ENSAYO COMPARATIVO DE TRES SISTEMAS FISIONOMICO-ESTRUCTURALES PARA LA DESCRIPCION DE LA VEGETACION

Tesis

por

FELIPE MATOS G.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro de Enseñanza e Investigación
Turrialba, Costa Rica

Junio, 1967

ENSAYO COMPARATIVO DE TRES SISTEMAS FISIONOMICO-ESTRUCTURALES PARA LA DESCRIPCION DE LA VEGETACION

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADO: _____ Consejero
Jorge M. Montoya Maquin, Dr. Ecol.

_____ Comité
Gerardo Budowski, Ph.D.

_____ Comité
Hans Trojer, Ph.D.

_____ Comité
Ethan D. Churchill, Ph.D.

Junio, 1967

A mi esposa e hijos
A mis padres
A mis compañeros de la
Sociedad de Ciencias Naturales La Salle

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa, Inge, a cuyo estímulo y ayuda se debe en gran parte la conclusión de este trabajo.

Al Dr. J. M. Montoya Maquin, Profesor y Consejero Principal, quien no sólo me prestó su valiosa orientación, sino que trabajó arduamente junto conmigo, en el campo y en la oficina.

A los Dres. Gerardo Budowski y Hans Trojer, integrantes de mi Comité Consejero, quienes siempre estuvieron dispuestos a conceder la ayuda y el consejo. Igualmente al Dr. Ethan D. Churchill, del Comité Consejero, y al Sr. Kenton Miller, M.S.F., quien, durante la ausencia del Dr. Budowski, ocupó su lugar en el Comité Consejero.

A la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, de Venezuela, organismo donde trabajo, por el apoyo moral y material que me brindó para poder emprender mis estudios de post-grado.

A la Fundación Creole, de Venezuela, que tuvo a bien concederme la beca correspondiente.

A los profesores que me dictaron clases, tanto del Programa de Recursos para el Desarrollo como de las otras Disciplinas de la Escuela para Graduados del IICA.

A la Srta. Hazel Hodgson, por el esfuerzo que hizo para lograr una presentación impecable de este trabajo; igualmente, a los Sres. Sandy Bustamente y Emilio Ortíz, quienes elaboraron, respectivamente, el mapa y los dibujos que lo ilustran.

A mis compañeros y a todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron conmigo para el buen éxito de mis estudios.

BIOGRAFIA

El autor nació en Casigua, Estado Falcón, Venezuela, el 5 de febrero de 1933.

Cursó sus estudios primarios en el Cologio Chiquinquirá, de Maracaibo, Estado Zulia, y los secundarios en el Colegio La Salle, de Caracas.

Realizó su carrera universitaria en la Universidad Central de Venezuela, de Caracas, en la cual obtuvo el título de Licenciado en Ciencias Biológicas, en 1959.

Participó en el curso "Bases ecológicas para el uso científico de la tierra", patrocinado por la OEA, que tuvo lugar en Lima, Perú, en 1960.

Forma parte del personal de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales desde 1959, habiendo ocupado en ella diversos cargos.

Es miembro de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle y del Colegio de Químicos, Biólogos, Físicos y Matemáticos de Venezuela, habiendo ocupado cargos directivos en ambas instituciones; forma parte del comité de redacción de las publicaciones de la Sociedad ya mencionada.

Es autor o co-autor de diversos trabajos aparecidos en varias publicaciones científicas venezolanas y en "Turrialba", revista del IICA. En su mayoría, son el resultado de las varias exploraciones botánicas efectuadas por el autor en Venezuela.

Ingresó en la Escuela para Graduados del IICA, Turrialba, en septiembre de 1965, y presentó su tesis para optar al grado de Magister Scientiae en junio de 1967.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

INTRODUCCION

Es conocido el interés que siempre ha demostrado el hombre por llegar a tener la posibilidad de conocer y observar minuciosamente el mundo que le rodea. Con este propósito en mente, ha tratado entonces de ordenar o clasificar todas las cosas animadas e inanimadas del orbe, con el fin de poder estudiarlas mejor. Y es a partir de esta labor de clasificación y análisis de donde han surgido las ideas y los medios para tratar de utilizar, de la mejor manera posible, todo el acervo de la Naturaleza, en provecho del mismo hombre.

Este objetivo final está llegando a ser una filosofía de nuestro tiempo. Ahora más que nunca, se considera que todos los elementos de la Naturaleza constituyen recursos de utilización más o menos inmediata, y el logro de su aprovechamiento integral es en la actualidad uno de los alicientes principales de la técnica.

En esta forma, el interés por llevar a cabo la clasificación de los diversos componentes de la Naturaleza está dejando de ser puramente científico y especulativo para llegar a convertirse en afán netamente utilitario y aún materia de extrema urgencia en no pocos casos. El estudio de la vegetación, con el cual se relaciona este trabajo, puede servir de ejemplo, como se verá más adelante, para seguir este proceso evolutivo, pues los enfoques que se han utilizado para clasificarla y describirla han variado de acuerdo con las épocas y con los distintos intereses que se han ido tomando en consideración; pero debe advertirse además que, por tratarse en este caso de un fenómeno sumamente complejo, tanto por los elementos que lo integran como por los factores que intervienen en su desarrollo, son también muy diversas las variables que se han utilizado para elaborar los distintos sistemas que hoy se siguen para describir y clasificar la vegetación.

Debe tomarse en cuenta, además, que las dificultades que presenta la vegetación para su descripción y clasificación llegan a ser mucho mayores en el medio tropical donde, además de la diversidad de ambientes que en él concurren, se ofrece al investigador la presencia simultánea de una gran cantidad de formas biológicas y de un sinnúmero de especies, muchas de ellas aún desconocidas. Es lógico pensar, por lo tanto, que los distintos sistemas ideados para describir y clasificar la vegetación, la mayoría de ellos originados fuera del trópico, encuentren en las regiones tropicales los mayores escollos a su aplicación.

Tomando en consideración estos aspectos, se ha pretendido, en el presente estudio, llenar los siguientes objetivos básicos:

a) Dar un vistazo general a los diversos criterios que se han utilizado para abordar la descripción y clasificación de la vegetación.

b) Escoger uno de dichos criterios con el fin de estudiarlo más detenidamente, relacionándolo con su uso en el medio tropical americano.

c) Analizar algunos de los sistemas que obedecen al criterio escogido y aplicarlos en el terreno. En esta forma, se ha tratado de apreciar las bondades y deficiencias de cada uno de ellos con respecto al grado de exactitud de las descripciones de la vegetación que proporcionan, con el fin de llegar a proponer algunas recomendaciones concretas.

REVISION DE LITERATURA

ALGUNOS ANTECEDENTES

En el trópico americano no se han dado a conocer hasta la fecha análisis comparativos entre diversos métodos de clasificación y descripción de la vegetación */ y, hasta donde se ha podido tener conocimiento, en la América Latina sólo se ha realizado un trabajo que guarda cierta relación con el presente estudio; se trata de uno llevado a cabo por Sayago (60) en regiones áridas y semiáridas de la provincia de Córdoba, República Argentina. Dicho autor ha descrito la vegetación de la zona, con el fin de representarla cartográficamente, pero antes de proceder a este paso, ha analizado los diversos sistemas de cartografía de la vegetación, para escoger el que mejor se acomodara a sus necesidades. El mencionado autor decidió, finalmente, adoptar el sistema de Küchler para la definición de las unidades de vegetación y su representación en un mapa a escala 1:250.000.

Como ejemplos de estudios similares realizados en otras latitudes, sólo se han de mencionar uno de Küchler (41) y otro de Moor y Schwarz, citado por Major (49). El primero de dichos autores elaboró tres mapas de vegetación de una zona del Estado de Maine (Estados Unidos), a escala 1:25.000, siguiendo tres criterios diferentes de definición de unidades cartográficas: el criterio florístico, para el cual tomó como ejemplo el método de Hueck; el criterio fisionómico, representado por su propio método; y el criterio

*/ En una publicación extraoficial reciente (62) se informa que Holdridge y colaboradores se encuentran realizando, en Costa Rica, un estudio comparativo entre los métodos WES/MEGA, el de Küchler y su propio esquema de clasificación de las zonas de vida. El objetivo de su trabajo consiste en evaluar la utilidad del sistema de Holdridge como base para el acopio de información en el ambiente tropical.

florístico-fisionómico, para lo cual escogió el método de Wieslander. Küchler efectuó una evaluación de los distintos métodos, basándose en los datos que pueden proporcionar a personas de diversos intereses, y llegó a la conclusión de que cada uno de ellos presenta simultáneamente ventajas y desventajas, según el propósito para el cual vaya a ser utilizado.

En el segundo caso, los autores siguen cada uno a una escuela fitosociológica diferente, el primero la de Zürich-Montpellier, inspirada por Braun-Blanquet, y el segundo, la de la Universidad de Zürich, con Schmid a la cabeza. La escuela de Zürich-Montpellier trabaja a escalas 1:10.000-25.000 y la de la Universidad de Zürich, con escalas 1:200.000. Moor y Schwarz presentan en su libro dos mapas de la región del Jura (Suiza), elaborados según sus propias escuelas. Según Major (49), a cada uno de los mapas se le pueden atribuir determinadas ventajas propias, pero ambos ofrecen un entendimiento ecológico satisfactorio de la vegetación y un aspecto muy similar de la cubierta vegetal.

DIVERSOS PUNTOS DE VISTA PARA ENFOCAR LA DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE LA VEGETACION

Ya se ha hecho hincapié en la urgencia que hoy tiene el mundo de lograr la clasificación de sus recursos y, entre ellos, de manera relevante, la vegetación; se sabe, sin embargo, que para poder clasificar determinado recurso, es necesario ante todo poder describirlo objetiva y eficazmente. A este propósito, ya Montoya Maquin y el presente autor (51) han tenido oportunidad de hacer énfasis en la necesidad de lograr el uso generalizado de algún método que ofrezca determinadas ventajas básicas para llenar ese cometido, en el caso de la vegetación.

Los mencionados autores han expresado que, para que un sistema de descripción con fines de clasificación pueda ser aplicado exitosamente, sobre todo cuando se trabaja con la vegetación de la zona intertropical, debe poseer las siguientes cualidades.

a. Ser lo bastante simple como para que pueda emplearlo cualquier investigador con un entrenamiento relativamente escaso en técnicas de estudio de la vegetación; de esta manera, según opina Budowski (12), se pueden obtener conclusiones parecidas en las descripciones y clasificaciones cuando un método determinado es utilizado repetidamente con propósitos similares.

b. Que el sistema de descripción abarque una cantidad apreciable de características o parámetros de la vegetación; en esta forma, se podrían lograr una nomenclatura y clasificación muy flexibles, lo cual facilitaría el uso del método en cualquier tipo de vegetación.

c. Que la terminología utilizada sea específica y definida, con el fin de que los trabajos que hayan sido elaborados siguiendo determinado sistema puedan contar con una comprensión y aceptación universales.

[illegible]

[illegible]

A la luz de estos requisitos básicos, se recorrerá al menos una parte de la abundante literatura existente sobre la materia, con el fin de analizar algunos de los diferentes criterios que han regido el estudio de la cubierta vegetal. Ya se ha dejado asentado, en la introducción de este trabajo, que la complejidad que ofrece la vegetación a la consideración del observador se ha traducido en la proliferación de enfoques muy diversos para el estudio de dicho fenómeno.

En efecto, si se considera que la vegetación es un reflejo de los factores que intervienen en un medio o biotopo determinado, es lógico que hayan surgido tantos sistemas de descripción y clasificación como diferente haya sido el énfasis que se haya puesto en cada uno de esos factores en relación con la vegetación; tales descripciones y clasificaciones son, por lo tanto, de tipo ecológico, en general, pero entre ellas pueden distinguirse básicamente las climáticas, las edáficas y las bióticas, según el grado de importancia que en cada sistema se haya otorgado al clima, al suelo o a los propios seres vivos, como elementos que influyen sobre la vegetación.

Si a la atención que se presta a esa serie de factores se agrega la consideración de los propios elementos que constituyen la vegetación, los cuales son, según Dansereau (21), la composición, la dinámica, las funciones y la estructura, se obtendrá una visión más amplia de la diversidad de criterios empleados para describir y clasificar la vegetación.

Se hace necesario entonces limitar los alcances de este trabajo, dedicándolo únicamente a la consideración de aquellos sistemas que se concretan al estudio de los elementos inherentes a la vegetación propiamente dicha, como ya se ha visto, sin tomar en cuenta aquellos otros que tratan de relacionarla con el medio ambiente. En efecto, la sola obtención de una imagen fiel de las

características de la vegetación, aplicando algunos de los sistemas que estudian los elementos que le son propios, puede llegar a ser sumamente útil para encontrar posteriormente su relación con los factores del ambiente, lo cual se hace mediante la comparación de las informaciones específicas acerca de cada factor. Sin embargo, el tratar de obtener relaciones prematuras entre los diversos elementos del ambiente, sin conocer previamente cada uno de ellos con mayor exactitud, puede conducir,en algunos casos, a una apreciación desfigurada de los hechos.

Seguidamente se pasará a hacer un ligero recuento de los principios y del desarrollo histórico de cada uno de los enfoques utilizados en el estudio de los diversos elementos que constituyen la vegetación.

Sistemas florísticos o taxonómicos

Son los sistemas empleados para la definición de la cubierta vegetal mediante el estudio de la composición florística de la cubierta y la delimitación de las comunidades vegetales, y fueron inicialmente desarrollados por los fitogeógrafos, comenzando con De Candolle y Drude, en la segunda mitad del siglo pasado, hasta llegar a los investigadores de nuestros días, como Cain (15) y Good (32), entre otros; debe mencionarse también aquí a botánicos sistemáticos como Engler quien, junto con Drude, editó a partir de 1901 una voluminosa colección en la que se describe la vegetación del mundo, delimitada en varias regiones geográficas, desde el punto de vista taxonómico.

El objetivo principal de la fitogeografía ha consistido en mostrar la distribución de las diversas especies y su presencia en determinados ambientes geográficos, para lo cual se ha recurrido al estudio de problemas tales como las migraciones, la especiación y el aislamiento, tratando de explicar, además, el mecanismo de esos fenómenos. Sin emgargo, de esta manera no puede brindarse

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

mucha información con respecto a las características de la cubierta vegetal. Además, si se toman en cuenta opiniones como la de Dansereau (21), por ejemplo, quien considera que el criterio que debe regir la descripción de la vegetación es la representación cuantitativa de las especies, no sería, entonces, de mucha utilidad a este propósito elaborar listas exhaustivas de las especies presentes en determinadas regiones, sino más bien ofrecer información con respecto a las especies características y las dominantes, en el primer caso debido a su valor como indicadoras y en el segundo, por su importancia fisionómica.

Otro enfoque florístico de la descripción y clasificación de la vegetación, es la definición de unidades mediante la delimitación de áreas de alta incidencia de las diversas especies de plantas; este procedimiento es muy útil para aclarar el origen e historia de determinadas especies, como lo han hecho Hultén (36) y Raup (55), pero en esta forma no se logra la descripción de la vegetación existente hoy en día, lo que, en cambio, sí puede hacerse estableciendo la composición de las comunidades vegetales, según los métodos desarrollados por los fitosociólogos.

A este respecto, puede afirmarse, con Tomaselli (63), que fue Braun-Blanquet el investigador que sentó las bases de la fitosociología moderna, ciencia que se ocupa de estudiar las relaciones entre las comunidades vegetales y su medio (28); el tratado de "Pflanzensoziologie", publicado por Braun-Blanquet en 1928, es la culminación de su obra, así como de la de sus inmediatos antecesores, Flahault y Pavillard, de Montpellier, y Schröter, de Zürich. La escuela fitosociológica de Zürich-Montpellier, iniciada por Braun-Blanquet y conocida también bajo el nombre de escuela sigmatista */, es esencialmente florística y se basa en la definición de la asociación vegetal como la "unidad

*/ El nombre de la escuela sigmatista proviene de las siglas de la institución fundada por Braun-Blanquet, la "Station Internationale de Géobotanique Mediterranéenne et Alpine".

fundamental de la sinecología" o fitosociología (53). De la escuela sigmatista se han desprendido varias ramas más o menos independientes, como son la escuela de Stolzenau, Alemania, animada por Tüxen, que lleva al máximo el estudio sistemático de las comunidades vegetales, y la escuela nueva de Montpellier, con Emberger como exponente principal; los integrantes de esta última escuela han realizado numerosos estudios en Francia meridional y Africa septentrional, en los cuales han llegado a precisar con gran exactitud los conceptos de sociabilidad, homogeneidad y algunos otros de los principios básicos que rigen las relaciones entre los componentes de las asociaciones vegetales.

Sistemas basados en la dinámica

Estos son los sistemas que toman en cuenta las cualidades dinámicas de la vegetación, partiendo del criterio de que el aspecto que ella presenta en determinado momento constituye simplemente una fase de sucesión hacia una comunidad en estado de equilibrio, o clímax, que viene así a convertirse en el concepto básico de esta escuela. La iniciación de esta tendencia, a comienzos de este siglo, se debe a Clements (17), cuyos seguidores han sido en su mayoría norteamericanos e ingleses.

Estos métodos también estudian la asociación, pero no sólo bajo el aspecto de la convivencia entre diversos organismos vegetales, sino principalmente desde un punto de vista dinámico, como ya se ha visto; de esta manera, por cierto, se facilita mucho la tarea de la clasificación, ya que, debido al hecho de que todo el conjunto de una formación vegetal tiende hacia una clímax única, no es necesario establecer dentro de ella diferentes unidades de vegetación (11) aunque, de acuerdo con el detalle requerido, pueden establecerse subdivisiones, que corresponderán a las diversas fases de la sucesión.

Sistemas basados en las formas biológicas

Estos métodos están fundamentados en el estudio de las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de las plantas a las condiciones desfavorables que, por causa de la sequía o de las bajas temperaturas, se presentan en determinadas épocas del año. El concepto de la forma biológica que, según ésto, se refiere no sólo al aspecto o hábito de las plantas sino, sobre todo, a sus funciones o procesos de adaptación periódica al ambiente, fue desarrollado por Raunkiaer. Este autor publicó en 1904 un método de clasificación de la vegetación que se basaba en la posición de las yemas vegetativas de las plantas bajo condiciones adversas del medio; dicha clasificación fue revisada completamente por Du Rietz, quien tomó en consideración, tanto los trabajos de Raunkiaer como los de sus seguidores.

La clasificación de las formas biológicas, aplicada estadísticamente a las floras locales, permite obtener el porcentaje en ellas de cada una de las formas biológicas, lo cual se conoce bajo el nombre de espectros biológicos. Siguiendo un paso más, pueden trazarse también las isobiocoras, es decir, las líneas que unen las localidades que presentan espectros biológicos semejantes.

Es necesario anotar que este sistema de clasificación de formas biológicas ha sido objeto de críticas adversas por parte de diversos autores, como Aubréville (5), por ejemplo, quien considera que dicho concepto no tiene sentido cuando se aplica en el trópico; sin embargo, Lebrun (47) refuta los comentarios del citado autor, aportando un apreciable número de ejemplos en los que muestra evidencias del buen funcionamiento del sistema en zonas tropicales. También Vareschi (66) opina que el sistema de Raunkiaer, tal como fue concebido para su uso en las zonas templadas, no puede ser utilizado en los trópicos; dicho autor propone, sin embargo, un sistema simplificado de formas biológicas,

aplicable a los trópicos, en el cual adopta algunos de los tipos definidos por Raunkiaer.

Valdría la pena comentar, luego del vistazo general que se ha dado a estos tres grupos de métodos utilizados en el estudio de la vegetación, que todos ellos exigen de la persona que vaya a aplicarlos, un conocimiento profundo de la sistemática vegetal y de los métodos de investigación fitosociológica. Por otro lado, se necesitan inventarios exhaustivos previos de la flora de la región, circunstancia que hace especialmente dificultosa la utilización de esos sistemas en el medio tropical.

Además, en relación con los sistemas dinámicos, específicamente, el factor tiempo es una dificultad a veces insalvable para realizar un estudio de este tipo, porque, si bien es cierto que existen muchas comunidades en las que se puede observar claramente la marcha de la sucesión, en otras este proceso puede tomar miles de años. Otro aspecto conflictivo, según Budowski (11), es el de la consideración de las sabanas tropicales, que teóricamente, según los conceptos de sucesión y clímax, deberían irse transformando en bosque si cesaran las influencias del fuego y del pastoreo que se ejercen sobre ellas; otros autores, en cambio, sostienen que tales sabanas constituyen una vegetación clímax edáfica. Para obviar esta dificultad, algunos autores han propuesto la consideración de dos posibles alternativas climáticas dentro de una misma formación climática.

Sistemas basados en la fisionomía y la estructura

Los sistemas fisionómicos y estructurales para la descripción y clasificación de la vegetación, están fundamentados en características propias de las fitocenosis o comunidades vegetales, y no de la flora que en ellas se presenta; en efecto, la fisionomía se refiere al aspecto o apariencia que imprimen

a la masa vegetal las formas biológicas de sus integrantes, los cuales presentan una distribución espacial determinada (50); esta distribución espacial que, por otra parte, es una característica mensurable, es la que se conoce con el nombre de estructura. Según Dansereau (21), estos métodos tienen sus raíces en los trabajos realizados a fines del siglo pasado por Warming y Schimper, continuados posteriormente por Rübel y por von Faber. Los estudios de Schimper y von Faber, junto con los de Tansley y Chipp, y los de Champion, todos llevados a cabo en la primera mitad de este siglo, sirvieron de base a una exhaustiva revisión por parte de Burtt-Davy (14) quien ideó una clasificación de la vegetación tropical que, para poder ser utilizada, no necesita de inventarios florísticos completos; por ser estos inventarios sumamente escasos en la zona en que trabajó, dicho autor se vió precisado a echar mano de los aspectos fisionómicos de la vegetación como base para su sistema. Esta labor fue continuada por Richards, Tansley y Watt (58), Beard (7, 8, 9) y Gillman (31), quienes llevaron la estructura y la fisionomía a un papel aún más preponderante en el análisis de la vegetación. Sin embargo, es interesante traer a colación opiniones como la de Bennett (10), por ejemplo, quien ha encontrado que, en las zonas donde la vegetación ha sido intervenida en épocas recientes, es muy difícil aplicar la clasificación de Beard o cualquiera otra.

En todo caso, puede agregarse que estos sistemas adolecen de una gran rigidez, ya que presentan un número limitado de categorías en las que se pretende abarcar todo el complejo del tapiz vegetal que cubre la superficie terrestre. Algunos autores, como Fosberg (29,30), han tratado de obviar esta dificultad creando una gran diversidad de categorías para sistematizar todos los tipos de vegetación de la tierra o, como los científicos reunidos en Yangambi, República del Congo, en 1956 (4, 48, 50, 61, 65) quienes, además de

llegar a un acuerdo en relación con la terminología usada en Africa por los diversos autores, crearon una clasificación básica de los tipos principales, dejando abierta la posibilidad para ir subdividiéndolos, a medida que se fuera estudiando mejor la vegetación de ese continente; el sistema adoptado en Yangambi ha servido como punto de partida a uno de sus creadores, Aubréville (6), para proponer una clasificación y nomenclatura que pudiera aplicarse a todas las formaciones tropicales del mundo, tomando como base para sus subdivisiones algunos caracteres florísticos y ecológicos.

Cabe mencionar aquí el esfuerzo que realiza la UNESCO para llegar a obtener una clasificación de las formaciones vegetales a escala mundial, para lo cual ha encargado a un destacado equipo de especialistas la preparación de un esbozo que ya ha sido objeto de varias discusiones (26). Esta clasificación consta de muchas divisiones y subdivisiones y, aunque está basada en caracteres fisionómicos, se usan también en ella algunos términos ecológicos, en los casos en que tales términos permiten abreviar la designación de algunas combinaciones de formas biológicas que se presentan normalmente en determinadas condiciones ecológicas.

Por su parte, Holdridge (35) ha ideado una fórmula para calcular lo que denomina el <u>índice de complejidad</u> */, fundamentado en algunos parámetros estructurales y florísticos de la vegetación arbórea. Este autor y sus colaboradores tienen en proceso de ejecución un proyecto (62) que consiste en el

*/ I.C. = 10^{-3} h.b.d.s
donde, I.C. : índice de complejidad,
h : altura del rodal en metros,
b : área basal en m^2 por 0,1 Ha,
d : No. de árboles por 0,1 Ha,
s : No. de especies de árboles por 0,1 Ha.
Para los tres últimos valores sólo se toman en cuenta los árboles cuyos troncos midan 10 cms de diámetro, o más, a la altura del pecho.

análisis de todas las zonas de vida que, según el sistema de clasificación del propio Holdridge (34), se encuentran en Costa Rica (64); en este trabajo se han de incluir los respectivos índices de complejidad y los perfiles idealizados, también originales del mismo autor, y ya utilizados por Sawyer (59) en su tesis doctoral.

Otros métodos para la descripción de la estructura de la vegetación han procurado sacar provecho del uso de fotografías aéreas. Tales son los casos de Jensen (37) y Atkinson (3). El primer autor combina los datos de cobertura de la vegetación obtenidos mediante los fotos, con la determinación de las especies dominantes en el terreno, para llegar a una definición de tipos de vegetación. El segundo ha presentado un sistema semicuantitativo para la medida de la densidad de la cobertura, utilizable en la cartografía de la vegetación.

