los cuales habitan en el suelo.

Así las plantas son los componentes más conspicuos de la biosfera, y en masa constituyen la mayor parte de los elementos del paisaje.

Las plantas dependen principalmente, y están más influenciadas por su hábitat físico, que los animales. En comparación con éstos, los vegetales son realmente inmóviles o por lo menos, no poseen medios efectivos de locomoción propia. En consecuencia, ellas proveen un mejor índice (expresión visible, exterior del entorno totalmente físico, biológico y humano) del lugar que habitan. Esto no es menos

cierto en el árbol solitario de una ciudad, que en los terrenos de cultivos, o en el bosque tropical húmedo. También, a causa de la extensión de sus biomásas, las plantas ejercen una gran influencia en las características de la atmósfera y en el suelo que ocupan. Ellas no sólo crean un habitat de un paisaje físico, sino que lo modifican y transformándolo o aun creándolo, determinan un entorno biológico muy particular que en otros casos no existiría, aun contando con la acción humana. Por otra parte, las plantas proveen la fuente primaria de la energía alimenticia para todos los otros organismos vivientes, incluyendo al hombre. Ellas son fundamentales para la vida de los animales y hasta hoy, constituyen el recurso alimenticio más importante para el género humano. El geógrafo al estudiar el espacio, un medio, observa que uno de los primeros componentes que resaltan a la vista es la cubierta vegetal. Más aún, este elemento es a veces el que exclusivamente caracteriza un medio físico.

Sabemos por lo tanto entonces, que la Fitogeografía está centrada en la vegetación como conjunto viviente del medio natural, y no preferentemente en el estudio florístico de ella y su medio ambiente (la Geobotánica de H. del Villar). Se refiere a la vegetación en cuanto a las diferentes formas fisonómicas que ella como comunidad puede adoptar, en cuanto las condiciones ambientales del lugar están incidiendo en su estructura y forma de desarrollo.

Los estudios de fitogeografía por consiguiente, se preocupan de analizar en general la acción del medio sobre la distribución de las plantas. Investigan cómo la temperatura, las precipitaciones, el hielo, la nieve, la humedad atmosférica, la altura, el viento, la luminosidad, el suelo, la naturaleza física y química del medio y la acción antrópica y de otros organismos vivos están influyendo en su repartición. Esto para Elhai (1968) constituye lo que ha denominado la "combinación biogeográfica" y que sintetiza o representa cabalmente el campo de acción de esta disciplina (Fig. 1).

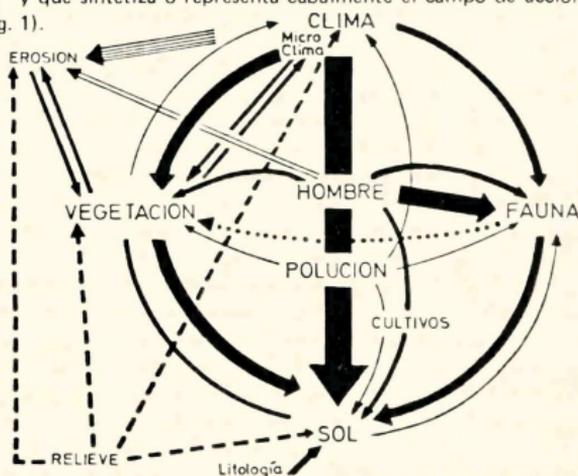


Fig. 1 — EL SISTEMA BIOGEOGRAFICO. La figura indica las relaciones entre los elementos del Sistema Biogeográfico. Las flechas están más o menos reforzadas según la importancia de la relación que ellas significan.
(Adaptado de ELHAI, 1968)

Por consiguiente, un estudio geográfico de la vegetación debe comportar o llevar tres aspectos esenciales:

- La descripción de la vegetación, estableciendo el área de su distribución geográfica.
- La explicación de los paisajes actuales, recurriendo a los factores abióticos y bióticos (incluidos el hombre) que determinan su existencia y evolución. Puede aquí, para llegar a este objetivo, ayudarse de técnicas modernas como los sensores remotos, la cartografía y aun de los métodos y técnicas cuantitativas.
- La localización de los tipos de vegetación y su incidencia en el medio humano. También en esto, la cartografía temática puede serle de gran ayuda.

La Fitogeografía, considerada como una rama de la Geografía, hoy posee un carácter esencialmente antropocéntrico, hecho que no sucede con la Botánica e incluso con la Geobotánica. A la Geografía le interesa la vegetación porque constituye un elemento vital de la Biosfera, porque es una resultante de las interacciones de las fuerzas químicas, físicas y biológicas de la naturaleza y porque por consiguiente se presenta ante el hombre como un factor importante, a la vez que como un recurso natural renovable del medio, que utiliza para su beneficio. Entre otras consideraciones, el estudio de la vegetación (premisa también válida para la Zoogeografía) no poseería un carácter geográfico si no estuviera relacionado con las actividades antropógenas y las interacciones de causa y efecto que como consecuencia se producen.

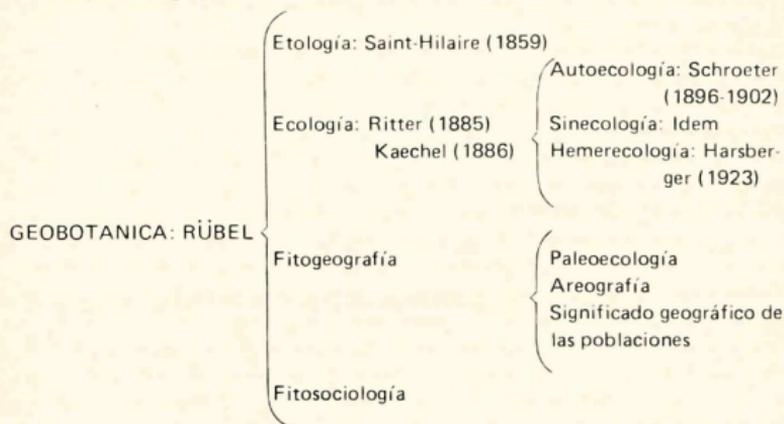
He aquí, pues, los principales argumentos que tiene el fitogeógrafo para demostrar el carácter geográfico de su disciplina. No es fácil todavía imponer este carácter entre los biólogos, con los cuales los geógrafos deberían trabajar a menudo interdisciplinariamente en sus investigaciones. En textos recientes sobre temas de Biogeografía, hemos visto definir a la Fitogeografía como: "el estudio de la Botánica, de la distribución de diversos tipos de plantas (o taxones) originado en las floras compiladas de diversos lugares del mundo. Su objeto es el análisis y la explicación del rango geográfico de una flora en particular, como un medio para una mayor comprensión de su origen". Así definida, la Geografía de las plantas es, según Tivy (1977), estructuralmente considerada entonces como una rama de la Botánica o de la Geobotánica. En estas definiciones a la Geografía de la Vegetación se le reconoce un importante papel de carácter paleobiogeográfico. Tal contribución consistiría en la luz que ha arrojado respecto al efecto de los tiempos pasados sobre las distribuciones actuales, incluyendo la época de origen de un taxon y los cambios ambientales que se han llevado a cabo durante el curso de su evolución.

Por lo tanto esta confusión, más aparente que real, hasta hoy se mantiene. Sin duda que el énfasis biológico que reviste la Geografía de la Vegetación se basa fundamentalmente en la estructuración de su concepción metodológica y en la posterior evolución del desarrollo de esta disciplina.

V. Principales antecedentes históricos de la Biogeografía y la evolución del concepto de Fitogeografía.

Citemos en primer lugar, que respecto a la evolución histórica de la Biogeografía podemos remitirnos a los excelentes textos de reputados autores como: M. Newbigin (1949), P. Ozenda (1964), N. Polunin (1967), E. Lemée (1967), J. Schmithüsen (1968), H. Elhai (1968), J. Tivy (1977) y P. Müller (1979 y 1980), entre otros.

En la búsqueda del origen de la Fitogeografía, A. Castellanos (1960) establece que este concepto partió de la Geobotánica del siglo pasado cuando se concebía incluso que ésta agrupaba muchas otras disciplinas naturales:



Según A. Castellanos, p. 71 (1960)

Ya en la segunda mitad del siglo XVIII el botánico sueco, Carl von Linné (1707-1778) había desarrollado las bases de la taxonomía y nomenclatura modernas. El final del siglo XVIII y el siglo XIX constituyen una centuria de grandes exploradores naturalistas como Alexander von Humboldt, Edward Forbes, Joseph Hooker, Louis Agassiz, Alfred Wallace y Charles Darwin. Alrededor de 1805, von Humboldt publica sus observaciones con las plantas y otros fenómenos del entorno recogidos en el curso de sus extensos viajes por Sud América. La exploración y las expediciones, motivadas por una combinación de incentivos económicos y científicos, llevaron al crecimiento de un cuerpo voluminoso de acumulación de datos. En suma, los viajes lejanos pusieron la temprana atención no sólo en la diversidad biológica, sino también en las variaciones y anomalías en la distribución de diversos tipos de plantas y animales. De la búsqueda de las causas de estas variaciones, emergieron dos conceptos interrelacionados que revolucionaron el estudio de la historia natural e iniciaron el desarrollo de las ciencias biológicas: uno, fue la adaptación de los organismos a su medio físico; el otro, el proceso de la selección natural donde aquellos mejores dotados o adaptados, sobreviven en un habitat dado. Ambas pre-

misas formaron las bases de la teoría darwiniana de la evolución y del origen de las especies.