Un paso muy práctico y simple para llegar a una descripción verdaderamente flexible de la vegetación lo ha alcanzado el método de Küchler (39, 40, 43, 44) que se vale de una escala ajustable en la cual pueden combinarse cinco series de letras y números para representar los aspectos más importantes de la cubierta vegetal. El uso de fórmulas graduables ha sido también explotado por Dansereau (20, 21, 23, 24, 25), Wagner (67) y Larson (46) */. Todos estos autores, posteriores a Küchler, han introducido, además, el uso de símbolos figurativos para representar los caracteres de la vegetación; esta simbología la utilizan para la confección de diagramas, en la representación cartográfica o,

*/ Debe citarse también aquí el método desarrollado por la "Waterways Experiment Station", de la Armada de los Estados Unidos, conocido generalmente bajo las siglas WES/MEGA. Este método busca describir la vegetación con miras estrictamente militares, para lo cual lleva a su máximo el estudio de las características estructurales, representándolas por medio de diagramas sumamente elaborados (1). Tomando en cuenta que su uso es sumamente específico y que, además, se encuentra en pleno proceso de desarrollo, este método no ha sido tomado en cuenta en el presente estudio.

[illegible]

como en el caso de Larson, dentro de las mismas fórmulas, combinada con las letras y los números. Entre estos autores, Küchler y Dansereau son los que han trabajado con mayor ahínco en el perfeccionamiento de sus sistemas y, a la cabeza de sus equipos de investigadores, han venido experimentando su uso a través de una gran diversidad de ambientes en varias partes del mundo. Así, por ejemplo, Küchler (42) ha publicado un trabajo sobre la vegetación de los Estados Unidos continentales, y Buell y Dansereau (13), sobre la de Puerto Rico. Igualmente, son varios los autores que, en distintas zonas y para diversos fines los han utilizado, como son los casos de Emlen (27), quien ha seguido el método de Dansereau en sus investigaciones sobre habitats de algunas especies de aves en Africa del Sur; Cochrane (18), quien ha utilizado el método de Küchler en sus estudios sobre la vegetación de Australia; y Sayago (60) quien, como ya se ha visto, también ha ensayado este último método en la Argentina.

Para concluir, debe hacerse notar que la mayoría de los autores de las clasificaciones de tipo fisionómico-estructural, frecuentemente han empleado, para las subdivisiones de menor jerarquía, algunas características del medio (habitat), así como de la flora.

Con el objeto de proporcionar una visión más general acerca de los métodos fisionómico-estructurales que han sido reseñados, se incluye el Cuadro I, en el cual se presenta una lista de sus respectivos autores, señalando además el grado de prioridad que éstos han otorgado en sus esquemas a las características fisionómico-estructurales, a las del habitat y a las de la flora, e indicando si esos sistemas han sido empleados en el trópico.

Sistema	Tipos de datos requeridos			Utilizado en los trópicos
	Ecológicos	Florísticos	Fisionómico/ Estructurales	
Atkinson	2	3	1	No
Aubréville	2	2	1	Sí
Beard	2	3	1	Sí
Burtt-Davy	2	3	1	Sí
Dansereau	2	3	1	Sí
Fosberg	2	3	1	Sí
Küchler	-	-	1	Sí
Larson	-	-	1	Sí
U.N.E.S.C.O.	2	-	1	En preparación
Wagner	-	-	1	No
Yangambi	2	-	1	Sí

CUADRO I. Algunos de los sistemas fisionómico-estructurales para el estudio de la vegetación.

Tomado de Montoya Maquin y Matos (51).

ANALISIS DE ALGUNOS SISTEMAS FISIONOMICO-ESTRUCTURALES

El autor ha juzgado conveniente analizar con cierto detalle algunos de estos sistemas ya que, por el hecho de basarse únicamente en las características fisionómicas y estructurales de las fitocenosis, no se hace necesario efectuar inventarios previos de la flora de la región. Es evidente la escasez de conocimientos con respecto a la composición florística de la vegetación tropical, y como se trata precisamente de conseguir algún sistema que pueda ser aplicado con ciertas ventajas en dicho medio, se cree que un estudio detenido de dichos métodos puede ser útil a ese propósito.

Se han escogido tres sistemas que tienen en común la utilización de símbolos para representar las características de la cubierta vegetal. Estos símbolos, como se verá más adelante, pueden combinarse de muy diversas maneras y abarcar así un número considerable de características.

Este análisis, que ha de comprender también el recuento de los resultados obtenidos al aplicar dichos métodos en el terreno, habrá de permitir al autor formarse un criterio bastante objetivo sobre las ventajas e inconvenientes que ofrece cada uno de ellos, los cuales serán expuestos como un corolario lógico a este trabajo.

Mediante esa evaluación final se tratará de dar algunas recomendaciones que, a juicio del autor, pueden ser útiles para el perfeccionamiento de dichos métodos.

EL SISTEMA DE KÜCHLER

El sistema de A. W. Küchler (39, 40, 43, 44) se vale de combinaciones de letras y números (fórmulas) para designar las diversas características fisionómicas y estructurales de la vegetación, en la misma forma que lo hace Köppen

en su clasificación de los climas. Como puede verse en el Cuadro II, se trata de cinco series de signos: las dos primeras series están constituídas por letras mayúsculas que se emplean para designar las formas biológicas básicas y las especiales; en las dos siguientes se trata de letras minúsculas que designan características de las hojas y el tipo de cobertura; y en la última serie se usan números, que corresponden a la altura o estratificación de la vegetación.

La división básica del reino vegetal, según este método, es la de plantas leñosas y plantas herbáceas y dentro de estos grandes grupos el autor distingue diversas categorías. Algunas características importantes de las hojas son las utilizadas para separar la vegetación leñosa en siete categorías, a cada una de las cuales se le asigna una letra mayúscula; igualmente fisionómicas son las características que se usan para distinguir tres categorías de vegetación herbácea y cinco formas biológicas especiales, todas las cuales son también designadas por medio de letras mayúsculas.

A las letras mayúsculas se les adiciona, ordenados en debida forma, los números y las letras minúsculas; estos signos son usados para identificar más exactamente dichas categorías, resultando en conjunto, fórmulas más o menos largas, de acuerdo con el grado de complejidad de la vegetación o el detalle que se requiera en su representación. Puede observarse que el número de combinaciones posible es lo suficientemente grande como para poder llegar a describir con exactitud una fitocenosis determinada, tomando como base únicamente su fisionomía y estructura. Algunas de las características usadas parecerán ser florísticas, pero en realidad se trata de caracteres fisionómico-estructurales que coinciden con algunos taxonos, como el caso de los bambúes, por ejemplo.

Categorías para las formas biológicas

FORMAS BIOLOGICAS BASICAS	
Vegetación leñosa:	
Latifoliadas sempervirentes	B
Latifoliadas deciduas	D
Aciculares sempervirentes	E
Aciculares deciduas	N
Afilas	O
Semideciduas (B + D)	S
Mixtas (D + E)	M
Vegetación herbácea:	
Graminoides	G
Latifoliadas herbáceas	H
Líquenes, musgos	L

FORMAS BIOLOGICAS ESPECIALES	
Trepadoras (lianas)	C
Tallos suculentos	K
Estípites	T
Bambúes	V
Epífitos	X
CARACTERISTICAS DE LAS HOJAS	
esclerófilas	h
membranosas	w
suculentas	k
grandes (> 400 cm^2)	l
pequeñas(< 4 cm^2)	s

Categorías estructurales

ALTURA (ESTRATIFICACION)	
8 = > 35	metros
7 = 20 - 35	"
6 = 10 - 20	"
5 = 5 - 10	"
4 = 2 - 5	"
3 = 0,5 - 2	"
2 = 0,1 - 0,5	"
1 = < 0,1	"

COBERTURA
c = continua (> 75%)
i = interrumpida (51-75%)
p = tipo parque o en manchas (26-50%)
r = escasa (6-25%)
b = rala (1-5%)
a = casi ausente (< 1%)

CUADRO II. Categorías para la descripción de la vegetación, según el sistema de Küchler.

Tomado de Küchler (44)

Descripción de las categorías de la vegetación y signos empleados para distinguirlas

Categorías básicas de vegetación leñosa:

Son siete estas categorías, y están basadas en las características del follaje.

B. Latifoliadas sempervirentes (Broadleaf evergreen).*/

Plantas de hojas anchas, cuya defoliación no se produce masivamente en determinadas épocas del año, ya que las hojas viejas permanecen en ellas hasta que se desarrollan otras nuevas.

Ejemplo: Bosques ecuatoriales de regiones sin estación seca, como los del norte de Nueva Guinea, algunos sectores de la Hilea Amazónica y bosques bajos de la vertiente del Atlántico en Costa Rica.

D. Latifoliadas deciduas (Broadleaf deciduous).

También son plantas de hojas anchas, pero éstas cambian su follaje periódicamente.

La apreciación del carácter deciduo de los vegetales es, en algunas ocasiones, sumamente difícil, ya que el tiempo en que las plantas permanecen sin hojas puede llegar a ser muy variable; en otros casos, no todos los individuos de la misma especie pierden sus hojas simultáneamente y a veces ni siquiera todas las ramas del mismo árbol. Queda entonces al arbitrio del investigador decidir al respecto, teniendo muy en cuenta que uno de los fundamentos del sistema consiste en que con él se trata de describir las comunidades vegetales y no las formas biológicas individuales;

*/ El título de cada categoría se enuncia también en inglés, el idioma en el cual fue originalmente publicado el sistema, para propiciar una mayor claridad en los términos utilizados. Igual cosa regirá para los métodos de Dansereau y Larson, cuando se presenten términos no usados por Küchler.

[illegible]

en todo caso, se facilitaría mucho la tarea mediante la descripción de cada sinusia o estrato por separado, lo cual se hace estrictamente necesario cuando la periodicidad de la comunidad varía con cada sinusia.

Ejemplos: Bosques al sur del Lago Erie, Estados Unidos; los de las estribaciones de las cordilleras de los Andes y de la Costa, en Venezuela.

E. Aciculares sempervirentes (Needleleaf evergreen).

Este término se aplica a los pinos (*Pinus* spp.), abetos (*Tsuga* spp.), cedros (*Cedrus* spp.) y plantas similares, cuyas hojas tienen forma de aguja y al caer del árbol no lo hacen todas simultáneamente, en tal forma que el árbol permanece verde en toda época del año. También deben incluirse en esta categoría plantas con hojas parecidas a escamas, como son los cipreses (*Cupressus* spp.), enebros (*Juniperus* spp.) y coníferas del hemisferio sur.

Ejemplos: Bosques de coníferas del oeste del Estado de Washington, Estados Unidos, y de Columbia Británica, Canadá; Bosques de *Araucaria* del sur de Chile y sureste de Brasil.

N. Aciculares deciduas (Needleleaf deciduous)

Ambos términos ya han sido definidos más arriba.

Ejemplo: Bosques de alerce (*Larix* spp.) del este de Siberia.

O. Afilas (Leaves absent or nearly so)

Este término designa a las plantas carentes de limbos foliares, en las cuales la fotosíntesis es realizada por los tallos y ramas, que en este caso son los órganos que poseen clorofila y por lo general, aunque no siempre, son suculentos. Se incluyen aquí algunas especies que realmente poseen hojas, pero que, por tener éstas muy corta vida o por estar reducidas a escamas o espinas, prácticamente no juegan papel alguno en la función clorofiliana.

Ejemplos: Bosques de euforbiáceas cactiformes del Africa oriental.

M. Mixtas (Mixed)

Todas las comunidades vegetales son realmente mixtas y sólo podrían exceptuarse de dicha regla los rodales puros de determinadas especies. De hecho, son notables, por ejemplo, los bosques mixtos de pinos y latifoliadas sempervirentes que se presentan en México. Sin embargo, aquí el término se usa solamente para designar una mezcla de especies aciculares sempervirentes y latifoliadas deciduas. Debe tenerse en cuenta que el signo de esta categoría, "M", sólo se emplea cuando cada uno de los componentes ocupa por lo menos el 25% del área; si alguno de ellos no llega a cubrir este 25%, deben usarse sus dos signos separadamente.

Este carácter es bastante común, y se presentan bosques de este tipo, por ejemplo, en los Estados de Michigan y Georgia, Estados Unidos.

S. Semideciduas (Semideciduous)

Se incluyen aquí las combinaciones de especies latifoliadas sempervirentes con otras latifoliadas deciduas, en las cuales cada una de esas categorías ocupe al menos un 25% del área de la sinusia correspondiente. Es importante este tipo de vegetación en las zonas tropicales y subtropicales, donde se presentan frecuentemente transiciones entre bosques húmedos y aquellos de regiones más secas.

Ejemplo: Bosques de la costa del Pacífico, en Guatemala.

Categorías básicas de vegetación herbácea:

Por lo regular, las hierbas son plantas anuales o vivaces y, para los propósitos de su descripción mediante este sistema, deben ser registradas cuando han alcanzado su máximo desarrollo, lo cual sucede generalmente al comienzo de la floración.

G. Graminoides (Graminoids)

Pertenecen a esta categoría, no solo las gramíneas herbáceas, sino también todas las plantas con apariencia de tales, aunque no lo sean desde el punto de vista taxonómico (ciperáceas, juncos, etc.). En cambio, las diferentes especies de bambúes, que sí son gramíneas, no se incluyen en esta categoría, debido a que tienen tallos lignificados.

Ejemplos: Formaciones graminosas de la pampa argentina y de la pradera norteamericana.

H. Latifoliadas herbáceas (Forbs)

Este término abarca, tanto espermatófitos como helechos, siempre que estos últimos no sean arborescentes ni epífitos.

Ejemplos: Sotobosque de muchas formaciones de latifoliadas deciduas y vegetación efímera de las "lomas" costeras del Perú.

L. Líquenes y musgos (Lichens and mosses: Bryoids)

Se consideran bajo esta categoría los brioides que crecen sobre el suelo o las rocas, es decir, que no son epífitos.

Ejemplo: Algunos tipos de vegetación de la tundra y de la puna helada.

Esta es la categoría en la cual han de incluirse las algas, si se presenta el caso. Sin embargo, los hongos y las bacterias, por no tener importancia fisionómica, no están comprendidos en este sistema.

Categorías especiales de formas biológicas:

El tercer grupo de mayúsculas se aplica a algunas formas biológicas que a veces imprimen a la vegetación un carácter especial y que, de no ofrecerse la posibilidad de indicar su presencia, tendrían que ser incluídas en otras categorías que ocultarían su importancia; por tanto, deben señalarse si a juicio del investigador ello es necesario.

Entran en este grupo las cinco categorías siguientes:

C. Trepadoras (Climbers)

Este término se refiere únicamente a las trepadoras leñosas (lianas), ya que las herbáceas deben considerarse bajo este último criterio. Este componente de la vegetación es muy común en los bosques pluviales tropicales, como es el caso de Paullinia cupana.

K. Tallos suculentos (Stem succulents)

Esta categoría especial, constituída por formas biológicas de una gran variedad, se encuentra frecuentemente representada en las regiones áridas y semiáridas del globo, en las cuales constituye muchas veces un elemento principal.

Ejemplo: Echinocactus spp. de algunas regiones semiáridas de México.

T. Estípites (Tuft plants)

Comprende palmáceas, cicadáceas, helechos arborescentes y, en general, todas aquellas plantas que presentan un penacho de hojas al final de un tallo más o menos largo, no ramificado. Las palmeras, por ejemplo, pueden llegar a ser un elemento importante en algunos bosques tropicales, y aún más en algunas sabanas de la misma región, como es el caso de los "morichales" de Mauritia spp. en los llanos venezolanos */. Las palmáceas trepadoras se incluyen en la categoría de las lianas.

Por extensión, se aplica el término de estípites, en este sistema, a las plantas arrosetadas, como las bromeliáceas y algunas especies de los géneros Espeletia y Senecio de la familia de las compuestas, pudiendo llegar a tener estas últimas, tallos bastante desarrollados. Ejemplo: el

*/ El propio Küchler, antes de la versión de su sistema publicada en 1966 (43), había mantenido a las palmeras en una categoría aparte dentro de las formas biológicas especiales, en atención a su gran importancia en determinadas comunidades vegetales.

caulirrosuleto de los páramos andinos, llamado así por estar constituído de especies arrosetadas del género Espeletia.

V. Bambúes (Bamboos)

Taxonómicamente se trata de gramíneas, pero se les da categoría aparte por ser plantas leñosas y porque algunas veces llegan a caracterizar a ciertas fitocenosis.

Ejemplos: Gigantochloa maxima, en Java, y varias especies de Chusquea, que se presentan en algunos bosques tropicales de altura y también en otras latitudes, como en el caso de Chile, formando en ocasiones una maraña impenetrable.

Esta categoría se usa también para designar a otras gramíneas de culmen leñoso, como es el caso de la caña brava (Gynerium sagittatum), por ejemplo.

X. Epífitos (Epihytes)

Abarca esta categoría todas aquellas plantas que crecen sobre otras aunque, obviamente, no constituyen de por sí una forma biológica sino que más bien quedan comprendidas bajo este título varias de ellas; además, también desde el punto de vista sistemático, se incluyen aquí taxones tan distintos como los briófitos, helechos y espermatófitos, de gran diversidad. Al encerrar todas estas plantas bajo un solo grupo, se ha querido destacar, ante todo, el cambio que su presencia introduce en el aspecto de las plantas que les sirven de sostén.

Otro grupo de signos que se considera en este esquema es el correspondiente a las categorías calificativas. Küchler considera que las quince clases ya enunciadas son insuficientes para describir cabalmente todos los tipos de vegetación que pueden presentarse. Por esta razón,

introduce una serie de catogorías calificativas que designa por medio de letras minúsculas o números; estos signos están reunidos bajo los títulos: características de las hojas, altura (estratificación) y cobertura (espaciamiento entre plantas).

Características de las hojas:

k. Suculentas (Succulent)

Las hojas de textura carnosa son siempre notables por su apariencia, como es el caso de algunas especies de Mesembrianthemum.

h. Esclerófilas (Hard) y w. Membranosas (Soft)

En la práctica, casi nunca se usan estas categorías, debido a que, por lo general, escapan al interés del estudioso. Sin embargo, las hojas esclerófilas o coriáceas pueden llegar a imprimir una fisionomía característica en algunas fitocenosis que se presentan en regiones de clima mediterráneo o tropical seco. No es necesario señalar expresamente el signo w ya que, por corresponder a un carácter tan común, puede darse por sobreentendido; sin embargo, debe indicarse en aquellos casos en que vaya a servir de contraste, en una misma fórmula, con vegetación de hojas esclerófilas, cuya presencia sí debe ser siempre señalada mediante el signo correspondiente.

l. Grandes (Large) y s. Pequeñas (Small)

Sólo los tamaños extremos de las hojas afectan notablemente la fisionomía de las fitocenosis y, por lo tanto, son los que deben registrarse; si no se hace referencia específica alguna al tamaño de las hojas, debe entenderse que son medianas, que es el caso más corriente.

Küchler propone aquí el que se consideren grandes aquellas hojas de más de 400 cm^2, y pequeñas las de menos de 4 cm^2; además, sólo se tomaría en cuenta aquella categoría que ocupe más de un 25% del si_io bajo estudio. Para calcular fácilmente la superficie de las hojas, Küchler recomienda usar el método de Cain y Castro (16), según el cual dicho valor sería muy aproximado a los dos tercios de la superficie del rectángulo formado por el largo y el ancho de la hoja. En el caso de las hojas compuestas (pinnadas, palmeadas, etc.) debe considerarse, para la medida de su superficie, el tamaño total de la hoja y no el de cada folíolo por separado; en esta forma se soslayan muchos problemas, como el de las plantas que presentan simultáneamente hojas simples y compuestas, o aquellas cuyas hojas son intermedias entre las simples y las compuestas y, en fin, los casos en que se hace difícil juzgar cuándo se trata de una hoja o de un folíolo. Sin embargo, queda en pie el problema de la gran diversidad de tamaños que pueden presentar las hojas, aún las maduras, en un mismo individuo; Cain y Castro (16) aconsejan, a este respecto, poner especial cuidado en escoger las hojas "típicas" en tamaño, de cada planta, para su medición, desechando las que obviamente son demasiado grandes o demasiado pequeñas.

Altura (Estratificación)

El segundo grupo de signos calificativos corresponde a una de las características estructurales, la altura, que comprende ocho clases designadas por números; la presencia de los números facilita la lectura

de las fórmulas, que de esta manera aparecen divididas en varias secciones (ver Cuadro II).

Estas clases pueden llegar a ser calculadas con mucha aproximación, sin necesidad de efectuar las respectivas mediciones. A tal efecto, la cifra a considerar debe ser la de la altura promedio de cada sinusia, sin tomar en cuenta la existencia de algunos individuos que se aparten de dicho promedio, aunque también se presenta, sobre todo en los trópicos, el caso de los enormes árboles emergentes, que forman de por sí una sinusia aparte, aunque muy abierta, que sí debe ser tomada en consideración. En todo caso, lo más recomendable sería que el investigador comenzara por hacerse una idea del aspecto general de la fitocenosis, antes de empezar a estudiar cada sinusia por separado.

Como es fácil comprender, los límites de cada clase han sido determinados en este sistema en forma arbitraria. Puede observarse que no se han separado los árboles de los arbustos, con el objeto de no caer en la dificultad de distinguir entre una y otra forma biológica, lo cual ha sido objeto de viva controversia entre fitogeógrafos y botánicos durante mucho tiempo.

Las diversas clases de altura se aplican también indistintamente a las plantas herbáceas, en las cuales se tomará la altura cuando se encuentren en estado de floración, época que normalmente coincide con su mayor desarrollo vegetativo.

Cobertura (Espaciamiento entre plantas):

Con este último grupo de signos calificativos trata el autor de describir la densidad de la vegetación, valiéndose de la expresión, en términos de porcentaje, del grado de cobertura que ofrece cada

forma biológica en una sinusia determinada, es decir la proporción que ocupa en el terreno la proyección perpendicular de su follaje (33).

c. Vegetación continua (Continuous vegetation)

Implica una distribución densa y continua (cerrada), que va del 76-100%, y en la cual las copas de la mayoría de las plantas de una sinusia se tocan entre sí. Por lo regular, este signo no es empleado, a menos que otra letra del grupo deba usarse para calificar una cobertura diferente en otra de las sinusias; en esta forma se busca hacer resaltar el contraste entre los dos tipos de cobertura.

i. Vegetación interrumpida (Interrupted vegetation)

Las plantas de la sinusia presentan una apariencia continua pero, sin embargo, los elementos de su follaje no llegan a hacer contacto. En el caso de los graminoides que crecen en macollas o manojos, esta categoría puede usarse ventajosamente. Comprende del 51 al 75% de cobertura.

p. Tipo parque o en manchas (Parklike or in patches)

Se usará en especial con referencia a la vegetación leñosa, cuando crecen árboles aislados o formando manchas sobre una vegetación herbácea; por ejemplo, en el caso de una sabana con "matas" o "matorrales". Cuando se trata de vegetación herbácea, puede significar manchas inconexas. La cobertura de esta categoría va del 26 al 50%.

r. Escasa (Rare)

Este tipo de vegetación es aún más disperso que el anterior y, por ejemplo, puede referirse a una forma biológica que se presente asociada con otra de mayor continuidad. Comprende del 6 al 25% de cobertura.

b. Rala (Barren)

El paisaje se presenta casi desprovito de vegetación. La cobertura abarca del 1 al 5%.

a. Casi ausente (Almost absent)

Las plantas cubren menos del 1% de la superficie o realmente está ausente todo tipo de vegetación, lo cual es común en paisajes arenosos o rocosos (desiertos, dunas, etc.). Cuando se agrega una "p" a la letra "a", se quiere significar que se presentan espacios abiertos dentro de una comunidad vegetal.

Puede notarse que, tanto en las clases de altura como en las de cobertura, se trata de dar mayor énfasis a las diferencias entre las diversas clases inferiores, ya que entre ellas cualquier pequeña variación puede ser muy importante desde el punto de vista fisionómico.

Confección de las fórmulas

Mediante las fórmulas obtenidas según este método, puede proporcionarse una descripción muy adecuada, y en forma resumida, de una fitocenosis determinada.

Por ejemplo: D7B5 = Bosque latifoliado, en dos estratos continuos; en uno de los estratos, los árboles miden de 20-35 metros y tienen follaje deciduo (D7), y en el otro, miden de 5-10 metros, pero son sempervirentes (B5).

B7cCXB6i D8b T14r H13c = Bosque cuya sinusia principal está constituída por un estrato contínuo de latifoliadas sempervirentes, con una altura promedio de 20-35 metros y exhibiendo lianas y epífitos (B7cCX); la sigue otro estrato de latifoliadas sempervirentes, pero que mide entre 10 y 20 metros y cubre de 51-75% del terreno (B6i): se presentan ocasionalmente emergentes latifoliadas deciduos de más de 35 metros, que no cubren más del 5% del

terreno (D8b); en el sotobosque, aunque en escaso número, se presentan estípites de hojas grandes, sempervirentes, cuya altura va de 2-5 metros y cubren entre 6 y 25% del terreno (T14r); finalmente, es característico un estrato bajo continuo, de 0,5-2 metros, constituído por herbáceas de hojas grandes (H13c).