Inicialmente dependiendo de los datos recogidos y de los conceptos formados por aquellos naturalistas, el subsecuente desarrollo de la Biogeografía se ha distinguido por dos líneas diferentes de investigación, aunque no exclusivas. Una principalmente taxonómica, la otra esencialmente ecológica. La primera ha estado mucho tiempo caracterizada por la Fitogeografía (y su contraparte complementaria, la Zoogeografía) lo cual le ha otorgado una estrecha dependencia de la Botánica. La visión del geógrafo de la Biogeografía, ha sido, sin embargo, influenciada y determinada, más por la ecología que por los conceptos taxonómicos. Desde 40-45 años atrás los biogeógrafos ingleses han expuesto este enfoque en el sentido de que los principios y objetivos de la Biogeografía son sinónimos con los de la Ecología. El término Ecología, fue acuñado originalmente por los zoólogos al final del siglo XIX (Haeckel, 1886), para refundir el estudio de las relaciones recíprocas entre los organismos y su entorno. Pero no fue sólo una aproximación ecológica la que influyó en el desarrollo de la Biogeografía.

La comprensión de la distribución de las taxas (de la Geografía de las plantas) estaba también dependiendo del conocimiento de las interrelaciones de especies particulares con su ambiente; es decir, de lo que se ha denominado Autoecología. Fue, sin embargo, el estudio de la distribución de la vegetación más que de las flores, lo que llegó a ser primordialmente concerniente para el geógrafo y básico a su concepto de Biogeografía. La naturaleza de la vegetación (como el conjunto total de todas las plantas) depende de las relativas proporciones de presencia de diversas especies, en una colección particular, grupo o "comunidad" de plantas ocupando un área definitiva. La Geografía de la Vegetación es así entonces un virtual sinónimo de aquella rama de la Ecología conocida como Sinecología y que se refiere al estudio de las comunidades (plantas) en relación con su entorno. Es por esto por lo que a la Fitogeografía o a la Geografía de la Vegetación, se le llama ahora constantemente, en Europa también, Geografía Ecológica de las Plantas. De este modo el desarrollo de la Biogeografía ha sido influenciado en una mayor o menor extensión en el tiempo, por estudios ecológicos de los cuatro atributos principales de las comunidades de plantas: su estructura, desarrollo, composición y función.

No obstante, el estudio de la Geografía de la Vegetación se desarrolló cerca de un siglo antes del hecho de reconocer y aceptar a la Ecología como una rama importante de las ciencias biológicas. Ella emergió simultáneamente y por las mismas razones que lo hizo la Geografía de las Plantas, existiendo seguramente en un principio, una pequeña diferencia entre los dos sujetos. Descripciones de las muy obvias variaciones de la cubierta vegetal mundial eran una parte integral del listado de fenómenos naturales que se habían acumulado. En un estado inicial, los naturalistas enfocaron su atención en la muy evidente significancia del clima como una importante variante ecológica. Esto, por un lado, derivó en el concepto de "zonas de vida" como las definió C.H. Merriam en 1894 (Tivy, 1977). Estas eran primordialmente zonas climáticas. Ellas permitirán más tarde llegar a la representación de expresiones cuantitativas para la "estación de crecimiento" de las plantas, como sistema para definir tanto los límites de vegetación como los agrícolas.

A su vez en el curso del siglo XIX, los sucesores de von Humboldt, como Alfonso de la Candolle, D. Grisebach, O. Drude y Rübél, entre otros, pusieron un énfasis creciente en la variación, especialmente en la forma y estructura de los tipos mayores de vegetación, de una parte del mundo a la otra. Intentos de describir la distribución de la vegetación y explicar sus caracteres morfológicos en términos de una adaptación a las condiciones ambientales y especialmente climáticas, culminaron con la publicación de una obra de A.W.F. Schimper: "Geografía de las Plantas con una base Fisiológica" (Pflanzengeographie auf physiologische Grundlage, 1833, 2 vol.) considerada como una obra clásica de la vegetación mundial. Gracias a su versión inglesa (1903) pronto llegó a ser la principal fuente de información sobre la cual muchas descripciones subsecuentes y explicaciones de la vegetación mundial están basadas. La cuestión, por ahora, relación causal entre climas y distribución vegetacional, comenzó a tener profunda influencia en el estudio de todas las ciencias naturales.