No es necesario registrar una forma biológica más de una vez, aunque se presente en varias sinusias, a menos que cada una de ellas se describa separadamente, en cuyo caso se colocan las descripciones una bajo la otra. Como ninguna clase de altura está designada por más de un número, si se colocan dos números seguidos, es porque se trata de dos estratos diferentes. Debe tenerse en cuenta que el signo c es muy poco usado; sólo se anota cuando se trata de marcar contrastes. Los signos de lianas y espífitos deben insertarse inmediatamente después de la más grande clase de altura de vegetación leñosa en la cual se encuentren sus representantes, sin otorgarles calificativo alguno.

Debe tenerse en cuenta que siempre se coloca en primer lugar la forma biológica más importante de la fitocenosis; si se trata de bosques, los árboles se citan primero, pero si se trata de una formación abierta, será la vegetación herbácea la que se designe al principio. Por otro lado, las letras pequeñas y los números siempre califican a las mayúsculas y deben colocarse inmediatamente después de ellas; si hay más de una mayúscula en la fórmula, cada una de ellas debe ser calificada por las correspondientes minúsculas y números.

En todo caso, la secuencia de las fórmulas siempre ha de ser: forma biológica, tamaño de las hojas (cuando este carácter se tome en cuenta), altura, cobertura.

El número de signos de la fórmula depende de la información disponible y del grado de detalle con el cual se trabaje. En un estudio generalizado quizás podrá bastar una sola letra mayúscula para designar un tipo de vegetación, pero en áreas reducidas no deberá escatimarse el registro de la mayor cantidad posible de características, aunque luego no hayan de usarse todas en el mapa que vaya a elaborarse. A este respecto, se aconseja establecer fórmulas separadas para cada sinusia de una fitocenosis determinada.

En el caso de un estudio generalizado, no debe perderse nunca de vista el hecho de que siempre debe perseguir un propósito determinado; de esa manera, un estudio que vaya a ser utilizado por técnicos forestales, debe hacer hincapié en la vegetación arbórea y poner en segundo término la herbácea que, en cambio, debe tener prioridad en el caso de un estudio destinado a ganaderos.

Finalmente, debe advertirse que, si este método es empleado con fines de cartografía de vegetación, las fórmulas deben colocarse en los mapas únicamente si son muy cortas, ya que su objeto principal es sólo constituir un instrumento para registrar rápida y exactamente la fisionomía de la vegetación; si se usaran las fórmulas en el mapa, debe especificarse su significado en el mismo mapa y, por lo tanto, parecería más conveniente no usar entonces los signos, sino directamente las descripciones respectivas.

El registro fitocenológico

En sus últimos trabajos (43, 44) Küchler presenta un formulario (Cuadro III) que denomina registro fitocenológico, destinado a facilitar el trabajo de descripción de la fisionomía y estructura de la vegetación en el campo, aplicando su sistema. Este formulario ya ha sido utilizado satisfactoriamente en muchos ambientes y mediante él se pueden ir describiendo separadamente las diversas sinusias de una comunidad vegetal. Se trata de colocar los datos del

CUADRO III. El registro fitocenológico de Küchler.

Tomado de Küchler (44)

Registro Fitocenológico No. _____

Localidad: _____ Fecha: _____

Altitud sobre el nivel del mar: _____ Mapa Base: _____

Pendiente y exposición: _____ Fotografía aérea No. _____

Paisaje: _____ Tipo (transección, cuadrado, etc.) y

_____ tamaño de la muestra: _____

_____ _____

Análisis Estructural

Formas biológicas / Clases de altura	B latifoliadas sempervirentes	D latifoliadas deciduas	E aciculares sempervirentes	N aciculares deciduas	O áfilas	S B + D; semideciduas	M D + E; mixtas	G graminoides	H latifoliadas herbáceas	L líquenes, musgos	C trepadoras (lianas)	K tallos suculentos	T estípites	V bambúes	X epífitos
8 = > 35 m.															
7 = 20 - 35 m.															
6 = 10 - 20 m.															
5 = 5 - 10 m.															
4 = 2 - 5 m.															
3 = 0,5 - 2 m.															
2 = 0,1 - 0,5 m.															
1 = < 0,1 m.															

Cobertura: c = continua (> 75%); i = interrumpida (51-75%) p = tipo parque o en manchas (26-50%); r = escasa (6-25%); b= rala (1-5%); a = casi ausente (< 1%)

Hojas: h = esclerófilas; w = membranosas; k = suculentas; l = grandes (< 400 cm^2); s = pequeñas (> 4 cm^2).

Notas:

tamaño de las hojas y de la cobertura en la cuadrícula donde se cruzan las hileras, correspondientes a las alturas, con las columnas, correspondientes a las formas biológicas.

En relación con los epífitos y lianas, como no existe una forma satisfactoria de apreciar su cobertura u otros aspectos cuantitativos, simplemente se colocará un guión (-) cuando dichas formas biológicas se presenten frecuentemente, o una equis (x) si son abundantes; puede notarse que el criterio subjetivo de cada observador influirá bastante en esta decisión. En el caso de los epífitos, se señala cada clase de altura en la cual se encuentren y en el de las lianas, la mayor altura que alcancen.

Además, pueden incluirse debajo del registro fitocenológico diversos datos que se juzgue sean interesantes para una mejor descripción del ambiente o de la vegetación: evidencias de fuego, tipos de pastoreo, topografía, características pedológicas, etc. Igualmente, detalles acerca de características especiales de las formas biológicas, tales como la presencia de raíces tabulares y raíces fúlcreas, tratándose en el primer caso de las raíces comprimidas lateralmente que parten de la base del tronco a manera de contrafuertes y se presentan en algunos árboles intertropicales */, y en el segundo, de aquellas raíces características de algunas especies de mangles que, a manera de zancos, se insertan en el tronco a cierta distancia del suelo, sirviéndole de sostén.

Quedaría al arbitrio del investigador el agregar otros signos para mostrar caracteres que le parezcan importantes a su propósito (espinas, tipos de troncos, etc.) e inclusive cabe la posibilidad de subdividir las clases de altura de las diversas sinusias, utilizando signos de primas en los números, por ejemplo: 5' = 5-8 metros; 5'' = 8-10 metros. Pero, en todo caso, siempre debe dejarse expresa constancia de las modificaciones en el informe respectivo.

*/ Jiménez Saa ha propuesto muy recientemente (38) el uso de un término muy descriptivo, aletones, para designar este tipo de raíces.

EL SISTEMA DE DANSEREAU

El sistema propuesto por Pierre Dansereau (20, 21, 23, 24, 25), en gran parte inspirado en el sistema de Küchler (39), utiliza también la combinación de letras y números para describir la fisionomía y estructura de la vegetación, pero, además, Dansereau propone el uso de una serie de símbolos para representar gráficamente dichas descripciones en el campo, a manera de "taquigrafía" (ver Cuadro IV).

Como los métodos de Küchler y Dansereau son, en general, bastante semejantes, en la presentación de este último se procurará más bien hacer hincapié en las diferencias que existen entre ambos y no se insistirá en los conceptos que ya hayan sido analizados en relación con el sistema de Küchler.

Ya se ha visto que Küchler presenta cinco series de signos (dos de letras mayúsculas, dos de minúsculas y una de números), que distingue bajo los títulos de formas biológicas básicas, formas biológicas especiales, características de las hojas, cobertura y altura. En el sistema de Dansereau se ofrecen, con bastante aproximación, los mismos criterios o clases de categorías, pero con las variaciones que se citan a continuación.

Las características del sistema y su comparación con el de Küchler

En el sistema de Dansereau, las formas biológicas */ se reducen a cinco categorías, frente a quince (entre básicas y especiales) del de Küchler pero, en cambio, se ofrecen cuatro categorías para la periodicidad ("seasonality") del follaje, es decir, la consideración del fenómeno periódico de la caída de las hojas o de su permanencia en la planta en toda época; estas categorías

*/ En la última versión de su sistema (25), Dansereau ha adoptado el término de hábito ("habit-form") para designar a sus antiguas formas biológicas. Sin embargo, en el presente trabajo se conservará la denominación de formas biológicas con el fin de facilitar las comparaciones que han de efectuarse con los sistemas de Küchler y Larson.

1. HABITO (FORMA BIOLOGICA)

Símbolos

W	○	plantas leñosas, erectas
L	□	plantas leñosas, trepadoras o decumbentes
E	△	epífitos
H	▽	hierbas
M	⌒	brioides y costras

2. FORMA Y TAMAÑO DE LAS HOJAS

o		áfilas
n	⬭	agujas (aciculares), espinas o escamas
g	⬯	graminoides
a	◊	latifoliadas:medianas o pequeñas
h	⌂	latifoliadas: grandes
v	♡	compuestas
q	○	taloides

3. TEXTURA DE LAS HOJAS

o		áfilas
f	▨	pelúcidas
z	□	membranosas
x	■	esclerófilas
k	⊡	suculentas o fungoides

4. PERIODICIDAD

Símbolos

d	□	deciduas o efímeras
s	▥	semideciduas
e	▦	sempervirentes
j	⊠	suculentas sempervirentes o áfilas sempervirentes

5. ESTRATIFICACION

7	más de 25 metros
6	10 - 25 metros
5	8 - 10 metros
4	2 - 8 metros
3	0,5 - 2 metros
2	0,1 -0,5 metros
1	0,0 -0,1 metros

6. COBERTURA

b	vegetación muy esparcida
i	interrumpida, discontinua
p	en manchas o grupos
c	continua

CUADRO IV. Esquema de las seis categorías de criterios a ser aplicados en una descripción estructural de los tipos de vegetación, según el sistema de Dansereau.

Tomado de Dansereau, Buell y Dagon (25).

deben usarse para calificar las diversas formas biológicas (ver Cuadro V). De esta manera, seis de las categorías básicas de vegetación leñosa y las tres de vegetación herbácea de Küchler, están representadas sólo por cuatro formas biológicas o hábitos de Dansereau: plantas leñosas, erectas; plantas leñosas, trepadoras o decumbentes; hierbas y brioides. Sin embargo, combinando dichas formas biológicas con las categorías de la periodicidad y caracteres de las hojas que presenta Dansereau, se llegan a obtener las formas biológicas de Küchler. Y en cuanto a las categorías especiales de Küchler, solo tiene Dansereau los epífitos, en los cuales comprende también las plantas acuáticas desprovistas de raíces; Küchler, en cambio, incluye a las algas dentro de la forma biológica herbácea de brioides. Los tallos suculentos, los estípites y los bambúes de Küchler, no son considerados por Dansereau.

En cuanto a los caracteres de las hojas, Küchler presenta cinco categorías y, en cambio, Dansereau llega hasta doce en dos series diferentes: siete para el tamaño y forma y cinco para la textura. Entre estas últimas, las plantas áfilas (que también se incluyen en la categoría de forma y tamaño de las hojas), las considera Küchler entre sus formas biológicas básicas; las categorías de membranosas, esclerófilas y suculentas están contempladas por Küchler, pero no así la de las pelúcidas, es decir, aquellas hojas transparentes o que presentan al menos puntos o rayas translúcidos (ver Cuadro V).

El criterio de forma y tamaño de las hojas, tal como fue propuesto originalmente por Dansereau, ha sido modificado en su última versión (25), para lograr un mayor refinamiento en la descripción; sin embargo, el esquema original permanece prácticamente inalterado para aquellos casos en los cuales no se juzgue necesario tanto detalle. En la versión original se presentaban, en una sola clase, como se ha dicho, las siete categorías de tamaño y forma de las hojas (ver Cuadro V), de las cuales sólo las latifoliadas pequeñas o

Sistema de Küchler	Sistema de Dansereau			Sistema de Larson		
Formas biológicas básicas	F.biol.	Forma y tamaño hojas	Periodicidad	F.biol.	Aspecto hojas	Periodicidad
Vegetación leñosa	Plantas	leñosas, erectas		Arboles Arbustos		
Latifoliadas sempervirentes		Latifoliadas	Sempervirentes		Latifoliadas	Sempervirentes
Latifoliadas deciduas		Latifoliadas	Deciduas		Latifoliadas	Deciduas
Aciculares sempervirentes		Aciculares,escamas	Sempervirentes		Aciculares	Sempervirentes
Aciculares deciduas		Aciculares,escamas	Deciduas		Aciculares	Deciduas
Semideciduas (latifoliadas)		Latifoliadas	Semideciduas		Latifoliadas	Semideciduas
Mixtas(acic.semp.,lat.dec.)		Latifoliadas aciculares	Deciduas,semperv.		Mixtas(lat.,ac)	Semideciduas
Afilas		Afilas	Afilas sempervirentes		Afilas	
Vegetación herbácea	Hierbas					
Graminoides		Graminoides		Graminoides	Lineares	
Latifoliadas herbáceas		Latifoliadas		Lat.,herb. Enredaderas		
Líquenes, musgos(brioides)	Brioides y costras	Taloides		Brioides		
Formas biológicas especiales						
Trepadoras (lianas)	Plantas leñosas, trepadoras o decumbentes			Lianas		
Tallos suculentos			Sucul.semperv.		(Suculentas)	
Estípites						
Bambúes						
Epífitos	Epífitos			Epífitos Vegetación flotante Vegetación sumergida		
Características de las hojas	Textura de las hojas					
Esclerófilas	Esclerófilas					
	Pelúcidas					
Membranosas	Membranosas					
Suculentas	Suculentas				Suculentas	
Grandes		Grandes				
		Compuestas				
Pequeñas		Medianas o pequeñas				

CUADRO V. Las categorías para la descripción fisionómica de la vegetación según los sistemas de Küchler (44), Dansereau (25) y Larson (46).

medianas y las grandes guardaban cierta relación con las categorías de Küchler; las categorías de áfilas, aciculares, graminoides y taloides, de Dansereau, las considera Küchler directamente como formas biológicas.

Ultimamente (25), sin embargo, Dansereau decidió separar ambos criterios, y así ha propuesto cuatro categorías para el tamaño de las hojas, que consisten en una simplificación de los seis tamaños de hojas que distingue Raunkiaer (ver Cuadro VIa.). Para calcular con rapidez y precisión el área foliar, Dansereau recomienda el método de Cooper (19), quien perfeccionó el ideado por Cain y Castro (16), mediante la introducción de dos nuevos factores específicos para la medida de la superficie en las hojas lobuladas y partidas, además del uso del factor original de dichos autores para la generalidad de las hojas.

Por lo que se refiere a la forma de las hojas (ver Cuadro VIb.), Dansereau ha redefinido sus siete anteriores categorías, con el fin de reducirlas ahora a seis, de la siguiente manera: la categoría "a", que se refería a una característica de tamaño (medianas o pequeñas), ha sido eliminada; las categorías "o" (áfilas) y "q" (taloides) permanecen inalteradas; pero el signo "g" (graminoides) al tomar el calificativo de estrechas, abarca ahora a todas aquellas hojas mucho más largas que anchas, el signo "h" (latifoliadas) las hojas sólo un poco más largas que anchas, y el signo "n" (aciculares) las hojas lineares, pero de poca longitud. Por su parte, estas categorías son consideradas por Küchler como formas biológicas independientes, así: las hojas estrechas son las graminoides de Küchler, y tanto las latifoliadas como las aciculares reciben igual nombre en el sistema de Küchler, aunque referidas a formas biológicas particulares. Finalmente, la categoría "v" (hojas compuestas), que permanece como tal en la nueva versión de Dansereau, es la única no mencionada por Küchler, quien se muestra inclinado a considerar a las hojas sólo de

Categorías de Dansereau	Raunkiaer
r ◇ pequeñas (menos de 2,25 cm^2)	Clase 1 l leptófilas (menos de 25 mm^2) Clase 2 n nanófilas (25-225 mm^2)
t □ medianas (2,25-182,25 cm^2)	Clase 3 m micrófilas (225-2025 mm^2) Clase 4 M mesófilas (2025-18225 mm^2)
u ▽ grandes (182,25-1640,25 cm^2)	Clase 5 MM macrófilas (18225-164025 mm^2)
y ⬡ muy grandes (más de 1640,25 cm^2)	Clase 6 MMM megáfilas (más de 164025 mm^2)

CUADRO VI a. Las nuevas categorías propuestas para el tamaño de las hojas, según el sistema de Dansereau, y su equivalencia con las de Raunkiaer.

Tomado de Dansereau, Buell y Dagon (25)

o		áfilas
n		agujas (aciculares), espinas, escamas
g		estrechas
h		latifoliadas
q		taloides
v		compuestas

CUADRO VI b. Nuevas alternativas propuestas para las categorías de formas de las hojas, según el sistema de Dansereau, y los símbolos correspondientes.

Tomado de Dansereau, Buell y Dagon (25)

acuerdo a su superficie total, sin tomar en cuenta si son simples o compuestas. Debe hacerse notar en cambio que, en la última versión de su sistema, Dansereau ha tomado en cuenta la discusión acerca de la forma de distinguir en muchos casos dudosos las hojas simples de las compuestas. Este autor afirma que cualquiera sea la decisión que se haga en cada caso particular, debe tratarse de dar una idea lo más exacta posible de los folíolos en sí; con tal objeto, como se verá más adelante, propone algunas innovaciones para la designación de las hojas compuestas.

En relación con las clases de cobertura (ver Cuadro VII) que, según Küchler, son seis o, según Dansereau, cuatro, el primero presenta límites muy específicos para cada una de las categorías; Dansereau no señala dichos límites pero, sin embargo, es necesario atribuir cifras de porcentaje a las diversas clases de cobertura para poder representarlas en el correspondiente diágrama, para lo cual Dansereau aconseja seguir un método expuesto por él mismo en otra oportunidad (22). Küchler, además, pone especial cuidado en tratar de calificar detalladamente los tipos de vegetación escasa, mediante tres categorías diferentes desde 0 a 25% de cobertura (escasa, rala y casi ausente), todas las cuales están encerradas en solo una cateogría de Dansereau, la de muy esparcida. Las otras tres categorías son más o menos semejantes en ambos sistemas. Sin embargo, Dansereau califica de interrumpida a toda sinusia que no sea continua o muy esparcida, y aplica el término de vegetación en manchas a las simorfias o conjunto de formas biológicas similares que se agrupan en esta forma, cualquiera sea su cobertura; en cambio, ya se ha visto que Küchler asigna límites bastante restringidos a ambas categorías.

Las clases de estratificación son ocho en Küchler, y las de Dansereau, siete, ordenadas de menor a mayor altura en ambos casos. En la Figura 1

	Sistema de Küchler	Sistema de Dansereau	Sistema de Larson
continua	(> 75 %)	continua	90 - 100 % 80 - 90 % 70 - 80 %
interrumpida	(51 - 75 %)	interrumpida	60 - 70 % 50 - 60 %
tipo parque o en manchas	(26 - 50 %)	en manchas o grupos	40 - 50 % 30 - 40 %
escasa	(6 - 25 %)	muy esparcida	20 - 30 % 10 - 20 % < 10 %
rala	(1 - 5 %)		
casi ausente	(< 1 %)		

CUADRO VII. Las clases de cobertura de la vegetación según los sistemas de Küchler (44), Dansereau (25) y Larson (46).

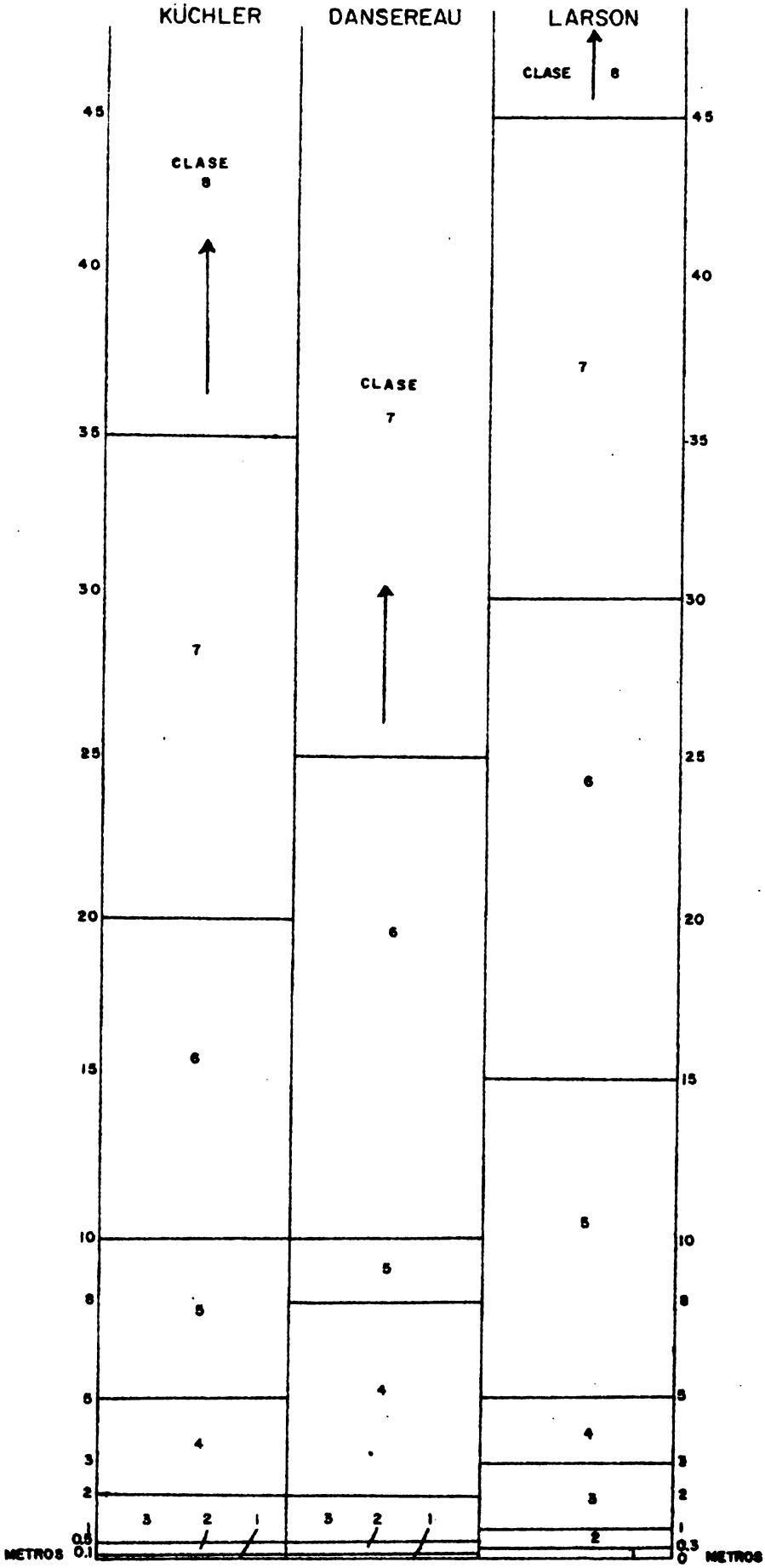


FIGURA 1. Comparación de las clases de altura de la vegetación, según los sistemas de Küchler (44), Dansereau (25) y Larson (46).

Adaptado de Dansereau (21)

pueden apreciarse fácilmente las diferencias que se presentan en ambos sistemas, a partir de la cuarta categoría, hacia las catogorías de mayor altura.

Confección de las fórmulas

El procedimiento para la confección de las fórmulas en este sistema es también diferente al seguido por Küchler, pues las formas biológicas de cada sinusia son expresadas separadamente, comenzando en cada caso con el signo que corresponde a la forma biológica respectiva, seguido por el de la estratificación y los de periodicidad, forma y tamaño de las hojas, textura de las mismas y cobertura. Ejemplo: W4dvzi, vegetación leñosa, de 2-8 m de alto (W4), con hojas deciduas, compuestas y membranosas, y formando un estrato interrumpido (dvzi).

En caso de presentarse dentro de la misma sinusia y forma biológica, especies que difieran en algunas de las características señaladas para la mayoría, se coloca el signo adecuado entre paréntesis inmediatamente después del signo de la característica respectiva principal. Ejemplo: W4d(e)vzi(b), es decir, al mismo tipo de vegetación ya citado, se agregan especies muy esparcidas (b), pero de la misma altura, con hojas sempervirentes (e), aunque también compuestas y membranosas.

También puede darse el caso de que haya dos o más grupos de especies completamente diferentes en todo sentido, excepto en su forma biológica, dentro de la misma sinusia; se procede entonces a colocar en primer lugar todas las características del grupo más abundante y luego, entre paréntesis, las del que lo sigue en importancia. Ejemplo: W4dvzi(eaxb), la misma vegetación citada en primer término, pero con la presencia muy esparcida (b), en la misma sinusia, de plantas sempervirentes (e), latifoliadas, con hojas medianas (a) y esclerófilas (x).

En el caso en que se presenten epífitos, lianas o brioides que crezcan sobre los individuos de determinada sinusia, se colocan sus signos, debidamente calificados, en seguida de la forma biológica sobre la cual se encuentren. Ejemplo: W4dvzi E4egxp, es decir, sobre los individuos de la vegetación citada al principio crecen, formando colonias agrupadas (p), epífitos sempervirentes (e), de hojas graminoides (g) y esclerófilas (x).

El registro de la vegetación en el campo

Dansereau ha preparado, para la representación gráfica, en el campo, de las categorías antes expuestas, una serie de símbolos que deben trazarse sobre papel cuadriculado en forma de diagramas (ver Figura 2). Estos diagramas, debidamente rectificados en la oficina, son usados conjuntamente con las fórmulas para la presentación de la descripción definitiva de la vegetación.