No poca importancia, precisamente, posee el hecho de que una de las primeras clasificaciones del clima de la tierra, fuera propuesta por un biólogo, Wilhem Koeppen en 1918, constituyendo un intento de establecer los parámetros climáticos que coincidían con las fronteras entre las grandes formaciones vegetales. Sin duda Koeppen se basó en las "Regiones Naturales del Mundo" de A.J. Herbertson de 1905 (en Tivy, 1977). Indudablemente el asumir que el clima era la directriz de los factores ecológicos fue inmediato, y en gran parte se ha mantenido como irrefutable en los estudios ecológicos tanto como en los biológicos.

Hasta principios de siglo, los conceptos de vegetación eran esencialmente estáticos. El crecimiento gradual del trabajo ecológico, sin embargo, comenzó a llamar la atención hacia el significado de otros factores que determinaban la naturaleza de la vegetación. La importancia del factor tiempo comenzó a ganar creciente reconocimiento. Es el caso, por ejemplo, del ecólogo Cowles con su estudio sobre el desarrollo de la vegetación en un complejo de dunas de Michigan, y que marcan un hito importante en la historia de la Ecología.

Ello demostró la existencia del proceso de sucesión en el establecimiento de una cubierta vegetacional y la naturaleza esencialmente dinámica del habitat físico y la comunidad biológica, los cuales evolucionan estrechamente asociados.

Uno de los grandes discípulos de Cowles, el norteamericano F.E. Clements, estableció (1916) la aproximación genética de la vegetación. Elaboró finalmente el concepto de climax, como el estado último terminal de la evolución en el desarrollo de un conjunto vegetal y sobre el cual el clima desempeña un gran papel.

Estas investigaciones en ecología eran a su vez acompañadas con estudios paralelos, pero independientes, sobre geología, geomorfología y pedología. Los estudios asociados, directa o indirectamente, de estas disciplinas, llevaron a clarificar el ciclo de la erosión y a establecer en Rusia, Europa Occidental y Norteamérica, el concepto de suelos zonales a la vez que aparecieron las primeras clasificaciones mundiales de suelos. Dichas clasificaciones mostraban en los perfiles de suelos, la predominante influencia del régimen climático y el tipo de vegetación asociados, bajo los cuales se habían desarrollado.

Teóricamente, la aparición de madurez en el suelo, debería estar acompañada de un estado similar en el desarrollo de geofórmulas asociadas y el estableci-

miento final del climax vegetacional. Este último estaría dominado por aquella forma de vida vegetal más adaptada a las condiciones climáticas más características o predominantes. En contraste con la Geomorfología, Pedología y Climatología, los estudios biogeográficos han estado dominados por un mayor periodo y en mayor extensión por la aproximación "zonal" y el concepto de "climax" climático. La Biogeografía pronto llegó a ser, y aun ello tiende todavía a mantenerse, como sinónimo del estudio de tipos de vegetación mundial y zonas de suelos afines. En ambos estudios, biológicos y geográficos, su fin principal era la descripción y explicación del climax vegetacional-climático natural y potencial. Todavía se publican textos globales con esta visión, que mantienen un énfasis en la vegetación natural o seminatural, considerados en un contexto climático amplio. Así, por ejemplo, los textos de enseñanza que tratan estas materias, se basan mayormente en una explicación descriptiva de tipos de vegetación mundial climáticamente definidos, junto con sus suelos asociados.

Sin duda que la Biogeografía no ha logrado mantenerse a la par de los rápidos y crecientes avances que se han llevado a cabo durante estos últimos 50 años en la Ecología. No obstante, se ha hecho un número creciente de estudios vegetacionales a escala microrregional y local, realizados sobre todo por biólogos y en menor escala por geógrafos.

Sin embargo, y probablemente como un resultado del dominio de la Geomorfología en las escuelas de Geografía Física, el énfasis y *status* de la vegetación ha sido retardado por demasiado tiempo sobre la Biogeografía. Indudablemente que este hecho fue acrecentado por el desarrollo de la Geología Cuaternaria junto con técnicas asociadas de análisis y métodos de datación en materia orgánica fósil. Así ocurre que, según parece, muchas escuelas de Biogeografía han sido fuertemente orientadas hacia estudios palinológicos con el propósito de reconstruir condiciones ambientales del pasado y tratar el desarrollo de la vegetación desde las épocas postglaciares recientes (Paleobiogeografía).