Los símbolos de cada forma biológica deben abarcar un máximo de ocho cuadrados de alto y de tres cuadrados de ancho. Para representar en forma de diagrama la transección de una fitocenosis, se utilizan 25 cuadrados de ancho y, como se ha visto, no más de ocho cuadrados de altura; sin embargo, la cantidad de cuadrados para representar la transección o franja en toda su longitud, puede lógicamente duplicarse o cuadruplicarse.

El espaciamiento que se de a los símbolos dependerá de la cobertura de cada forma biológica, calculada en términos de porcentaje.

En cuanto a la simbología de la periodicidad, tamaño y forma de las hojas y textura de las mismas, se procede de la siguiente manera: se rellena el símbolo de la forma biológica respectiva con el rayado correspondiente a la simbología de la periodicidad, aunque cuando se trata de plantas deciduas, se deja en blanco; en el centro se coloca el símbolo de la forma y tamaño de

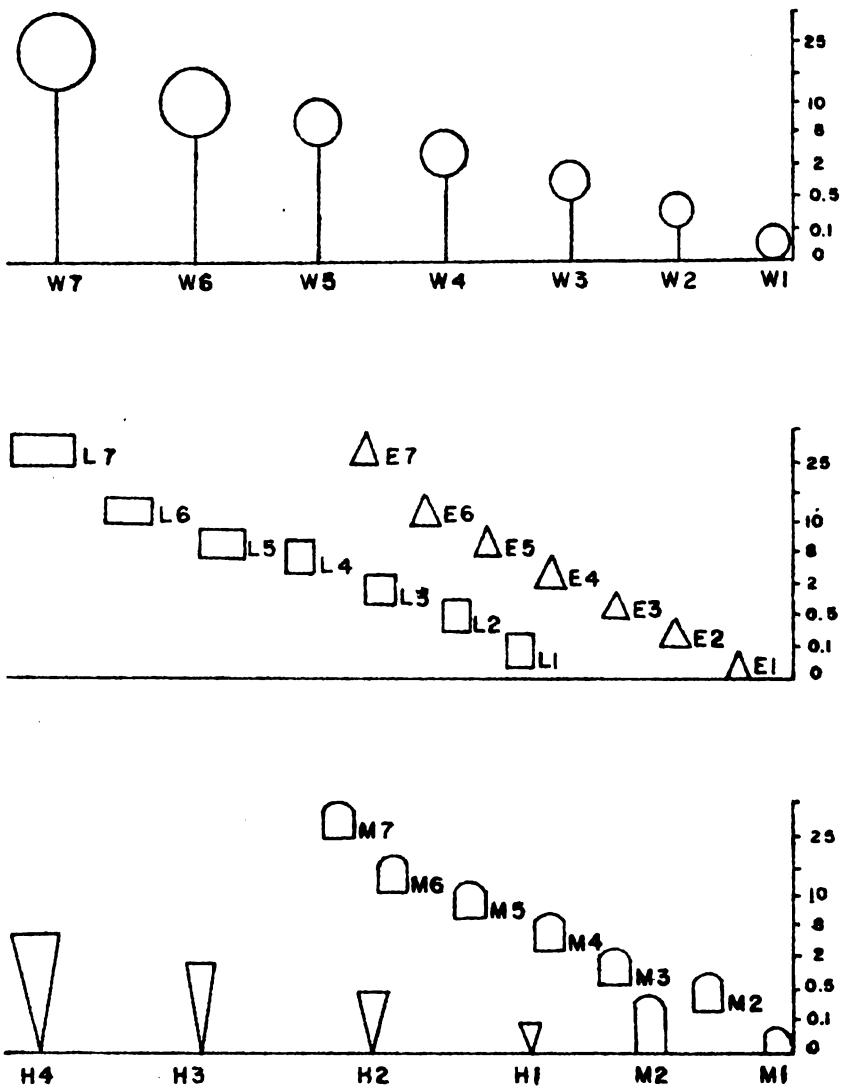


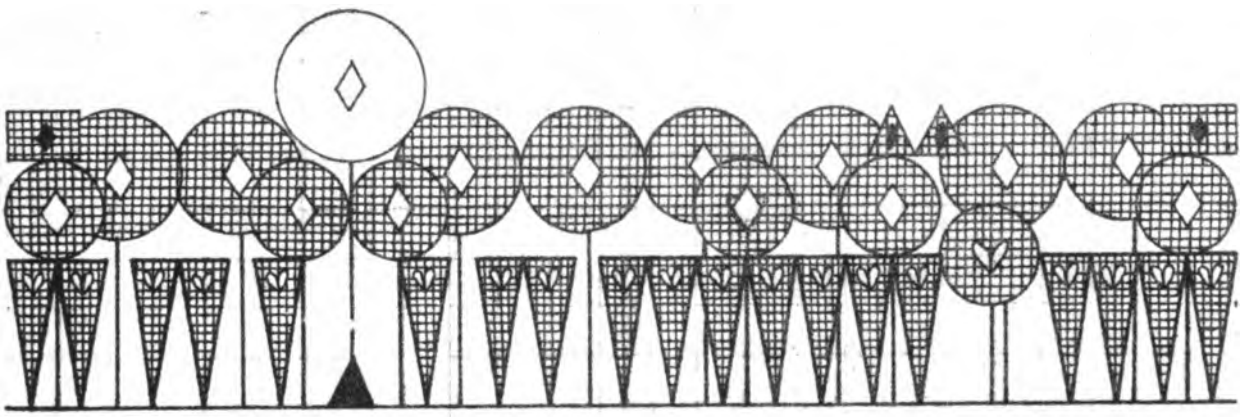
FIGURA 2. Representación gráfica de todos los símbolos utilizados en el sistema de Dansereau, combinando los criterios 1 (hábito) y 5 (estratificación) del Cuadro IV.

Adaptado de Dansereau (23)

las hojas (excepto en las plantas áfilas), el cual se rellena a su vez con el rayado que representa la textura de las mismas, o se deja en blanco, en el caso de las plantas con hojas membranosas.

Con propósitos de comparación se presentan, en la página siguiente, el diagrama y la fórmula que, utilizando el sistema de Dansereau, designan la fitocenosis ya descrita según el método de Küchler.

Descripción de una fitocenosis mediante el sistema de Dansereau.



W6eaze L6eaxi E6egxp W5eazi W7dazb W4evzb H3evzc

La sinusia principal alcanza de 10-25 m de alto y está constituída por un estrato continuo de vegetación leñosa, latifoliada, sempervirente, de hojas medianas y membranosas; frecuentemente se presentan en sus ramas lianas latifoliadas, sempervirentes, de hojas esclerófilas de tamaño medio, y macollas de epífitos sempervirentes, de hojas esclerófilas y graminoides. Un segundo estrato de vegetación leñosa es discontinuo, mide entre 8 y 10 m de alto, es latifoliado, sempervirente y sus hojas son membranosas y de tamaño medio. Se presentan, en forma muy esparcida, grandes emergentes, latifoliados, deciduos, de más de 25 m de alto, con raíces tabulares y hojas membranosas y de tamaño medio. La vegetación del sotobosque está constituída por leñosas muy esparcidas de 2-8 m de alto, sempervirentes, con hojas compuestas y membranosas y por herbáceas sempervirentes, de cobertura continua, de 0,5-2 m de alto, con hojas compuestas y membranosas.

Modificaciones recientes a la simbología utilizada

En algunas de las versiones más recientes de su sistema (23, 25), Dansereau propone algunas modificaciones que pueden hacerse al símbolo de las plantas leñosas erectas, de más de 2 m de alto, cuando sus copas no tienen la forma globular más corriente (ver Figura 3a).

El mismo símbolo de las plantas leñosas erectas, modificado ligeramente, podría hacer visualizar el cambio que en una fitocenosis determinada introduce el fenómeno de la periodicidad. Esto se hará sustituyendo las líneas continuas de los símbolos originales de las copas por líneas interrumpidas, y encerrando entre paréntesis las fórmulas respectivas, cuando sea precisamente el caso de representar formas biológicas de hojas deciduas en la época de defoliación; cuando tienen su follaje completo, las fitocenosis se representarían de la manera normal. Por supuesto que este registro sólo puede ser efectuado por botánicos que conozcan la flora de la región, ya que en los casos en que se consigue una planta desconocida sin hojas debe aplicarse la categoría de áfilas (o), contemplada en los criterios de forma y de textura de las hojas (ver Figura 3b).

En relación con la simbología para designar las características de las hojas, Dansereau (25) ha propuesto algunos cambios que corren parejos con la redefinición de esas categorías, ya discutida anteriormente. Sin embargo, es necesario recalcar el nuevo tratamiento que propone para la categoría de las hojas compuestas: en efecto, se ha diseñado un nuevo símbolo para representarlas, al cual se le pueden agregar en detalle los símbolos correspondientes a las características del tamaño y forma de cada folíolo, como si se tratare de hojas independientes. En todo caso, este nuevo refinamiento no formaría parte de los diagramas normales para el registro de la vegetación

a, símbolo original; b, mayor anchura de la copa en su parte superior; c, mayor anchura de la copa en su parte inferior; d, copa estrecha.

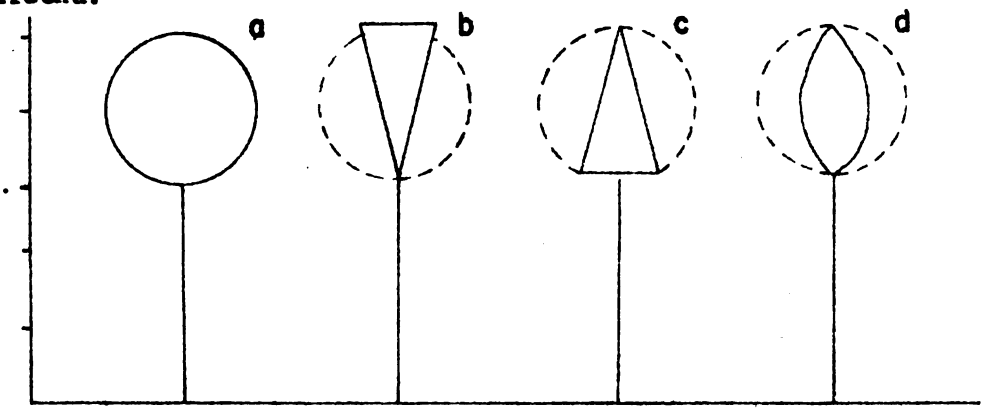
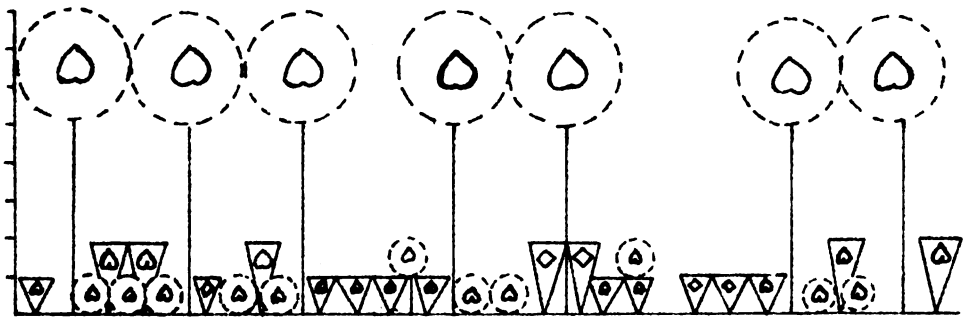
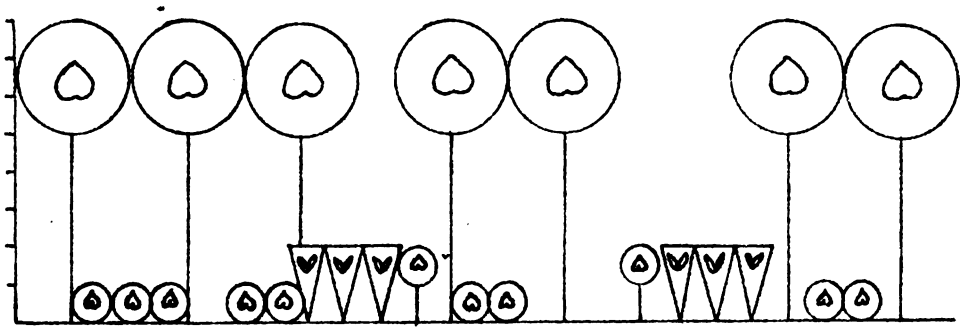


FIGURA 3a. Modificaciones en el símbolo de las plantas leñosas, erectas, del sistema de Dansereau, para indicar las diferentes formas de copa que puede presentar esa forma biológica, a partir de los 2 m de alto.

Tomado de Dansereau, Buell y Dagon (25)



Defoliación. (W7dhzc) (W2dhzb) (W1dhzc)
H2dh(a)zi H1dh(a)zp



Follaje completo. W7dhzc W2dhzb H2dvzp W1dhzc

FIGURA 3b. Representación de los cambios periódicos producidos en el aspecto de una fitocenosis por causa de la defoliación, utilizando los diagramas del sistema de Dansereau, Tomado de Dansereau (23)

en el terreno (para este caso se ha de continuar usando el antiguo símbolo), sino de los apuntes que se aconseja llevar en el campo para cada forma biológica en particular, con el fin de describirla en mayor detalle, sobre todo cuando se presenta el caso de que, a causa de su poca cobertura, dicha forma biológica no puede ser incluída en el diagrama de una fitocenosis determinada.

Otra consideración que ha merecido últimamente especial atención de Dansereau (25) es la representación de la bicmasa relativa de la vegetación, es decir, la distribución del espacio ocupado por los órganos de las plantas en cada sinusia. Ya en un trabajo anterior (23), Dansereau había propuesto señalar la presencia de raíces fúlcreas y tabulares en la base de los troncos e igualmente una manera de mostrar la distribución real de los tallos en relación con la cobertura de las copas, mediante adiciones y modificaciones a los símbolos de la vegetación leñosa erecta (ver Figuras 4a y 4b). Ahora presenta incluso una forma de visualizar el largo de las copas y, a semejanza del método WES/MEGA (1), propone la consideración de los diámetros de los tallos, la altura a la que se presenta la ramificación principal en los árboles y los diversos tipos de la misma. Dansereau explica que probablemente otros muchos factores relacionados con la distribución de la biomasa deberían ser tomados en cuenta, pero que ello traería consigo la elaboración de diagramas tan complicados que cada vez serían menos abstractos, perdiéndose en esta forma el propósito primordial del uso de esta esquematización de la vegetación. En todo caso, cada investigador debe decidir hasta qué punto le es posible llevar la complejidad de sus diagramas, de tal manera que puedan aún ser comparables con cierta validez y, además, debe tener siempre en mente el hecho de que en ninguna forma podría ser reemplazada la imagen de un perfil dibujado fielmente de la realidad, como los que presentan Beard (8), Richards (57), Lamprecht (45) y otros.

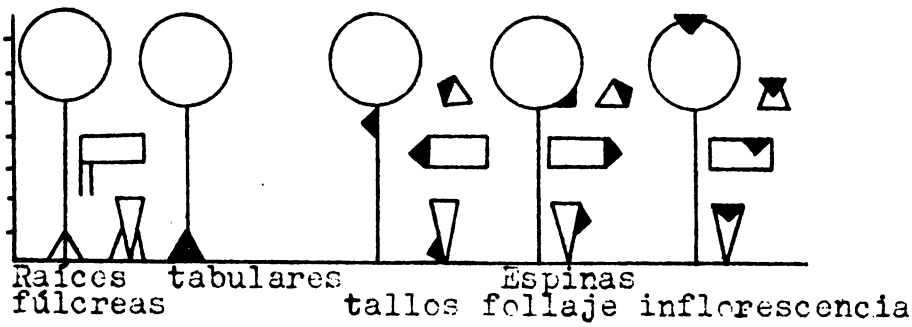


FIGURA 4a. Manera que propone Dansereau para la representación de raíces fúlcreas, raíces tabulares y espinas.

Tomado de Dansereau (23)

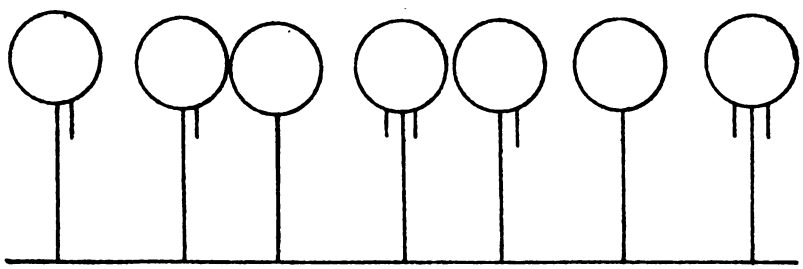


FIGURA 4b. Diagrama que muestra la distribución real de los tallos en una sinusia, según el sistema de Dansereau. Cada una de las líneas verticales adicionales representa otro tallo cuya copa forma parte de la misma unidad de cobertura.

Tomado de Dansereau (23)

También ha llegado Dansereau (23, 25) a idear una forma para señalar la presencia de espinas, tanto en los tallos, como en las hojas o en la inflorescencia, mediante adiciones a los símbolos originales de las respectivas formas biológicas; nótese que Dansereau se refiere en este caso a las espinas que se presentan en las plantas con hojas, pues para aquellas que consisten en hojas transformadas se aplica el símbolo correspondiente de las características de las hojas (ver Figura 4a).

Dansereau incluye también en su última versión (25) una manera de representar la vegetación acuática, utilizando el símbolo de hierbas para las plantas acuáticas con raíces, el de epífitos para las que no presentan raíces y el de brioides en su caso específico. El nivel del agua se indica mediante una línea ondulada horizontal, debajo de la cual se colocan los símbolos de las formas biológicas, tratando de mostrar la profundidad relativa a la cual se encuentran; el caso de "hierbas" con hojas flotantes se señala trazando una línea más gruesa en la parte superior del símbolo correspondiente (ver Figura 5).

La representación de las condiciones del ambiente

En una de las versiones de su sistema (23), Dansereau introduce la consideración de cierto número de condiciones del sitio, ya que, según él, a pesar de que su método fue ideado casi exclusivamente para mostrar las características de la vegetación con el fin de relacionarlas luego con los elementos del ambiente, se ha comprobado que es útil tomar nota de éstos en el terreno (ver Cuadro VIII).

Las condiciones del sitio que Dansereau toma en cuenta son las siguientes:

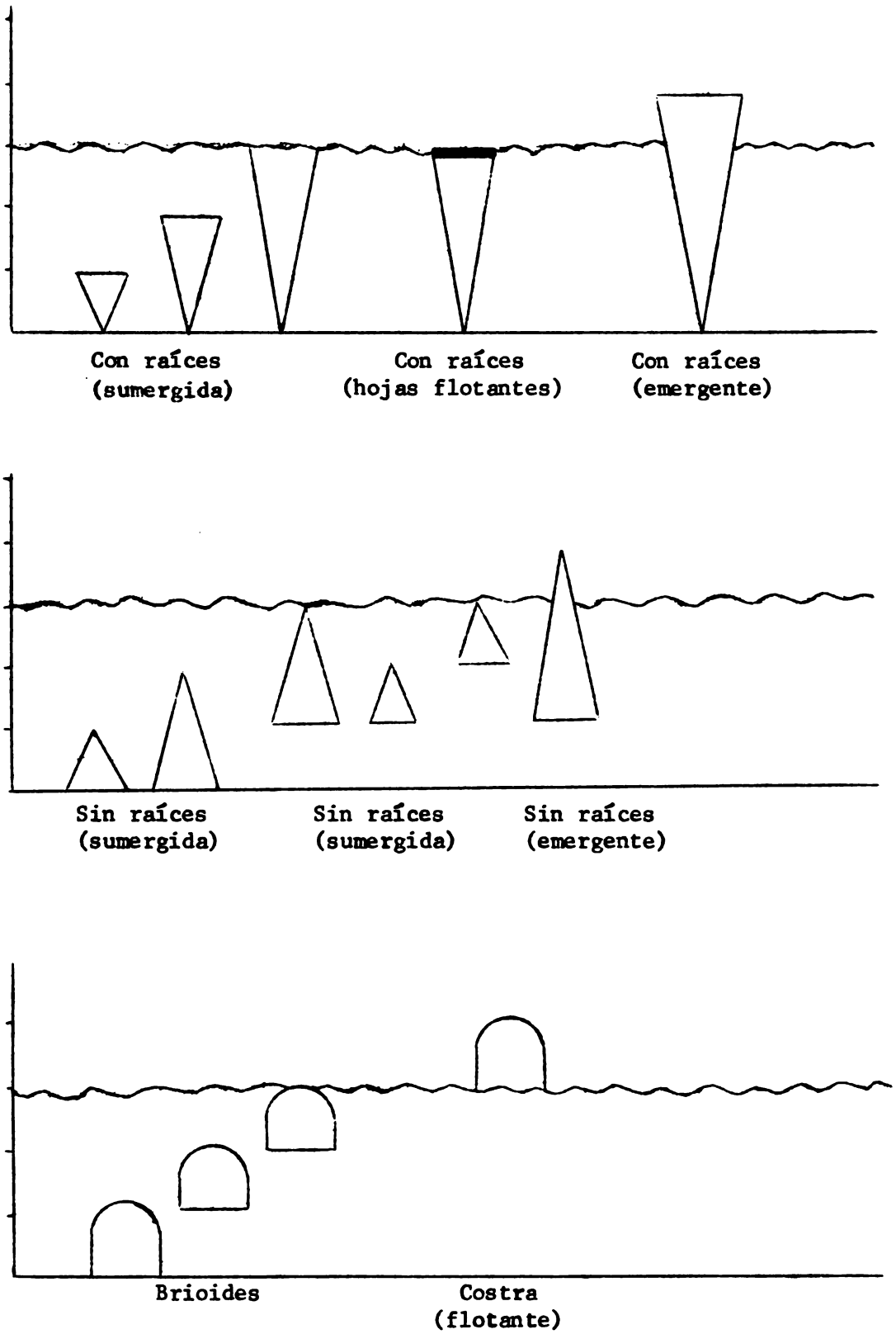
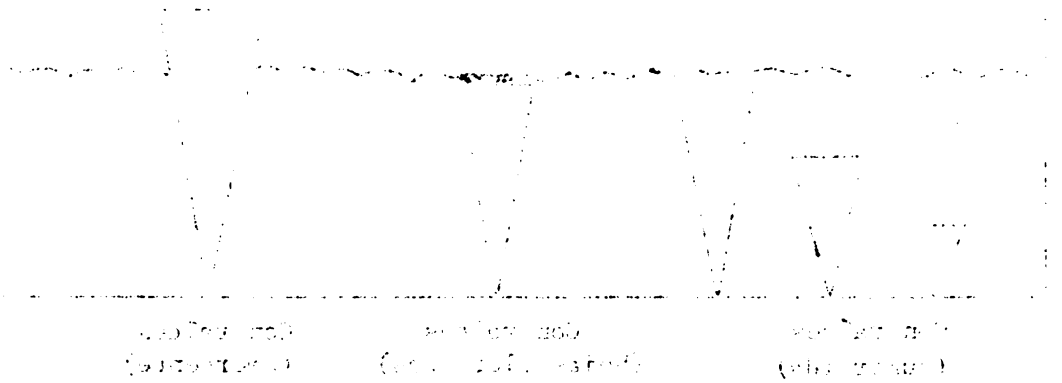
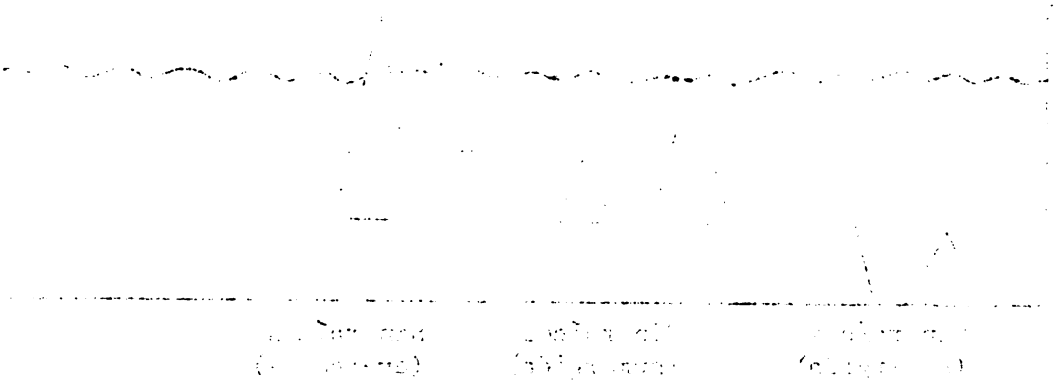
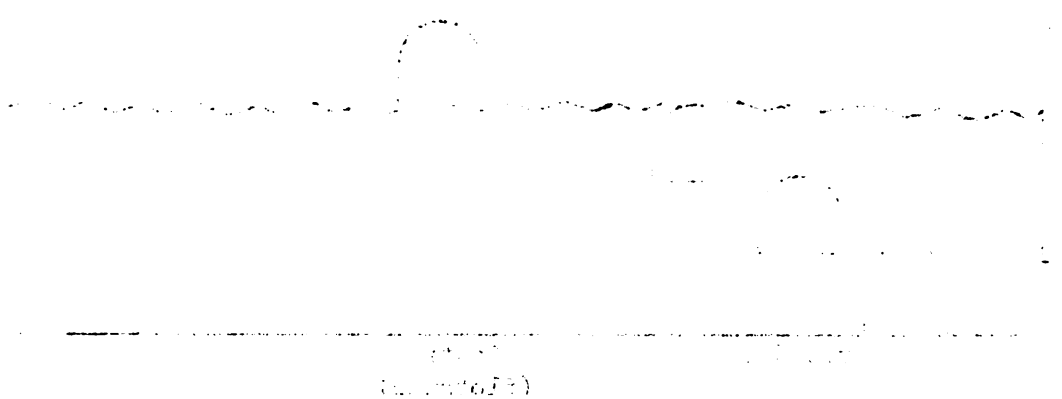


FIGURA 5. Símbolos sugeridos por Dansereau para la representación de las diversas formas biológicas en la vegetación acuática, mediante su sistema.