Tivy (1977) afirma que, como tal, la Biogeografía llegó a ser mano derecha de la Geografía histórica.

A su vez, el trabajo biológico se iba apoyando cada vez más en estudios de campo para ampliar los estudios sobre Fitoecología y Sinecología. Estos condujeron a una mayor precisión en los métodos de descripción y al desarrollo de experimentos controlados en terreno y en el laboratorio, para probar hipótesis empíricamente propuestas con anterioridad. Como resultado, muchas de las generalizaciones formuladas tempranamente sobre la naturaleza de la vegetación y sus relaciones ecológicas, tuvieron que ser drásticamente reajustadas. También la atención se había ido concentrando hacia dos aspectos de la vegetación que habían recibido mucha menor preocupación tanto de ecólogos como de geógrafos. Uno era el estudio de la composición y relaciones interespecíficas de comunidades de plantas, aquella rama de la ecología que llegó a ser conocida como Fitosociología. El impulsor de esta escuela, J. Braun-Blanquet (1932) le dio un carácter más de conjunto y estadístico al estudio sociológico de las plantas, el cual fue posteriormente perfeccionado o complementado por Ellenberg (1956) y sus discípulos. El otro aspecto fue la investigación más reciente en energéticos ecológicos de los

procesos involucrados en las relaciones ecológicas, entre organismos y su ambiente.

Mientras la escuela americano-británica de Ecología, bajo la influencia de F. Clements y de D. Tansley estaba realizando estudios del *habitat* y del *status* de las comunidades vegetales, los botánicos europeos se encontraban más interesados en la composición florística de las comunidades de plantas, junto a las relaciones de carácter intra e interespecífico de las asociaciones. La data precisa y abundante detalle para los estudios (estimulada por una importante demanda), impulsaron el desarrollo de métodos cuantitativos y por lo consiguiente estandarizados para ejemplificar y describir la vegetación. El "quadrat" (sector rectangular de un tamaño apropiado para la ejemplificación de un tipo particular de cubierta vegetal) llegó a ser el área o unidad de estudios. El área superficial de estudio no sobrepasaba unos cuantos km^2 , las investigaciones sobre lugares puntuales eran numerosas, y los resultados y las extrapolaciones, no eran suficientemente rigurosos. Largas listas de especies y de caracteres florísticos, proveían las data básicas.

Desde poco antes de la década del 40, la escuela Zurico-Montpelleriana de ecología, gracias al impulso dado por las investigaciones de Braun-Blanquet, fue desarrollando una mayor influencia del valor de los conceptos fitosociológicos y sus métodos. Estos estaban centrados en el reconocimiento y la descripción de asociaciones *standard* de la vegetación, caracterizados por la posesión de patrones sociológicos comunes, suficientemente distintivos y de condiciones homólogas para ser agrupados en una "comunidad tipo". La asociación llegó a ser la unidad básica en la clasificación de la vegetación y la definición de la "asociación" una fuente de atención preferente por parte de los ecólogos.

Desde la década del 50 en cambio, el énfasis en los estudios ecológicos ha sido impulsado no sólo desde los estudios extensivos hacia los intensivos de taxonomía vegetal, sino a detallados y puntuales trabajos en relaciones ecológicas y procesos. Esas orientaciones llevan, por un lado, al advenimiento de nuevos y más modernos métodos para coger y analizar data de terreno; y por otro lado, a una creciente preocupación de la importancia de comprender el modo como funciona toda la biosfera.

Sin embargo, aun aprovechando el mayor desarrollo tecnológico, la naturaleza e interacción dinámica de las variables ecológicas es tal que no todos los fenómenos biológicos son fácilmente abordables con el mismo grado de objetividad, precisión o estandarización de cálculos y medidas, como lo son las ciencias físicas y exactas. Quizás, ésta es una de las barreras más grandes que ha tenido la Geografía de la Vegetación, para intentar "cuantificar" la descripción de los conjuntos de plantas y obtener paradigmas o modelos suficientemente válidos, para caracterizar la dinámica de grupo de los organismos vegetales y sus relaciones ecológicas.

Ante esto, han habido no pocos intentos. J. Tivy (1977) señala que en la Ecología al menos y a partir de estas dos últimas décadas, se han desarrollado importantes avances en cuanto al método y a la técnica. 1º) En la aplicación del análisis estadístico utilizado para establecer el significado y el margen de error de los resultados en investigaciones ecológicas. 2º) Ayudas mecánicas en la colección, almacenamiento y procesamiento de data, que ha sido acompañado a su vez por un gran aumento en el volumen de la data disponible, y 3º) Métodos nuevos, aparte de la "tradicional clasificación jerárquica" de la vegetación, como un medio de ana-

lizar la relación entre especies o entre especies y su entorno. De éstas el más importante es el de la "ordenación" o el intento para arreglar o preparar muestras experimentales de vegetación en secuencias de un orden, que puede ser relacionado a variaciones ambientales o de las comunidades mismas.