Tomado de Dansereau (25)





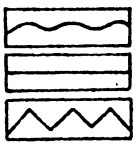


a. UTILIZACION

1. virgen
2. seminatural
3. pastoreado
4. entresacado
5. cosechado
6. arado
7. quemado

b. ESTRUCTURA DEL SUELO

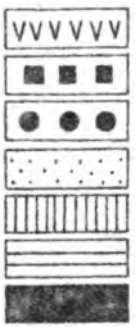
8. débil
9. moderada
10. fuerte



c. TEXTURA DEL SUELO

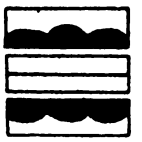
(A, B, C se refieren a la capa superficial, subsuelo y material originario)

11. roca
12. cantos rodados
13. guijarros
14. arena
15. limo
16. arcilla
17. materia orgánica



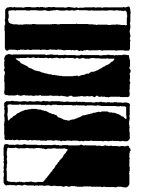
d. DRENAJE

18. excesivo
19. bueno
20. deficiente



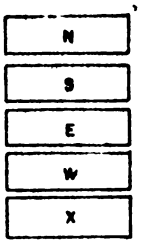
e. RELIEVE

21. plano
22. depresión
23. ondulado
24. escarpado



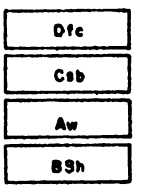
f. EXPOSICION

25. norte
26. sur
27. este
28. oeste
29. plano



g. CLIMA

Se usan los símbolos de Köppen, por ejemplo:



CUADRO VIII. Categorías y símbolos para indicar las condiciones del sitio, según el sistema de Dansereau.

Tomado de Dansereau (23)

Utilización, en la cual interviene la consideración del tipo de uso que se da al terreno: si ha sido pastoreado, si se ha entresacado o explotado la madera, si se ha cosechado, arado, quemado. Pero se incluyen también aquí dos categorías con las que se trata de dar una idea del estado de conservación que presenta la vegetación; es decir, si se trata de vegetación virgen, no intervenida por el hombre en forma alguna, o seminatural, en la cual, si bien puede notarse que ha existido cierta intervención humana en épocas anteriores, ya la influencia natural del ambiente está actuando nuevamente con toda libertad.

Estructura del suelo, que pretende dar una idea de este carácter, más bien sólo en relación con la superficie del suelo. Según esto, la estructura sería débil, como en los pantanos y en las dunas; fuerte, como en los afloramientos rocosos; o moderada, como serían los suelos bien aireados de la mayoría de los bosques y praderas.

Textura del suelo, en cuyo caso las divisiones de A, B, y C, utilizadas por el autor, no tienen que coincidir necesariamente con los horizontes que consideraría un pedólogo; en efecto, esos niveles se refieren a los materiales presentes en la capa superficial (A), a un nivel inmediatamente inferior a ella o subsuelo (B), y al material originario subyacente (C).

Drenaje, que puede ser excesivo, como en suelos de arena gruesa, o deficiente, como en los suelos pantanosos (en cuyo caso es permanente) o inundables (situación periódica).

Relieve; en este punto sólo habrá que hacer notar que la denominación de escarpado se aplica a un sitio con pendiente superior a 35°.

Exposición; el terreno se considerará plano cuando su pendiente sea menor de los 5°.

Clima; el autor propone utilizar los índices de Köppen, ante todo por ser la clasificación de los climas más conocida.

Dansereau opina que las alternativas que ofrece cada una de las categorías por él presentadas, son lo bastante amplias como para que sean fácilmente aplicables y puedan así tener algún valor práctico; sin embargo, a causa de esa misma generalización, puede presentarse la disyuntiva de tener que escoger entre varias alternativas que pueden encajar al mismo tiempo en una circunstancia determinada.

Los tipos de formaciones de Dansereau

En el mismo trabajo citado anteriormente (23), Dansereau ha ido aún más allá de exponer un método para describir la vegetación. De hecho, basándose en numerosas aplicaciones de su sistema, con lo cual ha comprobado que no todas las posibles combinaciones a que éste da lugar se presentan en la Naturaleza, propone la consideración de diez tipos de formaciones, es decir, diez tipos de agrupaciones vegetales, en las cuales se presentarían reunidas más comúnmente las formas biológicas o hábitos enunciados en su sistema.

Dichos tipos son los siguientes: bosque (forest), monte o vegetación de tipo parque (woodland), sabana (savana), matorral (scrub), pradera*/ (meadow), estapa (steppe), desierto (desert), tundra (tundra), costra (crusts). Estos tipos de formaciones son los que, según Dansereau, cubren toda la superficie

*/ La diferencia entre pradera y prado (28) radica en el hecho de que en el primer caso, por tratarse de vegetación herbácea xerofítica que crece en parajes secos, la hierba se agosta en el verano; en cambio, el prado se presenta en regiones que, aún en la estación seca, gozan de cierta humedad, favoreciendo entonces que su vegetación herbácea mesofítica permanezca siempre verde. El término original, en inglés, usado por Dansereau, se coloca entre paréntesis, tanto en estos dos casos como en el resto de los tipos de formaciones, para dejar claras sus equivalencias en castellano.

de la tierra, exhibiendo algunas variaciones, que él denomina clases de formaciones, de acuerdo con el ambiente. Todos ellos, además, pudieran ordenarse de acuerdo a su grado de productividad, entendiendo como tal, factores como el flujo de energía, la capacidad de almacenamiento y la velocidad a la cual se verifican estas funciones, todo lo cual varía notablemente de acuerdo con el tipo de formación de que se trate.

EL SISTEMA DE LARSON

Charles C. Larson (46) elaboró un método para describir la vegetación, teniendo en mente un objetivo netamente utilitario, como es el de considerar básicamente las características de aquélla que tienen alguna importancia en relación con el movimiento de tropas y equipo bélico en el terreno. Este método es también, por lo tanto, estrictamente fisionómico-estructural, pero el propio autor llama la atención sobre el hecho de que los caracteres fisionómicos de la vegetación permiten dar una idea, por ejemplo, de la textura del suelo, así como de otros aspectos relacionados con el terreno propiamente dicho, que son también sumamente importantes al propósito antes mencionado. Sin embargo, a las relaciones existentes entre la fisionomía de la vegetación y los caracteres del terreno no les pudo prestar Larson mayor atención, por haber encontrado que son muy escasas las informaciones disponibles al respecto en la zona intertropical, que es la región para la cual ha ideado este método. La presentación de su sistema incluye 360 descripciones de vegetación tropical recopiladas de la literatura existente, analizadas por medio de su método.

Al igual que los sistemas de Küchler y Dansereau, el de Larson también busca expresar la descripción de la vegetación por medio de fórmulas, obtenidas mediante la asignación de símbolos a cada una de las características de la vegetación. Estas características las clasifica el autor en doce grupos principales (ver Cuadro IX).

CUADRO IX. Categorías de criterios para la descripción de la vegetación, según el sistema de Larson.

Tomado de Larson (46).

I. FORMA BIOLOGICA

T	Arboles:	plantas leñosas, erectas, de 5 m o más de alto
S	Arbustos:	plantas leñosas, erectas, de < 5 m de alto
V	Enredaderas:	plantas trepadoras o volubles, herbáceas
L	Lianas:	plantas trepadoras, leñosas
G	Graminoides:	excluyendo enredaderas
H	Latifoliadas herbáceas:	excluyendo enredaderas
M	Brioides:	excluyendo epífitos
E	Epífitos:	plantas que crecen sobre otras plantas
F	Vegetación flotante	
W	Vegetación sumergida	

II. ABUNDANCIA ("PREVALENCE")

A: Porcentaje de cobertura

0	<			10%
1	10	-		20%
2	20	-		30%
3	30	-		40%
4	40	-		50%
5	50	-		60%
6	60	-		70%
7	70	-		80%
8	80	-		90%
9	90	-		100%

B: Frecuencia ("Frequency of occurrence")

R	Muy escasa:	especímenes visibles < 10% de las veces, desde varios puntos escogidos al azar
C	Escasa:	visibles 10-50% (idem)
F	Frecuente:	visibles 50-100% (idem, pero en forma inconspicua)
A	Abundante:	siempre a la vista, conspicua
P	Muy abundante:	crecimiento muy conspicuo, característica importante de la masa vegetal, que a veces impide el movimiento o la visibilidad.

CUADRO IX. (cont.)

III. DISTRIBUCION

1 Aisladas; no forman estratos

2 Sinusias continuas, formando estratos

3 En manojos o macollas

4 En mosaicos, grupos o manchas

5 En hileras, fajas o franjas

6 Aisladas y en mosaicos, grupos o manchas o en hileras, fajas o franjas (comb. 1 y 4 ó 5)

7 En mosaicos, grupos o manchas y en hileras, fajas o franjas (combinación 4 y 5)

8 Otros

IV. ESTRATIFICACION

Estrato simple

Multistrato

Emergentes

Arboles del estrato superior

Arboles del estrato medio

Arboles del estrato inferior

V. PERIODICIDAD ("SEASONAL FEATURE")

D Deciduas o efímeras

E Sempervirentes

S Semideciduas (D + E)

CUADRO IX. (cont.)

VI. CARACTERES DE LAS HOJAS

B Latifoliadas

N Aciculares

M Mixtas (B + N)

L Lineares

W Afilas, suculentas u hojas muy inconspicuas

VII. ALTURA						VIII. DIAMETRO						IX. ESPACIAMIENTO					
1	<		0,3	m		1	<		2,5	cm		1	<		0,3	m	
2	0,3	-	1	m		2	2,5	-	7,5	cm		2	0,3	-	1	m	
3	1	-	3	m		3	7,5	-	15	cm		3	1	-	2	m	
4	3	-	5	m		4	15	-	30	cm		4	2	-	3	m	
5	5	-	15	m		5	30	-	60	cm		5	3	-	7,5	m	
6	15	-	30	m		6	60	-	120	cm		6	7,5	-	15	m	
7	30	-	45	m		7	120	-	300	cm		7	15	-	30	m	
8	>		45	m		8	300	-	750	cm		8	30	-	100	m	
						9	>		750	cm		9	>		100	m	

X. CARACTERES DEL TRONCO Y DE LAS RAICES SUPERFICIALES


Raíces tabulares


Raíces fúlcreas, en forma de zancos


Raíces superficiales, entrelazadas, formando una especie de malla


Neumatóforos


Neumatóforos y raíces superficiales, entrelazadas


Combinación de neumatóforos y/o raíces superficiales, entrelazadas

CUADRO IX. (cont.)

XI. ELASTICIDAD

Tallos flexibles

Tallos quebradizos o frágiles

Tallos rígidos

Vegetación formando una maraña rígida

Vegetación formando una maraña flexible

XII. CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON MOLESTIAS Y PELIGROS

Armadas (aguijones, espinas)

Hojas cortantes

Frutos o semillas colgantes (pegajosos, que se adhieren a otros cuerpos)

Elementos irritantes (hojas, espinas, frutos, látex)

Elementos venenosos (hojas, frutos, látex)

Gran acumulación de hojarasca, troncos y ramas caídas, que dificultan el paso

Muy inflamable, sujeta a la acción del fuego durante la estación seca

Los criterios utilizados y su comparación con los sistemas anteriores

En términos generales, el sistema de Larson es semejante a los otros dos ya analizados, pero este autor introduce la utilización de cinco nuevos criterios para estudiar la vegetación: diámetro, espaciamiento, aspecto del tronco y raíces superficiales, elasticidad y, por último, características relacionadas con molestias y peligros. Como puede observarse, estos aspectos son muy importantes desde el punto de vista de la estrategia militar.

En cuanto a las otras series de categorías, pueden notarse las siguientes modificaciones.

Larson agrega dos formas biológicas no contempladas como tales ni por Küchler ni por Dansereau; se trata de la vegetación flotante y la vegetación sumergida. Sin embargo, Küchler, quien en las primeras versiones de su método (38, 39), sí contemplaba una categoría especial para la vegetación acuática, ofrece la posibilidad de incluir las algas en su forma biológica de brioides y, por otro lado, ya se ha visto cómo Dansereau presenta una elaboración de su sistema para representar ese tipo de vegetación, utilizando, sin embargo, tres de sus símbolos de hábitos o formas biológicas. Larson introduce, además, la separación entre árboles y arbustos, fijándola en 5 m de alto, y la consideración de las enredaderas; ambos aspectos no son señalados por Küchler y tampoco por Dansereau. En cambio, al igual que Dansereau, no toma en cuenta las formas biológicas de tallos suculentos (Dansereau incluye esta categoría bajo el criterio de periodicidad), estípites, bambúes y áfilas de Küchler; en este último caso sigue también a Dansereau, pues incluye esta característica entre sus categorías del aspecto de las hojas (ver Cuadro V).

La cobertura también está expresada numéricamente, como en Küchler, pero con cuatro categorías más, ya que su graduación va de 10 en 10%

(ver Cuadro VIII). Esta característica forma parte, junto con la frecuencia ("frequency of occurrence"), de una serie mayor titulada por Larson, abundancia ("prevalence"). La frecuencia es aplicada, sobre todo, en los casos en que se hace muy difícil apreciar la cobertura de una forma biológica determinada, como es el caso de los epífitos, por ejemplo; se trata, simplemente, de señalar la presencia relativa de una determinada forma biológica en una fitocenosis.

La distribución ("mode of occurrence"), que Larson considera separadamente, aparece incluída, tanto por Küchler como por Dansereau, bajo el título de cobertura, pero el sistema de Larson ofrece de esta manera mayores posibilidades para describir la forma en que se encuentran agrupadas las plantas en una determinada fitocenosis.

Mediante la estratificación, que se aplica sólo a la vegetación arbórea, se califica la disposición vertical de ésta, independientemente de la altura de la agrupación que se describe. Larson presenta las siguientes categorías: estrato simple, constituído por árboles de altura aproximadamente igual, que forman una sinusia única y definida, cerrada o abierta; multistrato, árboles de alturas diferentes, que constituyen dos o más sinusias cerradas o abiertas, definidas o indefinidas; emergentes, árboles aislados cuyas grandes copas sobrepasan notablemente un estrato arbóreo más o menos cerrado, inmediatamente inferior; estrato superior, árboles cuyas copas pueden o no formar un estrato cerrado, aunque sí bien definido; los estratos intermedio y bajo están constituídos por árboles de mediana o baja altura, respectivamente, cuyas copas forman estratos cerrados o abiertos, definidos o indefinidos.

La periodicidad ("seasonal feature") y los caracteres de las hojas ("leaf feature") corresponden a los criterios similares de Dansereau (ya se ha visto que el primero lo incluye Küchler dentro de los caracteres que considera para la diferenciación de las formas biológicas). Sin embargo, además de que

Larson no toma en cuenta la textura de las hojas, como lo hacen en cambio Küchler y Dansereau, tampoco presenta, entre los caracteres de las hojas, los tipos de tamaños contemplados por ambos autores ni la categoría de hojas compuestas de Dansereau (ver Cuadro V).

Las clases de altura de Larson son ocho, como las de Küchler, pero no tienen ninguna semejanza con las que propone ese autor, ni tampoco con las de Dansereau */ (ver Figura 1).

Los cinco últimos grupos de categorías de Larson no son tomados en cuenta por los otros dos autores, como ya se ha visto. Sin embargo, algunas de las características contempladas por Larson en esos grupos, como lo son las raíces tubulares, las raíces fúlcreas y las espinas, las introduce Dansereau en algunas de las versiones más recientes de su sistema (23, 25).

El registro de la vegetación en el campo y la preparación de las fórmulas

Para tomar nota de los aspectos de la vegetación en el terreno, siguiendo el método de Larson, se comienza por hacer una lista de las formas biológicas individuales que constituyen una fitocenosis determinada, y luego se anotan los signos correspondientes a las características específicas de cada forma biológica y también de la fitocenosis como un todo.

Las fórmulas se confeccionan mediante la agrupación de los símbolos y signos a manera de fracciones aritméticas. En el numerador se colocan los símbolos de las formas biológicas cuyos órganos externos cubran un 60% o más de la superficie de terreno estudiada, comenzando por aquellas más importantes. Este mismo orden se sigue en el denominador, donde tienen su sitio las formas

*/ Larson utiliza en su método el sistema inglés de medidas, a diferencia de Küchler y Dansereau, que usan el sistema métrico decimal. Para el propósito de este estudio comparativo, se han sustituído las medidas del original de Larson por sus correspondientes en el sistema métrico, procurándose que resultaran cifras redondas, aunque muy aproximadas al original.

biológicas con cobertura menor del 60%, o aquellas cuya abundancia no pueda ser apreciada en términos de porcentaje. En todos los casos, se separan los símbolos de las diversas formas biológicas mediante puntos (.).

Ejemplo: una fitocenosis constituída por gramíneas con una cobertura mayor del 60%, que cuenta con un estrato arbóreo muy abierto y manchas de arbustos y hierbas latifoliadas, con una cobertura que no alcanza en ninguna de dichas formas biológicas al 40% y, finalmente, enredaderas que se presentan con frecuencia. Esta fitocenosis puede expresarse, en la forma más simple del sistema de Larson, de la siguiente manera:

$$\frac{G}{T.\quad S.\quad H.\quad V}$$

Partiendo de una fórmula básica de este tipo, han de señalarse los signos de las diversas categorías comprendidas en este sistema, para poder proporcionar una información más detallada acerca de la vegetación respectiva. Esos signos pueden anotarse: a) a ambos lados del símbolo básico de la forma biológica, siguiendo una línea superior (suprainscritos) y otra inferior (infrainscritos); b) inmediatamente después del grupo de símbolos y signos que describen una determinada forma biológica (o después de la fórmula total); c) mediante la alteración del símbolo básico respectivo.

Cuando se efectúa la anotación a los lados de los símbolos básicos, debe seguirse estrictamente el siguiente orden:

$$\begin{array}{ccc} (1)\ (2) & \underline{\qquad\qquad} & (3)\ (4) \\ & | & \\ (5)\ (6) & | & (7)\ (8) \end{array}$$

Se ocupa cada espacio con el signo de una de las categorías específicas, como se verá más adelante. Pueden presentarse dos casos en los cuales no ha de anotarse el símbolo correspondiente a un espacio determinado: cuando dicha característica no se aplique a esa forma biológica o no sea lo suficientemente importante como para ser tomada en cuenta, en cuyo caso debe ponerse un guión (-) en su lugar; o cuando no se cuente con la información adecuada, y se coloca entonces un cero (0).

Para la abundancia se usa el lugar 1 (ver el dibujo), con lo cual se obtiene una idea más exacta de dicha característica, que ya se tenía en líneas generales con el enunciado primitivo de la fórmula en forma de fracción. Ahora bien, esta característica puede darse en términos de porcentaje o bien indicando simplemente su frecuencia; la primera forma se usa sobre todo cuando se trata de vegetación estratificada, y la segunda, como ya se ha visto, cuando se trata de formas biológicas en las cuales el porcentaje de cobertura no puede ser aplicado (como en las lianas y epífitos, por ejemplo).

Al signo correspondiente a la distribución de las plantas en el paisaje se destina el lugar 2.

La estratificación sólo se aplica a los árboles y, según Larson, se refiere al arreglo vertical */ de los unos con respecto a los otros, es decir, si forman un solo estrato o si forman varios; en este último caso, se trata también de indicar a cuál de esos estratos pertenecen. Se señala esta característica mediante la modificación del símbolo de la forma biológica de los árboles (aunque en el caso de un estrato único se conserva el símbolo en su forma original); cuando se presentan varios estratos, se comienza por anotar el símbolo respectivo y se procede a colocar después de un doble guión

*/ Se trata, en realidad, de la ordenación horizontal de las copas de los árboles en una fitocenosis.

los símbolos correspondientes a cada estrato, con el fin de poder describirlos por separado. Para cada uno de dichos símbolos se sigue entonces el proceso correspondiente a la anotación de los signos suprainscritos e infrainscritos.

La periodicidad se hace constar, mediante su signo respectivo, en el lugar 3 y las características de las hojas en el lugar 4.

Al número que designa la altura corresponde el lugar 7, pero debe tenerse en cuenta que, en el caso de la vegetación arbórea constituída por varios estratos, se ha de usar, para calificar el símbolo inicial, la altura del estrato superior, y no la de los árboles emergentes (si existen éstos). Cuando se trata de árboles aislados que no llegan a formar estrato, se usa la altura promedio.

En cuanto a la medida del diámetro*/, se efectúa en el tallo principal de los árboles, lianas y enredaderas y en la copa de los arbustos; en el caso de las graminoides y de otras formas biológicas que se presentan agrupadas, se mide el diámetro de los manojos o de los manchones. Al diámetro se reservan los lugares 5 y 6. En el lugar 5 se coloca el signo de la clase del diámetro que constituye la mediana de las plantas correspondientes, los cuales quedan separados de esta manera en dos grupos constituídos por igual número de individuos. En el lugar 6 se indican las clases extremas de diámetros representadas en la forma biológica correspondiente; los signos respectivos, comenzando por el número más bajo, se encierran entre paréntesis, separados por un guión; como es lógico, esta anotación es prácticamente exclusiva de los árboles.

*/ Aún cuando Larson no lo especifica, debe entenderse que la medida del diámetro de los troncos se toma a la altura del pecho, lo cual constituye la norma en estos casos.

El espaciamiento se mide entre los tallos o troncos de los individuos que constituyen una determinada forma biológica, cuando se presentan uniformemente distribuídos en fitocenosis cerradas o abiertas; o se trata de la distancia que separa entre sí a los manojos, penachos, manchas, franjas, o agrupaciones vegetales similares. El lugar destinado a este carácter es el 8.

Las características del tronco y de las raíces superficiales que casi siempre se aplican sólo a los árboles, se anotan mediante la sustitución de la parte inferior del símbolo básico de la forma biológica por el de la característica respectiva.

Mediante el carácter de la elasticidad se informa la naturaleza y grado de resistencia mecánica de las formas biológicas, individualmente o en conjunto, para lo cual se agrega el símbolo apropiado al de los árboles o bien se coloca en seguida del símbolo de la forma biológica a la cual se aplica. Cuando no se efectúa cambio alguno en el símbolo de los árboles, se quiere significar que presentan tallos rígidos.

Finalmente, las molestias que pueden ocasionar o los peligros que representen algunos elementos de una determinada forma biológica, se hacen constar colocando el símbolo respectivo al lado del símbolo básico al cual se refiere; en caso de que la característica se aplique a la fitocenosis en su totalidad, se coloca su símbolo al lado derecho de la fórmula completa.

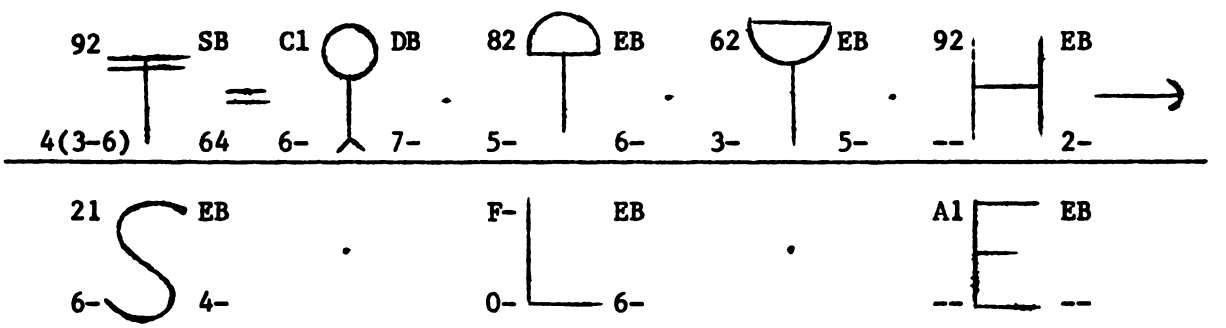
A manera de ejemplo, se presenta en la página siguiente la fórmula que, según el sistema de Larson, simboliza el tipo de vegetación ya designado anteriormente mediante los métodos de Küchler y Dansereau. Se presenta, además, la descripción respectiva.

Descripción de una fitocenosis mediante el sistema de Larson.

Descripción general.

Fitocenosis constituída por un estrato $\frac{T.\ H}{E.\ L}$

continuo de árboles, con lianas y epífitos, y un estrato bajo de hierbas, también continuo.



Descripción detallada.

Bosque multistrato, con cobertura de más de 90%, formado por árboles latifoliados sempervirentes, con diámetros entre 7,5-120 cm y una mediana de 20 cm; su espaciamiento varía entre 2 y 3 m; la altura promedio de su estrato superior es de 15-30 m. Se presentan grandes emergentes, provistos de raíces tabulares; son latifoliados, deciduos, con una altura entre 30 y 45 m y diámetro de 80 cm. Tanto el estrato superior como el inferior están constituídos por árboles latifoliados sempervirentes y forman estratos definidos, el primero con 80-90% de cobertura y el segundo con 60-70%. La altura del superior es de 15-30 m, con un diámetro de 50 cm, y el inferior tiene de 5-15 m y 10 cm, respectivamente. Es notable un estrato bajo, de 90-100% de cobertura, constituído por hierbas latifoliadas sempervirentes, que oscilan entre 0,3 y 1 m de altura y forman una maraña espesa, aunque flexible. Se presenta también un estrato abierto, de 20-30% de cobertura, de arbustos latifoliados sempervirentes,

con 3-5 m de alto, el diámetro de cuyas copas es de 1 m. Abundan los epífitos y son frecuentes las lianas, llegando a ascender éstas hasta los 15-30 m de altura; ambas formas biológicas son latifoliadas, sempervirentes.

PROCEDIMIENTO SEGUIDO EN LA EVALUACION DE LOS SISTEMAS

ESCOGENCIA Y DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Siguiendo el criterio de que la zona donde se fuera a ensayar la aplicación de los tres sistemas que eran el objeto de este análisis debería formar parte de una unidad geográfica bien definida,se creyó conveniente limitarla a una cuenca hidrográfica.

Entre las cuencas o sistemas de drenaje de Costa Rica, país donde se ha realizado este estudio, la cuenca superior y media del río Reventazón ofrece algunas ventajas que favorecían su escogencia para realizar este estudio.

a) La gran diversidad de ambientes que abarca dicha cuenca, lo cual hace factible encontrar muchas variaciones en la fisionomía de la vegetación y, además, muy diferentes usos de la tierra.

b) Existencia de un estudio previo sobre la vegetación de la zona (56), que delimita en ella nueve formaciones vegetales, según el sistema de Holdridge; el autor de dicho trabajo, Reark, logró caracterizar, mediante su composición florística, 17 asociaciones y 2 facies, y presenta una lista de especies de árboles para dichas categorías.

c) Facilidad de acceso, pues la Escuela para Graduados del IICA, donde el autor cursó sus estudios, tiene su asiento en Turrialba, población situada muy favorablemente dentro de dicha cuenca, y las vías de comunicación que parten de dicha localidad llegan a los sitios más distantes de la misma.

La superficie de la cuenca total del Reventazón es de 2787 km^2 (2), de los cuales esta investigación abarca alrededor de la mitad, área que coincide aproximadamente con el conjunto de la parte superior y de la parte media de la cuenca total (ver apéndice: Mapa de la vegetación y uso actual de la tierra).

Localización

El área de estudio está situada en la zona central de Costa Rica, y abarca la parte oriental de la llamada "meseta central" y las estribaciones de la misma que descienden hacia el Océano Atlántico.

Las coordenadas de los puntos geográficos extremos de la zona son, aproximadamente, las siguientes:

Extremo Norte. Punto situado en los alrededores de la Hacienda El Volcán, a 83° 47' de Longitud Oeste y 10° 00' de Latitud Norte, a unos 2700 m de altura.

Extremo Oeste. Punto situado en las cercanías de Copalchí, a 84° 02' de Longitud Oeste y 9° 49' de Latitud Norte, a unos 2000 m de altura.

Extremo Sur. Punto situado en la serranía Siberia, sobre la carretera Interamericana Sur, a 83° 43' de Longitud Oeste y 9° 33' de Latitud Norte, a unos 3150 m de altura.

Extremo Este. Punto situado sobre la serranía, perteneciente a la Cordillera de Talamanca, que divide las aguas de las hoyas de los ríos Reventazón y Pacuare, a 83° 36' de Longitud Oeste y 9° 46' de Latitud Norte, a unos 1500 m de altura.

A grandes rasgos, los límites de la zona pueden definirse así:

Partiendo de la Hacienda El Volcán, cerca de la cima del volcán Turrialba, hacia el Oeste, se sigue la línea de las cumbres hasta la cima del volcán Irazú (3432 m, el punto más alto de la zona), de donde se baja hacia el Suroeste por la divisoria de las aguas que corren hacia el Pacífico y hacia el Atlántico, pasando por el Alto de Ochomogo (1546 m), hasta llegar a las cercanías de Copalchí. De este punto se parte hacia el Sureste, hasta llegar a la carretera Interamericana Sur en el sitio de Casa Mata (1900 m), desde donde el límite sigue aproximadamente la propia carretera; el punto más elevado en este sector es el cerro Sákira (3417 m), en el páramo de Buena Vista de la cordillera

de Talamanca; por la línea de las cumbres de esta cordillera se sigue hasta el cerro Cuericí (3345 m) en el extremo Sureste de la zona. Desde este punto, rumbo hacia el Norte, se sigue la divisoria de aguas con la cuenca del río Pacuare, hasta llegar al punto extremo Este de la zona, desde donde, siguiendo la misma dirección Norte se toma la divisoria de aguas de los ríos Atirro y Tuis, ambos pertenecientes a la cuenca del Reventazón, hasta llegar a la desembocadura del último de los nombrados en el Reventazón. El límite continúa aguas abajo por el propio Reventazón, hasta llegar al lugar donde confluye el río Turrialba (500 m, el punto más bajo de la zona estudiada), desde donde se sigue hacia el Noroeste por la divisoria de aguas entre dicho río y el Guayabo, pasando por el alto del Varal (1200 m) hasta llegar al punto de partida, en la Hacienda El Volcán.

Aspectos geográficos

La cuenca superior y media del Reventazón está encerrada por las dos más grandes cadenas montañosas del país, la Cordillera Central, hacia la parte Norte y la Cordillera de Talamanca, al Sur, cuyas estribaciones hacia el Suroeste y hacia el Noroeste, respectivamente, forman un vértice que constituye el extremo occidental de la cuenca. La Cordillera de Talamanca también sirve de límite a la zona por el Este, así que el Reventazón se ve forzado a discurrir en dirección Nor-noreste hasta llegar al Atlántico.

La parte superior de la cuenca es sumamente accidentada. En dicha zona el Reventazón recibe el nombre de río Grande de Orosi, hasta el punto donde le llegan las aguas del río Humo. Otros ríos importantes que recibe en este trayecto son el Badilla, el Villegas, el Purisil, el Blanquillo y el Macho. La confluencia con este último se ha tomado como punto de partida de la cuenca media que, a diferencia de la anterior, presenta declives más suaves; en el

cauce del río,la pendiente en esta zona es, en promedio, del 1%. Esta parte media recibe, entre otros, a los ríos Navarro, Naranjo y Birrís. La desembocadura del río Pejibaye constituye el comienzo de la zona inferior de la cuenca; tanto la hoya de este río, así como las de los ríos Atirro y Turrialba, que también forman parte de la cuenca inferior, están incluídos en este estudio.

Tomando como referencia el inventario de recursos físicos de Costa Rica, del "AID Resources Inventory Center" (2), se resumirán algunas otras características de la cuenca.

En relación con el aspecto geológico, son rocas volcánicas las que constituyen casi todo el macizo de los volcanes Irazú y Turrialba: piroclastos y lavas no diferenciadas, del Cuaternario, en las zonas más altas, y lavas viejas, del Terciario, en las más bajas, llegando hasta el propio curso del Reventazón. La zona atravesada por el curso medio del Reventazón, incluyendo el valle de Turrialba, está constituída por rocas del Plioceno. El área de Cartago que, por cierto, está atravesada en dirección Noroeste-Sureste por una gran falla, está formada por rocas sedimentarias. Finalmente, toda la cuenca superior del Reventazón, encerrada por la cordillera de Talamanca, está constituída por areniscas del Mioceno y del Oligoceno, y presenta intrusiones granodioríticas del Mioceno.

En cuanto a los suelos, la zona presenta cuatro grandes grupos. Son latosoles los de la cuenca media, presentándose disecados, en declives, hasta la confluencia del Reventazón y el Pejibaye, y ondulados en el valle de Turrialba. Suelos andosoles y regosoles en declive ocurren en la zona de Cartago; suelos del mismo grupo, pero disecados y escarpados, en las zonas elevadas del macizo del Irazú y del Turrialba. Finalmente, los litosoles son los suelos que dominan en toda la cuenca superior del río Reventazón y en las cimas del Irazú y del Turrialba.

Las zonas climáticas de la región, según la clasificación de Köppen, son las siguientes: zona de clima tropical lluvioso (AFw"), que cubre las partes poco elevadas de la cuenca media del Reventazón, incluyendo el valle de Turrialba, y se extiende hasta el Atlántico; esta zona se caracteriza por sus valores elevados de temperatura y precipitación, y por la variación estacional mínima de ambos factores; en el mes más frío, la temperatura supera a los 18°C y en el de menor precipitación, caen 600 mm o más de lluvia. Zona de clima templado húmedo (Cfa), incluye la cuenca superior del Reventazón hasta la divisoria de aguas con las cuencas que llegan hasta el Pacífico; en ella no hay una estación seca definida; la temperatura media del mes más frío es inferior a los 18°C pero superior a los -3°C; el verano es cálido, siendo la temperatura superior a los 22°C en el mes más caluroso; en el mes más seco llueve, sin embargo, más de 300 mm. Zona templada lluviosa (Cw'a), que abarca las estribaciones del macizo del Irazú y del Turrialba, incluyendo el área de Cartago; en esta zona se presentan inviernos secos y la diferencia entre meses lluviosos y secos es notable; la temperatura media del mes más frío es inferior a los 18°C pero superior a los -3°C; en el mes más caluroso, la temperatura sube de los 22°C.

Alrededor de la mitad de la cuenca está cubierta por bosques inexplotados, pero también hay una parte apreciable, que cada día aumenta, sobre todo en el sector de la carretera Interamericana Sur, cuyos bosques están siendo explotados en forma primitiva e incontrolada. En las zonas que soportan actividades agrícolas, las cuales corresponden al sector medio de la cuenca, los cultivos principales son el café, la caña de azúcar, el frijol, la papa, el maíz, etc. En las zonas más elevadas del macizo del Irazú y del Turrialba, la actividad más importante es la cría de ganado lechero.

La población que tiene su asiento en la cuenca se eleva aproximadamente a los 150.000 habitantes, siendo las localidades principales: Cartago, capital de la provincia del mismo nombre (la mitad de cuya superficie corresponde a esta cuenca), Turrialba, Paraíso, Orosi, Juan Viñas y Pacayas.

La zona está surcada por dos carreteras importantes: el sector de la carretera Interamericana Sur que, viniendo de San José, pasa por Cartago y recorre la línea divisoria de aguas que constituye el límite sur de la cuenca; y la troncal que, viniendo también de Cartago, pasa por Turrialba y sigue hasta Siquirres, población situada en la cuenca inferior del Reventazón.

MATERIALES Y METODOS

Para llevar a cabo la fase de este estudio correspondiente a la evaluación de los tres sistemas de descripción de la vegetación, se utilizaron las cartas topográficas y las fotografías aéreas de la zona*/. Igualmente, un estereoscopio, un diseñador y diversos instrumentos para efectuar las observaciones en el campo: altímetro, clinómetro, cinta métrica, cinta diamétrica.

En cuanto al procedimiento seguido para la selección y estudio de los sitios en los cuales se efectuó luego la descripción de la vegetación, puede enunciarse de la siguiente manera.

Mediante el análisis estereoscópico de las fotografías aéreas de la zona, se logró definir algunas grandes unidades de vegetación (Apéndice: Mapa de vegetación y uso actual de la tierra). Se procuró entonces escoger algunos sitios representativos de las principales unidades así definidas y que al mismo tiempo cubrieran, en lo posible, la mayoría de las formaciones vegetales que, en la misma zona y siguiendo el sistema de Holdridge, delimitó Reark (56) y posteriormente rectificó Tosi (64). De esta manera se trató de lograr que

*/ En el apéndice de este trabajo se ofrece la lista detallada de los materiales e instrumentos utilizados para la delimitación de las unidades de vegetación.

los sitios seleccionados, los cuales fueron diez en total, abarcaran comunidades vegetales bastante diversas, tanto por las condiciones del ambiente en que se desarrollaban, como por sus propias características fisionómicas generales,

Antes de efectuar las salidas al campo se estudiaron detenidamente los tres métodos escogidos, debiéndose advertir que el autor no poseía un conocimiento previo de ninguno de ellos en particular. Se prepararon luego sendos formularios para registrar la vegetación en el campo, según los métodos de Dansereau y Larson (Cuadros X y XI). Se decidió no elaborar en el campo los diagramas para la representación de las comunidades vegetales según el sistema de Dansereau, por considerarse que ello exigiría demasiado tiempo, además de que resultaría sumamente incómodo utilizarlos en esa forma; en su defecto, se preparó el mencionado formulario, adaptado del registro fitocenológico de Küchler (Cuadro III) que fue, a su vez, el usado en el caso del sistema correspondiente.

El orden que se seguiría para la utilización de los tres métodos en cada sitio de estudio se escogió al azar, con el fin de que el tiempo empleado en la descripción de la fitocenosis con cada uno de ellos no se afectara favorable o desfavorablemente si fuera a seguirse siempre el mismo orden de empleo.

Ya en el terreno, se señalaba la localización del sitio en la fotografía aérea y en el mapa respectivo, se tomaban la altura, rumbo y pendiente, se medía el área de estudio y se hacían otras observaciones generales antes de proceder a tomar nota de las características de la fitocenosis, siguiendo cada uno de los métodos en el orden preestablecido. Se anotaba siempre el tiempo empleado para efectuar las observaciones requeridas en cada etapa del método correspondiente, con el fin de recabar en esta forma un dato útil para la evaluación de los sistemas; sin embargo, como puede observarse en el Cuadro XII, no hubo diferencias notables a este respecto entre uno y otro sistema,

CUADRO X. Formulario para describir la vegetación, utilizando el sistema de Dansereau.

Localidad:_____ Fecha:_____

Análisis Estructural

Formas biológicas / Estratificación	W plantas leñosas, erectas	L plantas leñosas, trepadoras o decumbentes	E epífitos	H hierbas	M brioides y costras
7 = > 25 m.					
6 = 10 -25 m.					
5 = 8 -10 m.					
4 = 2 - 8 m.					
3 = 0,5 - 2 m.					
2. = 0,1 -0,5 m.					
1 = 0,0 -0,1 m.					

Forma y tamaño de las hojas: a = áfilas; n = agujas, espinas, o escamas; g = graminoides; a = latifoliadas: medianas o pequeñas; h = latifoliadas: grandes; v = compuestas; q = taloides.

Textura de las hojas: o = áfilas; f = pelúcidas; z = membranosas; x = esclerófilas; k = suculentas o fungoides.

Periodicidad: d = deciduas o efímeras; s = semideciduas; e = sempervirentes; j = suculentas sempervirentes ~ áfilas sempervirentes.

Cobertura: b = muy esparcida; i = interrumpida, discontinua; p = en manchas o grupos; c = continua.

Notas

CUADRO XI. Formulario para describir la vegetación, utilizando el sistema de Larson.

Registro No. _____

Localidad _____ Fórmula _____

Fecha _____

Alturas	Forma biol.	Abundancia	Distribución	Estratificación	Periodicidad	Caract. hojas	Diámetro (mediana)	Espaciamiento	Tronco y raíces	Elasticidad	Molestias y peligros	Diámetros
1. < 0,3 m.												
2. 0,3 - 1 m.												
3. 1 - 3 m.												
4. 3 - 5 m.												
5. 5 - 15 m.												
6. 15 - 30 m.												
7. 30 - 45 m.												
8. > 45 m.												

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	Sitio 9	Sitio 10
Medición del área y datos generales	20'+	30'+	25'	20'+	5'+	45'	20'	15' +	15'	5'
Sistema de Küchler	20'	10'	10'	15'	10'	10'	5'	15'	5'	5'
Sistema de Dansereau	20'	10'	10'	15'	10'	10'	5'	10'	10'	5'
Sistema de Larson (excluyendo medición de diámetros de los árboles)	30'	10'	10'	20'	10'	10'	5'	15'	10'	5'
Sistema de Larson (diámetros de los árboles)	25'+	15'+	20'	30'+	-	60'	20'	30'+	-	-

+ Tiempo empleado por dos personas trabajando conjuntamente.

CUADRO XII. Tiempo empleado (en minutos) en la obtención de los datos de campo para la descripción de la vegetación, con cada uno de los tres sistemas utilizados.

si se exceptúa el hecho de que el método de Larson siempre exigió un tiempo adicional bastante grande para poder efectuar las mediciones de los diámetros.

LOS SITIOS ESTUDIADOS

Los sitios seleccionados para llevar a cabo las descripciones aparecen señalados en el mapa de vegetación y uso actual de la tierra (Apéndice).

Seguidamente se presenta la lista de dichos sitios, en el mismo orden en el que fueron estudiados, citándose en cada caso el tipo de vegetación estudiado, la localización aproximada y la zona de vida del esquema de Holdridge en la cual están situados, según Tosi (64).

Sitio No. 1. Bosque en la margen izquierda del río Reventazón, cerca de las instalaciones del IICA, Turrialba. Bosque húmedo tropical */.

Sitio No. 2. Bosque situado en la zona de las fuentes del río Turrialba, en las faldas del volcán del mismo nombre. Bosque pluvial montano.

Sitio No. 3. Vegetación baja en una zona cercana a Cervantes, junto a la carretera que conduce a Paraíso. Corresponde al bosque muy húmedo montano bajo.

Sitio No. 4. Bosque en la zona de Salsipuedes, junto a la carretera Interamericana Sur (vía San Isidro del General). Corresponde al bosque pluvial montano bajo.

Sitio No. 5. Matorral en la zona del cerro Zacatales, junto a la carretera Interamericana Sur. Corresponde al bosque o matorral pluvial montano.

Sitio No. 6. Bosque de Florencia, cerca de Turrialba. Corresponde al bosque muy húmedo premontano.

Sitio No. 7. Zona de pastoreo arbolada, junto a la carretera que va de Cartago al volcán Irazú. Corresponde al bosque o matorral muy húmedo montano.

*/ Es probable que se trate más bien del bosque muy húmedo premontano.

Sitio No. 8. Bosque en la margen derecha del río Grande de Orosi, aguas abajo de la confluencia con el río Humo. Corresponde al bosque pluvial montano bajo.

Sitio No. 9. Vegetación herbácea de las orillas de una laguna situada junto a la carretera que va de Capellades a Santa Cruz. Corresponde al bosque pluvial montano bajo.

Sitio No. 10. Vegetación de la propia laguna mencionada.

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los sitios estudiados. Para cada sitio se incluyen: la localización general, según los datos del registro fitocenológico de Küchler; las fórmulas y descripciones de la fitocenosis, siguiendo cada uno de los tres sistemas (también los diagramas correspondientes, en el caso de Danserau); y algunas observaciones particulares en cada caso. Debe recalcarse que se utilizaron las categorías y términos particulares a cada sistema, con el fin de facilitar aún más la comparación de la información obtenida con cada uno de ellos.

Sitio No. 1.

Localidad: Margen izquierda del río Reventazón, al Este del edificio principal de la Escuela para Graduados del IICA, Turrialba.

Altitud sobre el nivel del mar: 550 metros.

Exposición: N 18° E. Pendiente: 7%.

Paisaje: Bosque situado a mediana altura, en el flanco izquierdo del cañón por el cual corre el río Reventazón.

Fecha: 3 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 I.

Fotografía aérea No. 6802.

Tipo y tamaño de la muestra: Cuadrado de 400 m^2.

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: B7iCX B6i5i T14r

Bosque constituído por árboles latifoliados sempervirentes en tres estratos interrumpidos, sus alturas varían, respectivamente, entre 20-35 m, 10-20 m y 5-10 m y la cobertura, en cada uno de ellos, es del 50-75%. Principalmente los dos estratos superiores exhiben epífitos y lianas. En el sotobosque se presentan estípites de hojas grandes, que cubren entre 6 y 25% del área a una altura de 2-5 m.

Observaciones: 1) Hubiera sido interesante haber podido señalar la presencia de raíces tabulares en los árboles del estrato superior y de espinas en los estípites; sin embargo, Küchler concede libertad para utilizar algún símbolo especial con el que se designen dichas características.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

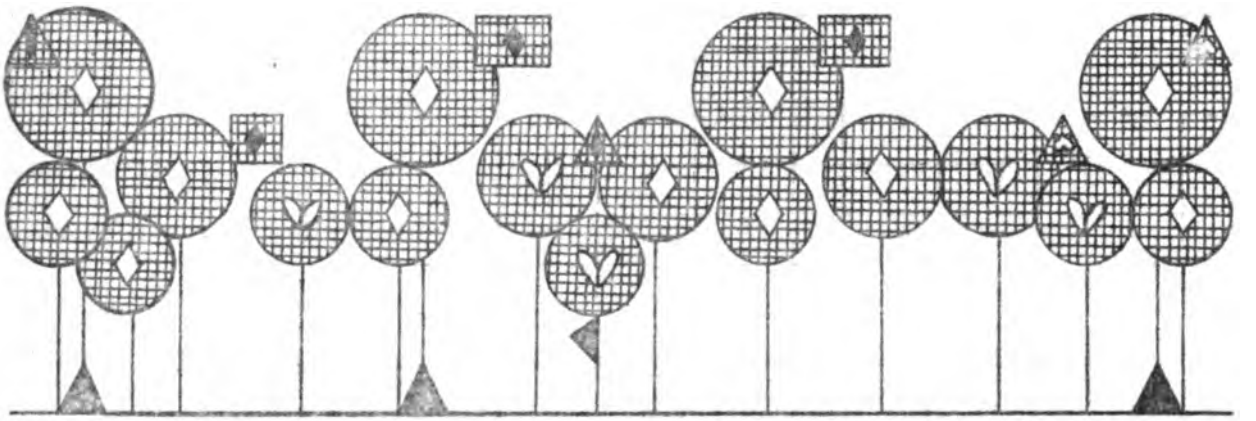
Ver diagrama correspondiente en la Figura 6.

Fórmula: W7eazi L7eaxi E7eg(h)x(z)i

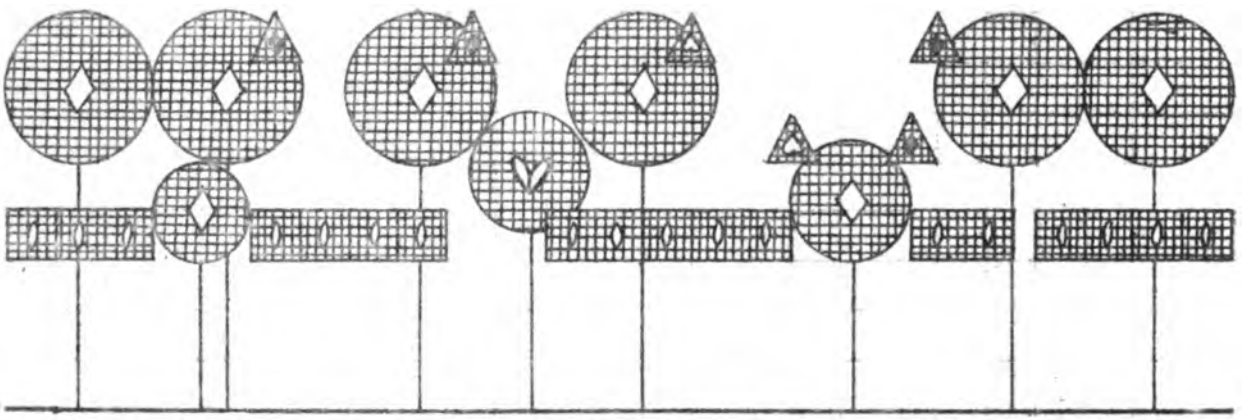
W6ea(v)zi L6eaxi E6eg(h)x(z)i

W5ea(v)zi W4ev(a)zi

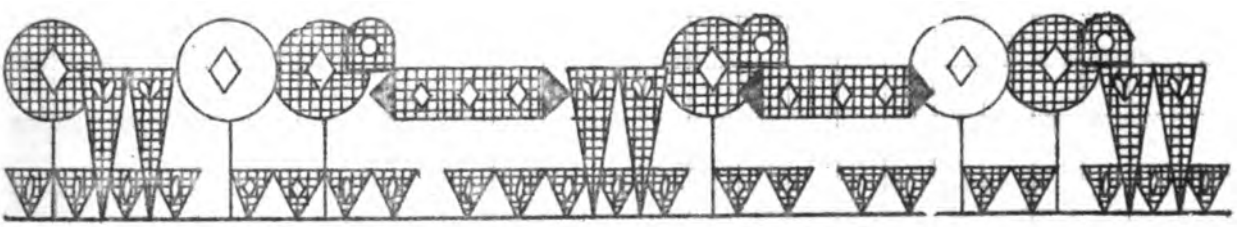
Bosque constituído por tres estratos discontinuos de plantas leñosas erectas, latifoliadas, sempervirentes, con hojas medianas y membranosas. El primer estrato supera los 25 m y la mayoría de sus árboles tienen raíces tabulares. Tanto en éste como en el siguiente estrato se presentan muchos epífitos sempervirentes de hojas graminoides y esclerófilas y otros de hojas grandes y membranosas; también llegan a estos dos estratos, lianas latifoliadas sempervirentes, de hojas medianas y esclerófilas. En el segundo estrato, de 10-25 m, y en el tercero, de 8-10 m, se presentan a veces individuos con hojas compuestas y membranosas. Existe todavía un estrato más bajo, discontinuo, de 2-8 m, cuyos componentes son sempervirentes



Sitio No. 1. W7eazi L7eaxi E7eg(h)x(z)i
W6ea(v)zi L6eaxi E6eg(h)x(z)i
W5ea(v)zi W4ev(a)zi



Sitio No. 2. W7eazi E7ea(h)x(z)i W6ea(v)zi E6ea(h)x(z)i
W5eazi L4egzc



Sitio No. 3. W4e(d)azi M4eqzi L3eazp H3evzp H1eg(a)zc

FIGURA 6. Diagramas que representan las fitocenosis de los Sitios 1, 2 y 3, según el sistema de Dansereau.