Un nuevo e importante fenómeno ha contribuido también a ir revisando los enfoques respecto al estudio de los seres vivos en la biosfera. Es el acelerado y descuidado agotamiento por parte del hombre del material orgánico de la naturaleza y por consecuencia la creciente modificación de la biosfera. Esto indudablemente ha incidido en la complejidad de los problemas ecológicos, en tanto que le ha otorgado mucha mayor seriedad a los mismos. Así entonces el significado del hombre, como una variable ecológica más de carácter universal, ha ido siendo aplicada seriamente por los biólogos y los mismos geógrafos. El desarrollo creciente de la industria y la tecnología, la intensificación de las "sobrecosechas" y la extensión de los terrenos agrícolas han llevado a una modificación directa o indirecta del habitat (agravada por el aumento de la polución), y generado a su vez reacciones biológicas en cadena, que el hombre, antes como ahora, no ha sido capaz de controlar completamente. El balance resultante, se ha manifestado sobre todo en fluctuaciones drásticas de población, particularmente de animales y organismos patógenos. El creciente aumento de la población humana, combinado con los efectos del desarrollo tecnológico, continúa intensificando las presiones sobre la biosfera y aumentando la importancia de estos problemas. La necesidad de mantener ambos (la diversidad y la cantidad de producción orgánica) y -donde es posible- aumentar la producción de alimentos, se están volviendo problemas cada vez más urgentes.

La solución entonces de estos problemas y el eficiente manejo de los recursos orgánicos, dependen de una mejor comprensión de los procesos y de las funciones ecológicas, así como de la naturaleza de las interrelaciones ecológicas. Esta necesidad ha indudablemente estimulado una "resurrección" del interés en el ecosistema como una unidad funcionante, en el cual el hombre está "vitalmente" integrado. Sabemos que el término Ecosistema fue acuñado originalmente por Tansley en la década del treinta para expresar la suma total de organismos y su habitat físico, y el concepto posteriormente ha sido largamente la base de los estudios ecológicos. Sin embargo, hasta hace poco, la concentración y especialización en los componentes particulares en algunos aspectos de la biosfera, ha tendido a desviar la atención de las necesidades de relacionarlas a todo el sistema interactuante. Estudios recientes de población animal, que se hacen en Europa y USA combinados con estudios cuantitativos de flujo de energía y circulación de nutrientes en la biosfera, han ayudado a reconsiderar al ecosistema, como el concepto fundamental integrador en los estudios ecológicos.

El redescubrimiento del concepto de Ecosistema está también comenzando a influenciar y revigorizar el pensamiento biogeográfico. En primer lugar provee un mayor y más satisfactorio "frente de acción conceptual", al cual las partes componentes de la biosfera, plantas y animales, suelo y atmósfera, pueden ser relacionados y con lo cual sus interacciones pueden ser comprendidas. No está limitado por las restricciones de escala. El Ecosistema como concepto, puede ser aplicado a cualquier sistema ecológico auto-regulado de toda la biosfera o ecosfera en una visión individual. Ello provee una base estandarizada, en términos de ener-

gía equivalente, para la comparación de comunidades orgánicas estructuralmente disímiles o de hábitat físicos. Finalmente, el hombre es y puede ser tomado como una parte integral del ecosistema, sin duda el factor o elemento ecológico hoy más importante, más que un simple accidente biológico natural.

Por lo tanto, el geógrafo en general -y el biogeógrafo en particular- tiene los métodos y las técnicas suficientes para participar activamente en tales estudios ecosistémicos; por cuanto el medio (natural y humano) desde hace mucho tiempo es su campo y fin de estudio. Para esto, no siempre es preciso que trabaje exclusivamente con sofisticados métodos y técnicas, dado que la cuantificación de la dinámica de los elementos y organismos de la biosfera a menudo tienden a probar hipótesis apriorísticas, más que a comprender como "vive" y funciona "naturalmente" el ecosistema. No obstante, esto no es incompatible para que los estudios biogeográficos hoy, no deban ser deductivos y acompañados -cuando sea posible- del uso de las matemáticas y de la estadística y que permitan experimentar ciertas técnicas cuantitativas, tanto en la fauna como con la vegetación.