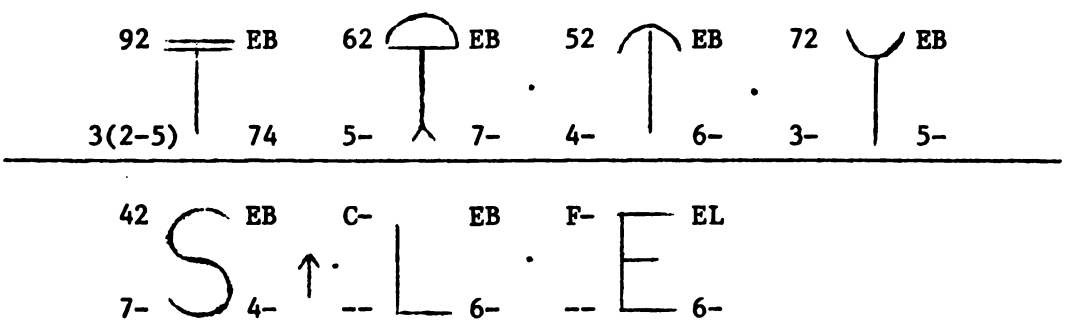
y tienen hojas membranosas, en su mayoría compuestas, tratándose en este caso de especies que presentan espinas en los tallos, pero también se presentan otros individuos de hojas medianas, simples y membranosas.

Observaciones: 1) Una característica importante de esta fitocenosis es la presencia de estípites, los cuales, utilizando este método, deben incluirse junto con el resto de la vegetación leñosa y pasan, por tanto, desapercibidos.

2) Es ilógico que la vegetación leñosa del estrato inferior, con una cobertura menor del 25%, deba clasificarse como interrumpida, al igual que los estratos superiores, que tienen coberturas mayores al 50%.

3) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



Bosque con tres estratos arbóreos, constituídos por latifoliadas sempervirentes, que en conjunto presentan una cobertura de 90-100%, los diámetros de sus troncos oscilan entre 5,50 y 60 cm (diámetro de la mediana, 12,5 cm) y el espaciamiento entre éstos es de 2-3 m. Cobertura: estrato superior, 60-70%; intermedio, 50-60%; inferior, 70-80%. Altura: estrato superior, 30-45 m; intermedio, 15-30 m; inferior, 5-15 m. Diámetro de los troncos: estrato superior, 35 cm; estrato medio, 17 cm; inferior, 8 cm. Existe un estrato bajo, de 3-5 m de altura y cobertura de 40-50%, constituído por arbustos latifoliados sempervirentes, muchos de ellos armados,

con un diámetro promedio de copa de 200 cm. En la fitocenosis también hay lianas y epífitos, ambos sempervirentes; las primeras son más bien escasas y latifoliadas, los segundos son frecuentes y sus hojas son lineares.

Observaciones: 1) Este sistema tampoco ofrece la posibilidad de señalar la presencia de los estípites, tan notable en esta fitocenosis.

Sitio No. 2.

Localidad: Fuentes del río Turrialba, al Sur de La Esperanza, en las faldas del volcán Turrialba.

Altitud sobre el nivel del mar: 2700 m.

Exposición: E. Pendiente: 75%.

Paisaje: Bosque en una ladera muy empinada, perteneciente a una de las cuencas receptoras del río Turrialba.

Fecha: 9 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 IV.

Fotografía aérea No. 6798.

Tipo y tamaño de la muestra: Cuadrado de 400 m^2.

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: B7iX B6r5r V5c

Bosque constituído por árboles latifoliados sempervirentes, cuyo estrato superior, de 20-35 m, es interrumpido, con una cobertura de 50-75%; siguen otros árboles en escaso número, unos con altura de 10-20 m y cobertura entre el 6 y 25%, y otros, con altura de 5-10 m e igual cobertura. Abundan los epífitos, sobre todo en el estrato superior. Hay un estrato continuo de bambúes, que llega a los 5-10 m de altura, con una cobertura de más de 75%.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau. Ver diagrama correspondiente en la Figura 6.

Fórmula: W7eazi E7ea(h)x(z)i W6ea(v)zi E6ea(h)x(z)i

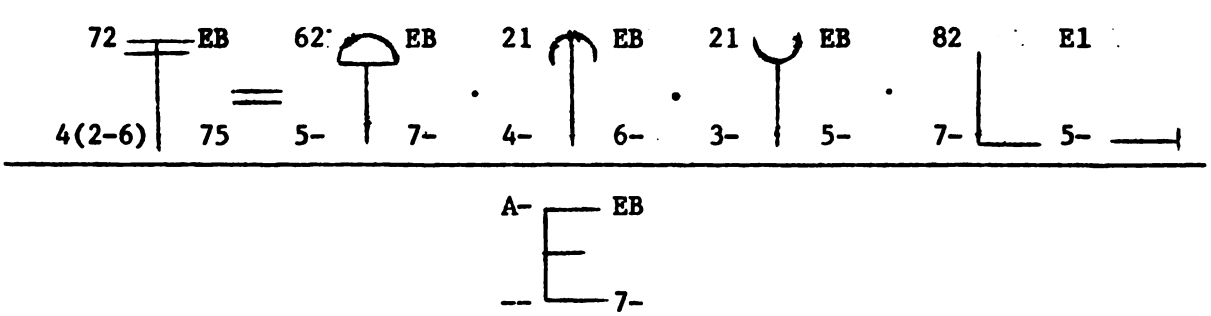
W5eazi L4egzc

Bosque constituído por tres estratos discontinuos de plantas leñosas erectas, latifoliadas, sempervirentes, con hojas medianas y membranosas, aunque algunos de los árboles de tamaño intermedio presentan hojas compuestas. El primer estrato sobrepasa los 25 m de altura, y los siguientes niveles se encuentran entre 10-25 m y 8-10 m, respectivamente.Crecen sobre sus ramas epífitos sempervirentes, de hojas medianas y esclerófilas, y otros de hojas grandes y membranosas. Finalmente, entre 2 y 8 m de altura, se desarolla un estrato continuo de leñosas decumbentes, sempervirentes, con hojas graminoides y membranosas.

Observaciones: 1) Nuevamente se presenta una imagen errónea de la fitocenosis, al tener que designarse bajo la misma categoría sinusias que tienen más del 50% de cobertura y otras con menos del 25%.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



Bosque multistrato constituído por latifoliadas sempervirentes, cuyo conjunto tiene una cobertura de 70-80%, los diámetros de sus troncos oscilan

entre 6,50 y 70 cm (diámetro de la mediana, 19 cm) y el espaciamiento entre troncos es de 3-7,5 m. Cobertura: estrato superior, 60-70%; intermedio, 20-30%; inferior, también de 20-30%. Altura: estrato superior: 30-45 m; intermedio, 15-30 m; inferior, 5-15 m. Diámetro de los troncos: estrato superior, 50 cm; estrato medio, 19 cm; inferior, 9,5 cm. Se presenta una maraña rígida, con cobertura de 80-90%, que alcanza hasta los 5-15 m de altura, y está constituída por vegetación decumbente sempervirente, de hojas lineares, siendo el diámetro de sus macollas, en promedio, de 2 m. En el estrato superior abundan epífitos sempervirentes de hojas latifoliadas.

Observaciones: 1) Larson no especifica que la vegetación decumbente se incluya con las lianas, pero parece ser ésta, entre las formas biológicas que presenta este autor, aquella en la que mejor encajan los bambúes que ocurren en esta fitocenosis.

Sitio No. 3.

Localidad: Cercanías de Cervantes, al lado derecho de la carretera que conduce a Paraíso.

Altitud sobre el nivel del mar: 1500 m.

Exposición: E 81° S. Pendiente: 15%.

Paisaje: Vegetación baja en terrenos ondulados y pedregosos; faldas del volcán Irazú.

Fecha: 12 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 IV.

Fotografía aérea No. 6766.

Tipo y tamaño de la muestra: Cuadrado de 400 m^2 .

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: S5iX B3p H13p Gs1c

La fitocenosis está constituída por un estrato superior, interrumpido, de 5-10 m de alto, con cobertura de 51-75%; sus componentes son latifoliados, semideciduos, y presentan vegetación epifítica. Un estrato de 0,5-2 m de altura se presenta en manchones y es de vegetación leñosa, latifoliada, sepervirente, con una cobertura de 26-50%; hay también latifoliadas herbáceas de 0,5-2 m de altura, de hojas grandes e igual cobertura y, finalmente, graminoides de menos de 0,1 m de alto, hojas pequeñas y de más de 75% de cobertura.

Observaciones: 1) Pasa desapercibida la presencia de líquenes en los troncos de los árboles, pues se señalan también dentro de la categoría de epífitos. Se podría, sin mayor problema, introducir una pequeña modificación en la simbología de este sistema, como hiciera Dansereau (25), en el sentido de utilizar el mismo símbolo de brioides para designar,tanto los que crecen en el suelo o las rocas como los que se extienden sobre los troncos; de esta manera, la fórmula de Küchler pasaría a ser en este caso así: "S5iL", con lo cual se indicaría que se presentan líquenes en el estrato arbóreo.

2) La vegetación leñosa decumbente, como la que se presenta en esta fitocenosis, está incluída, según el sistema de Küchler, dentro del grupo general de vegetación leñosa, pues el signo de las lianas (C), plantas que considera como una forma biológica especial, debe acompañar siempre a la categoría de vegetación leñosa sobre la cual se encuentra; no puede entonces proporcionarse una idea real de la vegetación decumbente. Podría solucionarse esta dificultad en una forma parecida a la que se propone en el punto

anterior, pero se trata ahora de que el signo "C" pueda usarse, no sólo acompañando a la vegetación leñosa, sino separadamente; en este caso, por ejemplo, en vez de "P3p", se expresaría esa sección de la presente fórmula así: "L3p".

3) Otra vez se nota en este caso la falta de signos para señalar la presencia de espinas en algunos componentes de la fitocenosis (ver Descripción No. 1).

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

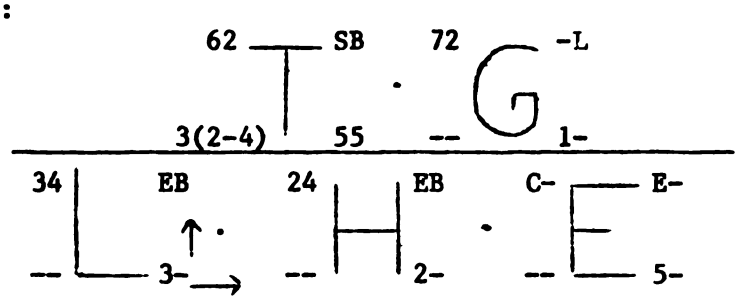
Ver diagrama correspondiente en la Figura 6.

Fórmula: W4e(d)azi M4eqzi L3eazp H3evzp Hleg(a)zc

Fitocenosis constituída por un estrato discontinuo de plantas leñosas erectas, latifoliadas, sempervirentes, con hojas medianas y membranosas; su altura va de 2-8 m. En dicho estrato se presentan también plantas deciduas, pero los caracteres de sus hojas son similares a los de las especies antes nombradas. Sobre las ramas de la vegetación leñosa crecen brioides. Entre 0,5 y 2 m ocurren manchones de vegetación leñosa decumbente, latifoliada, sempervirente, de tallo y follaje armados y hojas membranosas. A la misma altura se presentan también pequeños manchones de hierbas sempervirentes, con hojas compuestas. Y finalmente, hay un estrato herbáceo continuo, de menos de 0,1 m de alto, cuyos individuos son sempervirentes, de hojas graminoides y membranosas en su mayoría, aunque los hay tembién latifoliados.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



Fitocenosis constituída por un estrato único de árboles latifoliados semi deciduos, con cobertura de 60-70%, altura de 5-15 m, diámetro de los troncos de 4-18 cm (diámetro de la mediana, 8 cm) y espaciamiento entre ellos de 3-7,5 m. El otro estrato importante está constituído por graminoides, con cobertura de 70-80%. También se presenta una maraña flexible, de 1-3 m de alto y 30-40% de cobertura, constituída por lianas armadas, latifoliadas, sempervirentes; igualmente, hierbas latifoliadas, sempervirentes, de 0,3-1 m de alto y cobertura de 20-30%; ambas formas biológicas se presentan en manchones o grupos. Finalmente, hay escasos epífitos, sempervirentes, sobre las ramas de los árboles.

Observaciones: 1) Al igual que en el sistema de Küchler, pasan desapercibidos los líquenes que crecen en los troncos de los árboles. Siguiendo a Dansereau, podría incluirse en la categoría de características de las hojas, un signo para indicar hojas de aspecto taloide, que podría entonces usarse para calificar a los símbolos de la forma biológica de epífitos y así indicar la presencia de los líquenes.

2) La vegetación decumbente ha ocasionado de nuevo una dificultad para su designación, la cual se ha resuelto en la misma forma que en la Descripción No. 2.

Sitio No. 4.

Localidad: Zona de Salsipuedes, margen izquierda de la carretera Interamericana Sur (Cartago-San Isidro del General).

Altitud sobre el nivel del mar: 2670 m.

Exposición: S 18° W. Pendiente: 30%.

Paisaje: Bosque situado en un terreno ondulado, en la cima de una pequeña elevación.

Fecha: 15 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3444 IV.

Fotografía aérea No. 2603.

Tipo y tamaño de la muestra: Cuadrado de 625 m^2.

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: B8iCX B7i5r Th3p H13r L1r

Bosque constituído por árboles latifoliados sempervirentes, cuyo estrato superior, que sobrepasa los 35 m de alto, es interrumpido, con una cobertura de 51-75%; siguen un estrato también interrumpido de 20-35 m de alto y otros árboles que cubren sólo el 6-25% del área, con una altura de 5-10 m. En estos estratos se presentan lianas y epífitos, sobre todo en el superior. Hay manchones, con cobertura de 26-50% y 0,5-2 m de altura, constituídos por estípites de hojas esclerófilas. Igualmente hay latifoliadas herbáceas, de hojas grandes, con la misma altura y una cobertura de 6-25%, así como también brioides que crecen en manchones de menos de 0,1 m de alto y cobertura de 6-25%.

Observaciones: 1) En esta fitocenosis también se presentan raíces tabulares, que no pueden ser debidamente indicadas. Es el mismo caso de la Descripción No. 1.

2) Los brioides (en esta fitocenosis, musgos), que son tan abundantes encima de los árboles, merecen ser señalados específicamente, como los que se presentan en el Sitio No. 3. Además, en este caso específico ni siquiera son señalados como epífitos en la clase de altura 5, en la cual abundan, porque son aún más evidentes los epífitos de otros tipos que ocurren en la clase 8. También sería interesante señalar aquí el hecho de que, si bien los musgos abundan más sobre los troncos situados entre 5 y 10 m de altura, no se trata aquí sólo de los troncos de la vegetación

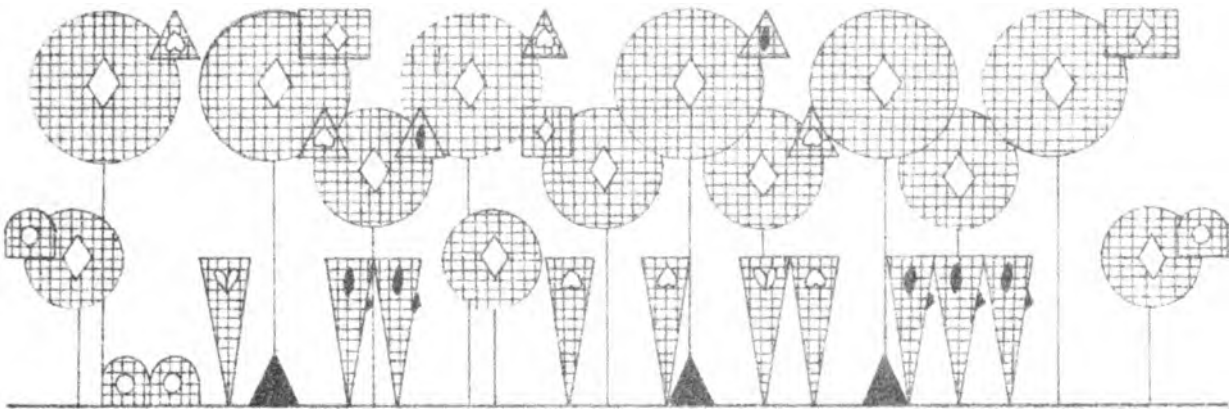
leñosa de esa altura, sino también de los de las demás formas biológicas superiores, pero a ese mismo nivel. Podría indicarse claramente esta circunstancia colocando el signo correspondiente (L), después de la forma biológica "B5r" (como se aconseja en la Descripción No. 3), pero indicando además entre paréntesis las clases de altura de las otras formas biológicas en las cuales se presentan los musgos, en este caso, "B5rL(78)". Esta misma solución se propone para el caso de otros epífitos y lianas que se presenten en circunstancias similares.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

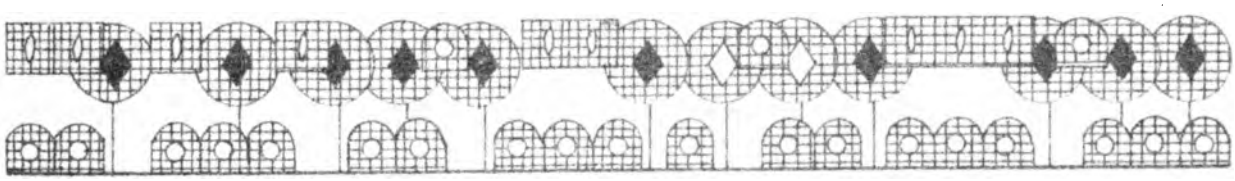
Ver diagrama correspondiente en la Figura 7.

Fórmula:	W7eazi	L7eazi	E7eh(g)z(x)i	
	W6eazi	L6eazi	E6eh(g)z(x)i	
	W4eazi	M4eqzi	H3eh(v)zi(egxp)	Mleqzp

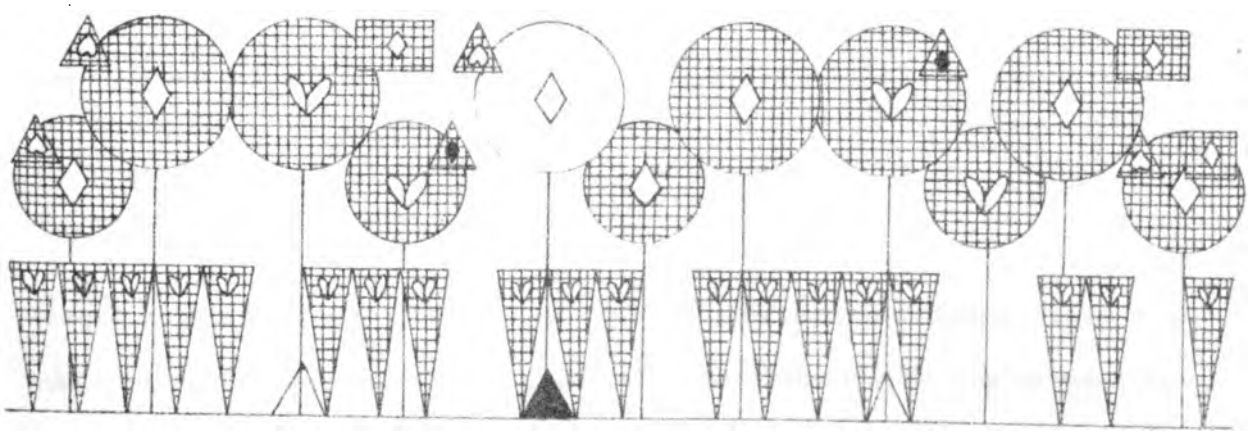
Bosque formado por un estrato superior continuo y dos más bajos, de plantas leñosas erectas, latifoliadas, sempervirentes, con hojas medianas y membranosas; los árboles del estrato superior miden más de 25 m y presentan con frecuencia raíces tabulares en la base de su tronco; los componentes de los otros estratos miden, respectivamente, entre 10 y 25 m y entre 2 y 8 m de altura. En los estratos superiores se presentan lianas latifoliadas, sempervirentes, de hojas medianas y membranosas, y epífitos sempervirentes de hojas grandes y membranosas, aunque algunos de estos últimos tienen hojas graminoides y esclerófilas. Sobre los troncos de los árboles también se presentan brioides. En el sotobosque existe una vegetación herbácea de 0,5-2 m de alto; algunos de sus componentes, de hojas graminoides y esclerófilas, crecen formando manchones, también los hay de hojas grandes y otros, en fin, de hojas compuestas, en ambos casos de textura membranosa y formando en conjunto un estrato



Sitio No. 4. W7eazi L7eazi L7eh(g)z(x)i
W6eazi L6eazi L6eh(g)z(x)i
W4eazi M4eqzi H3eh(v)zi(egxp) M1eqzp



Sitio No. 5. W3eaxi(eazp) M3eqzi L3egzp M1eqzc



Sitio No. 6. W7ea(v)zc(dazb) L7eazi L7eh(a)z(x)i
W6ea(v)zi L6eazi L6eh(a)z(x)i H3evzc

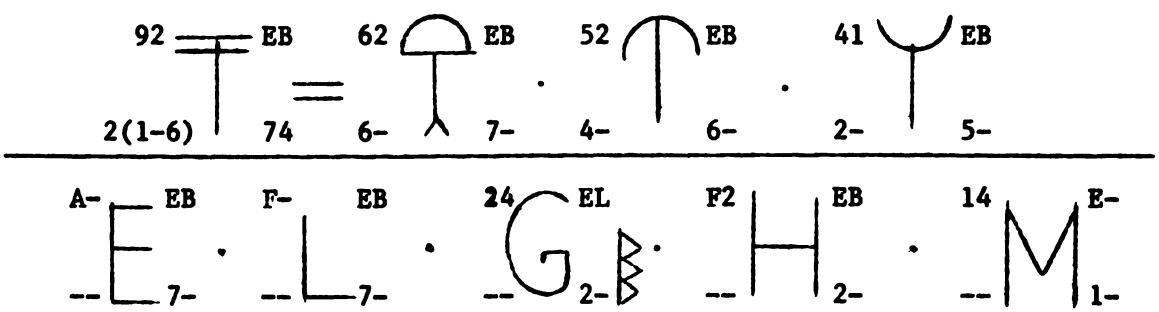
FIGURA 7. Diagramas que representan las fitocenosis de los Sitios 4, 5 y 6, según el sistema de Dansereau.

interrumpido. Finalmente, se encuentra un estrato de brioides de menos de o,1 m de alto, agrupados en manchones.

Observaciones: 1) También se presenta con este sistema un problema para indicar que los musgos epífitos, no sólo crecen sobre los troncos de la clase de altura 4, sino también en los más altos, aunque a la misma altura sobre el nivel del suelo (entre 2 y 8 m). Se propone usar el mismo artificio ya indicado en el caso del sistema de Kuchler, cual es el de colocar entre paréntesis las otras clases de altura afectadas; en este caso sería "M4eqzi(67)". En relación con los diagramas, se colocaría el símbolo respectivo encima del símbolo de la forma biológica hospedadora, a cualquier altura que sea necesario.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



Bosque multistrato constituído por latifoliadas sempervirentes, cuyo conjunto tiene una cobertura de más de 90%, los diámetros de sus troncos oscilan entre 1,5 y 120 cm (diámetro de la mediana, 6 cm) y el espaciamiento entre troncos es de 2-3 m; los ejemplares del estrato superior exhiben a veces raíces tabulares. Cobertura: estrato superior, 60-70%; intermedio, 50-60%; inferior, 40-50%. Altura: estrato superior, 30-45 m; intermedio, 15-30 m; inferior, 5-15 m. Diámetro de los troncos: estrato superior, 65 cm; intermedio, 17 cm; inferior, 4 cm. Abundan, sobre todo en el estrato

superior, epífitos latifoliados sempervirentes, y hasta esa altura llegan también, en número frecuente, lianas latifoliadas sempervirentes. Hay un estrato de graminoides de hojas cortantes, de 0,3-1 m de altura, que crecen en manchones de 20-30% de cobertura; otro, de la misma altura, de latifoliadas herbáceas sempervirentes que se presentan con bastante frecuencia; y finalmente, un estrato de manchones de brioides con 10-20% de cobertura y menos de 0,3 m de altura.

Observaciones: 1) La presencia de brioides epifíticos, en este caso musgos, pasa nuevamente desapercibida, como ha sucedido en la Descripción No. 3.

Sitio No. 5.

Localidad: Zona del cerro Zacatales, lado izquierdo de la carretera Interamericana Sur (Cartago-San Isidro del General).

Altitud sobre el nivel del mar: 3340 m.

Exposición: E. Pendiente: 40%.

Paisaje: Matorral en la falda de una elevación.

Fecha: 15 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3444 IV.

Fotografía aérea No. 6332.

Tipo y tamaño de la muestra: Transección de 10 m x 4 m.