Bibliografía

La presente lista de referencias, evidentemente no es exhaustiva en cuanto a reunir toda o gran parte de la literatura biogeográfica. Sólo pretende señalar, a nuestro juicio, las obras clásicas y básicas para seguir el origen y evolución de esta ciencia, e indicar aquellas fuentes que nosotros directamente hemos trabajado (con mención del número de páginas del trabajo) en esta ocasión, y que suponemos pueden estar al alcance de los geógrafos de Latinoamérica.

ANDERSON, M.S. (1951): *A geography of living things*. English Universities Press, London.

BILLINGS, W.D. (1964): *Plants and the ecosystem*. Macmillan, London. (Existe una versión en español).

BIROT, P. (1963): *Cours de Biogéographie*. Les Cours de Sorbonne. CPU, 171 p. Paris.

BIROT, P. (1965): *Les Formations Végétales du Globe*. SEDES, 568 p., Paris.

BIROT, P. (1970): *Les Régions Naturelles du Globe*. Masson, 380 p., Paris.

BRAUN-BLANQUET (1932): *Plant sociology*. Mc Craw Hill, New York.

CAIN, S.A. (1944): *Foundations of plant geography*. Harper Bros, New York.

CAIN, S.A.; OLIVEIRA CASTRO, M. (1959): *Manual of vegetation analysis*. Harper, New York.

CAILLEUX, A.: (1969) : *Biogéographie mondiale*. Que sais-je? PUF. 126 p., Paris.

CARLES, J.(1948): *Géographie botanique*. Que sais-je?-PUF., 182 p. Paris.

CASTELLANOS, A. (1960); *Introdução a geobotânica*. Rev. Brasileira de Geogr. X-XII, Año 22, Nº 4, Río de Janeiro.

CLARKE, G. (1968): *Elementos de Ecología*. Trad. M. Fusté. Ed. Omega, 615 p., Barcelona.

CLEMENTS, F.E.(1916): *Plant an analysis of the development of vegetation succession*. Carnegie Institute of Washington.

- CROIZAT, L. (1952): *Manual of phytogeography*. Junk P., The Hague.
- DAJOZ, R. (1971): *Précis d'Ecologie*. Dunod, 434 p., Paris.
- DANSEREAU, P. (1957): *Biogeography, an Ecological perspective*. Ronald Press, 407 p., New York.
- DANSEREAU, P. (1958): *A Universsal system for recording vegetation*. Contrib. Inst. Botanique. N° 72, 57 p. Univ. Montreal, Montreal.
- DAUBENMIRE, R.F. (1959): *Plants and environment*, Willey, London.
- DEL VILLAR, H. (1929): *Geobotánica*. Colección Labor, 1 vol. -339 p. Barcelona.
- DUCHAUFOR P. (1965): *Précis de pédologie*. Masson et Cie., 481 p., Paris.
- ELHAI, H. (1968): *Biogéographie*. Armand Colin, Col. U. 481 p., Paris.
- ELLENBERG, H. (1956): *Angaben und Methoden der Vegetations Kunde*. in: Einführung in die Phytologie. Ulmer, Stuttgart.
- EMBERGER, L. (1930): *Essai d'une classification des groupements végétaux*. Rev. Gen. Bot.; 641-662.
- ESTIENNE, P. et GODARD, A. (1970): *Climatologie*. Librairie Armand Colin, 365 p., Paris.
- FURON, R. (1961): *La distribución de los seres*. Trad. R. Brito. Nueva Col. Labor, 163 p., Buenos Aires - Barcelona.
- GAUSSEN, H. (1954): *Géographie des plantes*. A. Colin, 224 p., Paris.
- GRISEBACH, A. (1877-8): *La végétation du globe après la disposition suivant les climats*. Ballière, Paris.
- HUETZ DE LEMPS, A. (1971): *La végétation de la terre*. Masson et Cie. 133 p., Paris.
- HOLLRIDGE, L.R. (1947): *Determination of world plant formation from simple climatic data*. Science, 105, p. 367-369.
- HUMBOLDT, A. et BONPLAND, A. (1805): *Essai sur la géographie des plantes. Accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales*. 155 p. Reedición hecha por IPGH, México 1955.
- KÜCHLER, A. (1967): *Vegetation mapping*. University of Kansas. 472 p. The Ronald Press CO. New York.
- KÜHLMANN, E. (1977): *Noções de biogeografia*. Bol. Geografia 35 (254) VII-IX 48-111. Rio de Janeiro.
- LACOSTE, A. et SALANON, R. (1969): *Elements de biogéographie*. F. Nathan Ed. 187 p., Paris.
- LEMEE, G. (1967): *Précis de Biogéographie*. Masson et Cie. 258 p., Paris.
- CONG, G. (1969): *Conceptions générales sur la cartographie biogéographique intégrée de la végétation et son écologie*. In: Ann. de Géographie. A. Colin N° 427, V-VII; 257-285. Paris.
- LONG, G. (1974): *Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire*. 2 vol. Masson et Cie. Paris.
- MARGALEF, R. (1974): *Ecología*. Editorial Omega, 951 p., Barcelona.
- MARTONNE, E. de (1927): *Traité de Géographie Physique*. T. III: Biogéographie, par Chevalier A.; et Guenot L.; Masson et Cie., 358 p., Paris.
- MOLINIER, R. et VIGNES, P. (1971): *Ecologie et biocénétique*. Delachaux et Niestlé. 457 p., Neuchatel (Suisse).
- MÜLLER, P. (1977); *Tiergeographie*. B.G. Taubner Studienbücher (Geographie); 268 p., Stuttgart.

- MÜLLER, P., (1980): *Biogeographie*. Verlag E. Ulmer Stuttgart, 396 p. Stuttgart.
- NEWBIGIN, M. (1949): *Geografía de plantas y animales*. Trad. M. Maldonado. F. Cultura Económica, 337 p., México.
- ODUM, E. and ODUM, H. (1959): *Fundamentals of ecology*. (2 rev. ed.). W. Saunders and Co. London. Hay numerosas ediciones en español.
- OOSTING, H.J. (1958): *The study of plant communities* (2 end. Ed.) San Francisco.
- OZENDA, P. (1964): *Biogéographie. Végétale. "Biologie"*. Ed. Doin, 374 p. Paris.
- PARDE, J. (1965): *Arbres et forêts*. Armand Colin, 116 p., Paris.
- PEGUY, Ch. (1970): *Précis de Climatologie*. 2e. ed. Masson et Cie., 468 p., Paris.
- POLUNIN, N. (1960): *Introduction to plant geography and some related sciences*. Longmans Green, London. (1967: versión francesa: *Elements de géographie botanique*, de P. Lapétite: Gauthier Villars, Paris).
- QUINTANILLA, V. (1977): *Diccionario de Biogeografía para América Latina*. Ed. Universitarias de Valparaíso, casilla 1415, 266 p. Valparaíso, (Chile).
- RAUNKIAER, C. (1934): *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford.
- ROUGERIE, G. (1969): *Géographie des Paysages*. Que sais-je? PUF. 126 p., Paris.
- ROUGERIE, G., (1970): *Biogéographie des montagnes*. Cours de l'Univ. de Besancon CDU., 191 p. Place de la Sorbonne. Paris. V.
- ROUGERIE, G. (1971): *Biogéographie littorale*. Cours de l'Univ. de Besancon. CDU., 119 p., 5 Place de la Sorbonne, Paris, V.
- SCHIMPER, A.W. (1905): *Plant geography on a physiological basis*. Trans. by W.R. Fischer. Clarendon Press, Oxford.
- SCHMITHÜSEN, J. (1968): *Allgemeine Vegetations geographie*. Lehrbuch der Allgemeine Geographie. Walter de Gruyter und Cie., 463 p. Berlín.
- STRAHLER, A. (1974): *Geografía Física*. Ediciones Omega, 767 p., Barcelona.
- SUTTON, B. y HARMAN, P. (1977): *Fundamentos de Ecología*. Editorial Limusa. 292 p., México.
- TANSLEY, Sir A. (1954): *Introduction to plant ecology*. 3rd. ed., Allen and Unwin. London.
- THORNTON, C.W. (1948): *Problems in the classification of climates*. Geogr. Rev. 30(2) 233-255.
- TIVY, J. (1977): *Biogeography. A study of Plants in the Ecosfera*. Oliver and Boyd, 393 p., Edinburgh and Hong-Kong.
- TRICART, J. (1972): *La Terre, planète vivante*. P.U.F., 180 p., Paris.
- VIERS, G. (1970): *Géographie des forêts*. P.U.F., 220 p., Paris.
- WALTER, H. (1968): *Die vegetation der Erde*. 2 vol. Stuttgart G. Fisher. Stuttgart.
- WALTER, H. (1977): *Zonas de vegetación y de clima*. Trad. de M. Costa. Ediciones Omega, 245 p., Barcelona.
- VAN MIEGHEM, J. van DYEP, et SCHELLE, J. (1965): *Biogeography and Ecology in Antartica*. 762 p. La Haye. Obra colectiva.
- WAGNER, P.L. (1957): *A contribution to structural vegetation mapping*. in: Annals A.A.G., 47: 363-369.