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: Bhs3iX Bws3r V3p L1c

Vegetación leñosa de latifoliadas sempervirentes, que forma un estrato de 51 a 75% de cobertura, entre 0,5 y 2 m de alto; sus integrantes tienen hojas esclerófilas y pequeñas y en sus tallos se presentan epífitos. A la misma altura se presentan manchones de otras latifoliadas sempervirentes,

también de hojas pequeñas, pero membranosas, que cubren entre 6 y 25% de la superficie, así como grupos de bambúes que cubren entre 26 y 50% de la superficie. A menos de 0,1 m de altura crecen brioides que cubren más del 75% del área.

Observaciones: 1) Al igual que en los Sitios Nos. 3 y 4, son importantes los brioides que crecen sobre las ramas de la vegetación leñosa y, sin embargo, sólo aparecen señalados como epífitos.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

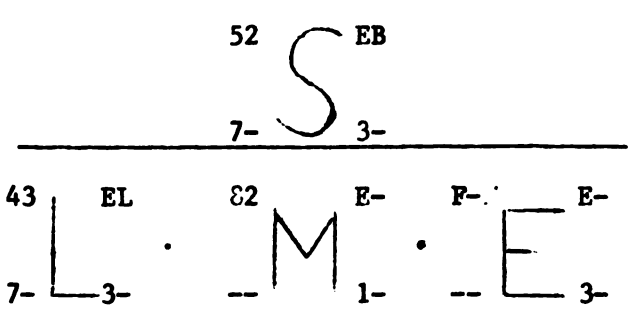
Ver diagrama correspondiente en la Figura 7.

Fórmula: W3eaxi(eazp) M3eqzi L3egzp M1eqzc

El conjunto de la fitocenosis llega a una altura que oscila entre 0,5 y 2 m de altura y en ella se pueden distinguir plantas leñosas erectas, latifoliadas, sempervirentes, de hojas pequeñas y esclerófilas, que forman un estrato interrumpido, entre el cual crecen manchones de la misma forma biológica, pero de hojas pequeñas y membranosas; encima de los tallos de esta vegetación leñosa crecen brioides sempervirentes. También a la misma altura se presentan manchones de vegetación leñosa decumbente, sempervirente, de hojas graminoides y membranosas. Finalmente, a menos de 0,1 m de altura, se presenta un estrato continuo de brioides sempervirentes.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



La fitocenosis que, en su conjunto forma una maraña rígida, llega a una altura promedio de 1-3 m y está constituída por vegetación arbustiva latifoliada, sempervirente, que, con sus copas de unos 200 cm de diámetro, cubre entre el 50 y 60% de la superficie. Concurre, además, vegetación leñosa decumbente, sempervirente, cuyas macollas cubren entre 40 y 50% de la superficie, y sus hojas son lineares. Sobre la vegetación arbustiva crecen con frecuencia epífitos. Finalmente, se presenta un tapiz de 80-90% de cobertura, y menos de 0,3 m de altura, constituído por brioides sempervirentes.

Observaciones: 1) Al igual que en las Descripciones Nos. 3 y 4, pasa desapercibida la presencia de brioides epifíticos, que aparecen señalados como epífitos en general.

2) Se ha vuelto a señalar en este caso la vegetación decumbente con el símbolo de las lianas, como se ha hecho en las Descripciones Nos. 2 y 3.

Sitio No. 6.

Localidad: Terrenos al Sureste de la localidad de Florencia, zona de Turrialba.

Altitud sobre el nivel del mar: 730 m.

Exposición: N 9° E. Pendiente: 15%.

Paisaje: Bosque en la cima de una elevación.

Fecha: 19 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 I.

Fotografía aérea No. 6764.

Tipo y tamaño de la muestra: Cuadrado de 400 m^2.

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: B7cCX B6i D8a H13c

Bosque formado por árboles latifoliados sempervirentes, cuyo estrato superior, entre 20 y 35 m de alto, es continuo, con una cobertura de más de 75%. Hasta este estrato llegan las lianas y abundan en él los epífitos. Sigue un estrato de 10-20 m de alto, discontinuo, con una cobertura del 51-75%. Sobre ellos sobresalen grandes emergentes latifoliados deciduos, de más de 35 m de altura, extremadamente escasos en el conjunto de la comunidad. Es notable un estrato continuo, con cobertura mayor del 75%, constituído por latifoliadas herbáceas, de hojas grandes, de 1-3 m de altura.

Observaciones: 1) Nuevamente son las raíces tabulares, así como las fúlcreas, las que merecerían ser señaladas específicamente.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

Ver diagrama correspondiente en la Figura 7.

Fórmula: W7ea(v)zc(dazb) L7eazi E7eh(a)z(x)i

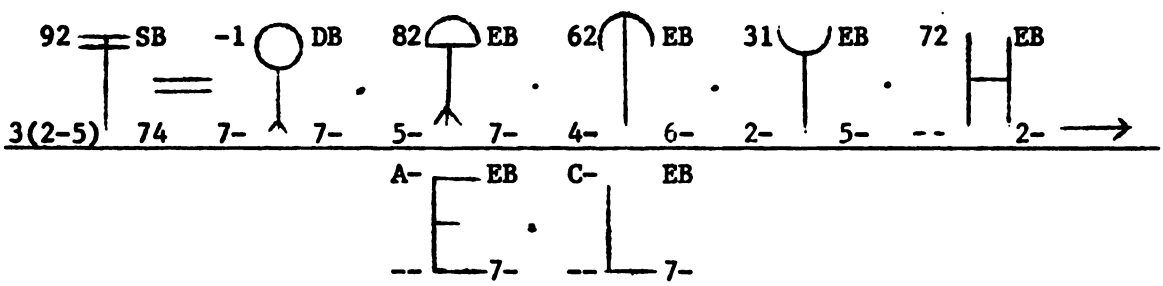
W6ea(v)zi L6eazi E6eh(a)z(x)i H3evzc

Un estrato superior continuo que sobrepasa los 25 m de alto y está constituído principalmente por árboles latifoliados, sempervirentes, y hojas medianas y membranosas, aunque las hay también compuestas, con raíces fúlcreas. En el mismo estrato se presentan otros ejemplares, latifoliados, sumamente esparcidos y con raíces tabulares, que también tienen hojas medianas y membranosas, aunque deciduas. Sigue un estrato interrumpido, de 10-25 m de alto, cuyos componentes son latifoliados sempervirentes y tienen hojas medianas y membranosas, aunque también se presentan hojas compuestas. En ambos estratos existen lianas sempervirentes, de hojas medianas y membranosas, y epífitos sempervirentes, de hojas grandes y membranosas, aunque también los hay de hojas medianas y esclerófilas. El sotobosque de esta fitocenosis está constituído por un estrato continuo, de 0,5-2 m

de alto, de herbáceas sempervirentes, con hojas compuestas y membranosas. Observaciones: 1) Es de notar aquí una falla evidente en la escala de estratificación propuesta por Dansereau; en efecto, es muy poca la altura de 25 m fijada como límite inferior de la categoría más elevada, y como consecuencia de ello el estrato superior de esta fitocenosis, que mide algo más de 30 m de altura, aparece en la misma categoría que los emergentes que sobrepasan los 40 m.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



Bosque en tres estratos arbóreos y constituído, además de grandes emergentes deciduos, por latifoliados sempervirentes que, en conjunto, tienen una cobertura de más de 90%; los diámetros de sus troncos oscilan entre 3 y 44 cm (diámetro de la media, 8 cm, sin incluir los emergentes) y el espaciamiento entre troncos es de 2-3 m. Los árboles emergentes miden unos 40 m de alto, el diámetro de su tronco es de 250 cm, medido encima de sus grandes raíces tabulares de 6 m de alto. Cobertura: estrato superior, 80-90%; intermedio, 60-70%; inferior, 30-40%. Altura; estrato superior, algo más de 30 m; intermedio, 15-30 m; inferior, 5-15 m. Diametro de los troncos: estrato superior, 32 cm; intermedio, 17 cm; inferior, 5 cm. Algunos de los árboles del estrato superior presentan raíces fúlcreas, y hasta ese estrato llegan, aunque raramente, lianas sempervirentes, latifoliadas;

abundan los epífitos latifoliados sempervirentes. Hay una maraña flexible y baja, de 0,3-1 m de alto y de 70-80% de cobertura, constituída por latifoliadas herbáceas sempervirentes.

Sitio No. 7.

Localidad: Campos de pastoreo, en la margen izquierda de la carretera que conduce de Cartago a la cima del volcán Irazú, a la altura de la finca La Floresta.

Altitud sobre el nivel del mar: 3000 m.

Exposición: E 72° S. Pendiente: 22%.

Paisaje: Vegetación herbácea con árboles, en la falda de una elevación.

Fecha: 23 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 IV.

Fotografía aérea No. 6767.

Tipo y tamaño de la muestra: Cuadrado de 2500 m^2.

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: B6pX G2c

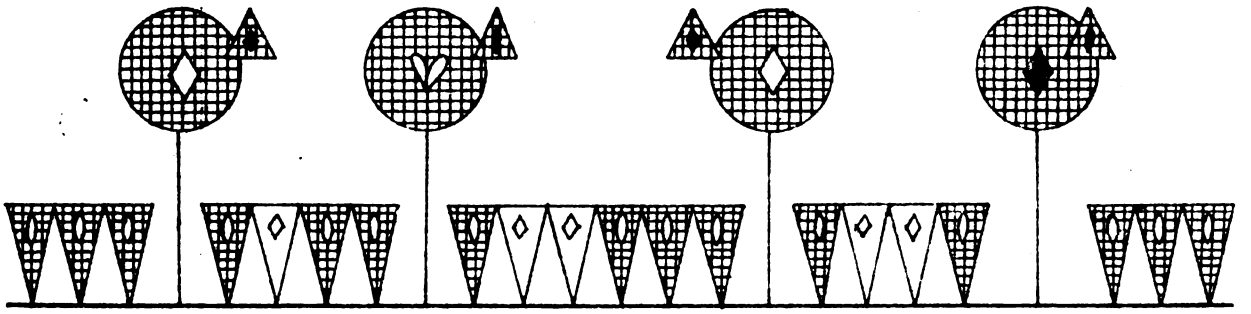
Arboles latifoliados sempervirentes, formando un estrato único de 10-20 m de altura y cobertura de 26-50%, con epífitos en sus ramas. Se presenta un estrato bajo, de 0,1-0,5 m de alto y cobertura de más de 75%, constituído por graminoides.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

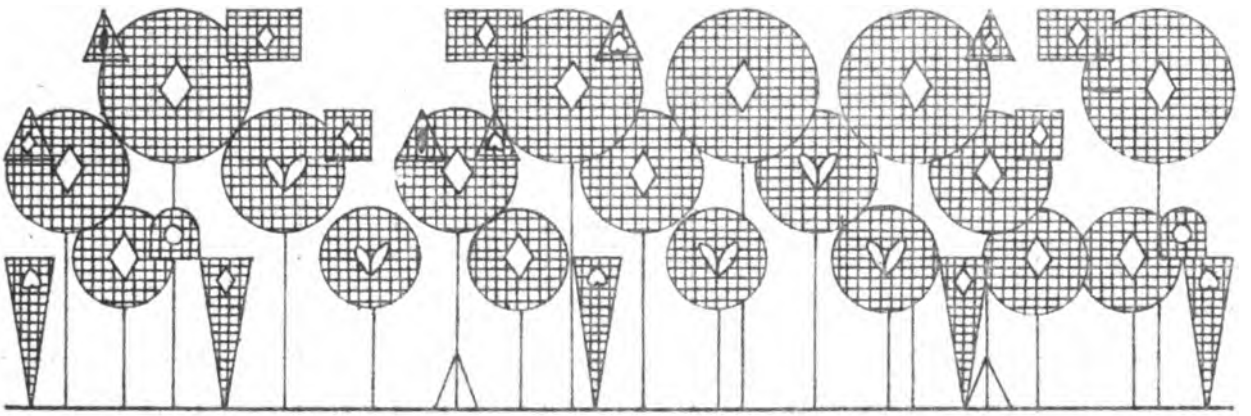
Ver diagrama correspondiente en la Figura 8.

Fórmula: W6eaz(x)i(evzi) E6ea(g)xi H2e(d)g(a)zc

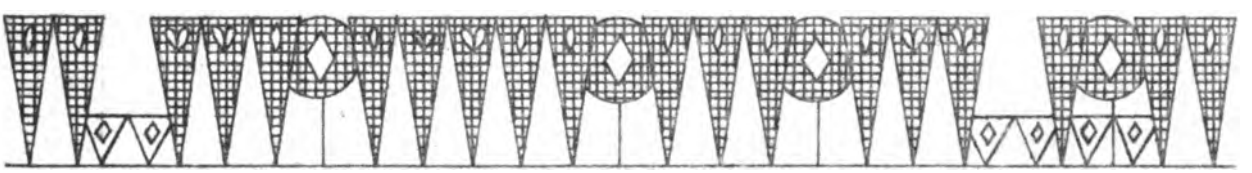
Un estrato discontinuo de plantas leñosas, latifoliadas, sempervirentes, con hojas medianas y membranosas, aunque hay además algunas esclerófilas; también se presentan en el mismo estrato algunas de hojas compuestas y



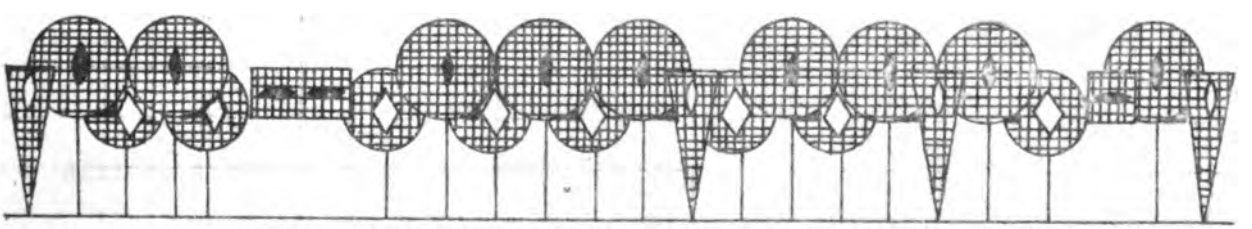
Sitio No. 7. W6eaz(x)i(evzi) E6ea(g)xi H2e(d)g(a)zc



Sitio No. 8. W7eazi L7eazi E7eg(h,a)x(z)i
W6ea(v)zi L6eazi E6eg(h,a)x(z)i
W4ea(v)zi M4eqzi H3eh(a)zi



Sitio No. 9. H3eg(v)zc(p) W3eazi H1dazp



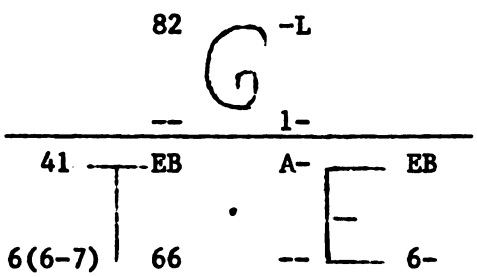
Sitio No. 10. W4egxc W3eazi H3egzi L3enxp

FIGURA 8. Diagramas que representan las fitocenosis de los Sitios 7, 8, 9 y 10, según el sistema de Dansereau.

membranosas. En las ramas de esos árboles crecen epífitos sempervirentes, de hojas medianas y esclerófilas, y algunos de hojas graminoides, también esclerófilas. Finalmente, hay un estrato bajo continuo constituído por hierbas sempervirentes, de hojas graminoides y membranosas, aunque también las hay latifoliadas efímeras, de hojas pequeñas; este estrato mide de 0,1-0,5 m de alto.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



La sinusia principal está constituída por un estrato de graminoides de menos de 0,3 m de altura y una cobertura de 80-90%. Hay un estrato arbóreo único, sempervirente, cuyos componentes miden de 15-30 m de alto, tienen una cobertura de 40-50% y son latifoliados; los diámetros de sus troncos oscilan entre 60 y 160 cm (diámetro de la media, 110 cm) y el espaciamiento entre ellos es de 7,5-15 m. Crecen en sus ramas abundantes epífitos sempervirentes, latifoliados.

Sitio No. 8.

Localidad: Margen derecha del río Grande de Orosi, aguas abajo de la confluencia con el río Humo.

Altitud sobre el nivel del mar: 1550 m.

Exposición: S 27° W. Pendiente: 35%

Paisaje: Bosque situado en una terraza fluvial alta.

Fecha: 30 de abril de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 III.

Fotografía aérea No. 7567.

Tipo y tamaño de la muestra: Rectángulo de 300 m^2 (30x10 m).

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: B7iXC B6i4i T15p H13r

Bosque constituído por árboles latifoliados sempervirentes en tres estratos interrumpidos; sus alturas van, respectivamente, de 20-35 m, de 10-20 m, y de 2-5 m, y la cobertura, en cada uno de ellos, es del 51-75%. Hasta el estrato superior llegan las lianas y abundan también allí los epífitos. Hay estípites de hojas grandes que alcanzan entre 5 y 10 m de altura y tienen una cobertura de 26-50%. Finalmente, hay también latifoliadas herbáceas, de hojas grandes, que miden entre 0,5 y 2 m de altura y cubren en conjunto entre 6 y 25% del área.

Observaciones: 1) Algunos de los árboles de esta fitocenosis tienen raíces fúlcreas, no señaladas en este sistema.

2) Esiste aquí una situación similar a la presentada por la Descripción No. 4, ya comentada en esa oportunidad, en relación con la inexactitud con la cual se señala la presencia de brioides epifíticos.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

Ver diagrama correspondiente en la Figura 8.

Fórmula: W7eazi L7eazi E7eg(h,a)x(z)i

W6ea(v)zi L6eazi E6eg(h,a)x(z)i

W4ea(v)zi M4eqzi H3eh(a)zi

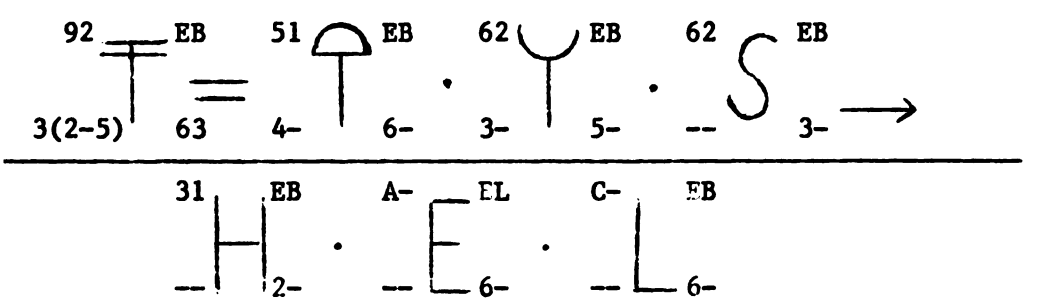
Bosque constituído por tres estratos discontinuos de plantas leñosas, latifoliadas, sempervirentes, con hojas medianas y membranosas, pero en el

segundo y en el tercero se presentan también plantas de hojas compuestas. El primer estrato supera los 25 m de altura, el segundo va de 10-25 m y varios de sus componentes presentan raíces fúlcreas; el tercero mide entre 2 y 8 m. Sobre todo a los dos estratos superiores llegan lianas sempervirentes, de hojas medianas y membranosas, y se presentan también allí epífitos sempervirentes, de hojas graminoides y esclerófilas, aunque también los hay latifoliados, con hojas membranosas, tanto medianas como grandes. Igualmente, en el estrato arbóreo inferior, principalmente, crecen brioides en abundancia. El sotobosque, de 0,5-2 m de altura, es interrumpido y está constituído por vegetación herbácea sempervirente, de hojas grandes y membranosas, aunque también las hay de tamaño medio.

Observaciones: 1) Se presenta aquí la misma dificultad ya expuesta en la Descripción No. 4, referente a los brioides, para cuya mejor indicación de su presencia ya se ha propuesto una solución.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



Bosque constituído por dos estratos de latifoliadas sempervirentes, cuyo conjunto tiene una cobertura de más de 90%; los diámetros de sus troncos oscilan entre 3 y 35 cm (diámetro de la mediana, 11 cm) y el espaciamiento entre los troncos es de 1-2 m. Cobertura: estrato superior, 50-60%; inferior, 60-70%. Altura: estrato superior, 15-30 m; inferior, 5-15 m.

Díametro de los troncos: estrato superior, 23 cm; inferior 7,6 cm. Algunos de estos últimos troncos poseen raíces fúlcreas. Hay un estrato arbustivo, sempervirente, con una cobertura del 60-70% y una altura de 1-3 m, cuyos componentes son latifoliados y llegan a formar en algunos sitios una maraña flexible. Abundan, sobre todo en el estrato superior, epífitos sempervirentes, de hojas lineares, y hasta esa altura llegan también, aunque más bien en escaso número, lianas sempervirentes, latifoliadas. Finalmente, hay un estrato herbáceo sempervirente, de 30-40% de cobertura y de 0,3-1 m de altura, cuyas especies son latifoliadas.

Observaciones: 1) Los brioides epifíticos, tan conspicuos en este sitio, no pueden ser debidamente señalados mediante este sistema, caso que ya se ha presentado en los Sitios 3 y 4.

Sitio No. 9.

Localidad: Orillas de una laguna situada al lado derecho de la carretera que conduce de Capellades a Santa Cruz, muy cerca de su intersección con la carretera que baja del volcán Turrialba.

Altitud sobre el nivel del mar: 1590 m.

Exposición: Es un terreno plano. Pendiente: 0°.

Paisaje: Vegetación herbácea, en un terreno plano inundado, en la falda de una elevación.

Fecha: 13 de mayo de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 IV.

Fotografía aérea No. 6799.

Tipo y tamaño de la muestra: Cuadrado de 400 m^2.

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: G3'c H13'i Bs3"p Hs1p 3'=0,5-1 m 3"=1-2 m

Fitocenosis constituída por un estrato continuo de graminoides, con una cobertura mayor del 75% y una altura de 0,5-1 m. Dentro del mismo rango de altura, un estrato interrumpido, con 51-75% de cobertura, de latifoliadas herbáceas, con hojas grandes. Un poco más arriba, entre 1 y 2 m de altura, se presentan latifoliadas sempervirentes de hojas pequeñas, con una cobertura de 26-50%. El estrato bajo, de menos de 0,1 m, es de latifoliadas herbáceas de hojas pequeñas, que también tienen una cobertura del 26-50%.

Observaciones: 1) Siguiendo las instrucciones de Küchler, se ha procedido a subdividir la clase 3 de altura, con el fin de que se puedan distinguir la simorfia que se presenta entre 1 y 2 m de altura, de aquella que crece más abajo, entre 0,5 y 1 m.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

Ver diagrama correspondiente en la Figura 8.

Fórmula: H3eg(v)zc(p) W3eazi H1dazp

Fitocenosis constituída por un estrato continuo de hierbas sempervirentes, graminoides, con una altura entre 0,5 y 2 m; algunas de dichas hierbas tienen hojas compuestas y crecen en grupos dentro del mismo estrato. También en el rango de 0,5-2 m se presenta, en forma discontinua, vegetación leñosa, erecta, latifoliada y sempervirente, de hojas pequeñas y membranosas. El estrato bajo, de menos de 0,1 m, es de hierbas latifoliadas, efímeras, que crecen en manchones y sus hojas son pequeñas y membranosas.

Observaciones: 1) A diferencia del método de Küchler, éste no permite la subdivisión de las categorías de altura cuando ello es necesario. El presente caso, en el cual simorfias claramente diferentes en altura deben colocarse dentro de la misma clase, demuestra muy bien ese inconveniente.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:

$$\frac{\dfrac{82}{--}\,G^{EL}_{2-} \cdot \dfrac{63}{--}\,H^{EB}_{2-}}{\dfrac{21}{--}\,S^{EB}_{3-} \cdot \dfrac{36}{--}\,H^{DB}_{1-}}$$

Fitocenosis constituída por un estrato de graminoides sempervirentes, de 0,3-1 m de altura y de 80-90% de cobertura. A la misma altura, en manojos con una cobertura de 60-70%, se presentan también latifoliadas herbáceas. Encima de este estrato crece uno arbustivo de 1-3 m de altura y de 20-30% de cobertura, cuyos integrantes son latifoliados sempervirentes. Hay un estrato herbáceo y efímero, más bajo, de menos de 0,3 m y de 30-40% de cobertura, cuyos integrantes, que son latifoliados, crecen formando manchones, aunque a veces se presentan aislados.

Sitio No. 10.

Localidad: Laguna situada al lado derecho de la carretera que conduce de Capellades a Santa Cruz, muy cerca de su intersección con la carretera que baja del volcán Turrialba.

Altitud sobre el nivel del mar: 1590 m.

Exposición: es un terreno plano. Pendiente: 0°.

Paisaje: Terreno plano inundado, en la falda de una elevación.

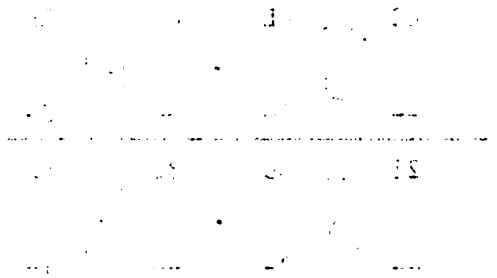
Fecha: 13 de mayo de 1967.

Mapa base: Hoja 3445 IV.

Fotografía aérea No. 6799.

Tipo y Tamaño de la muestra: Línea de penetración de 5 m en la laguna.

[illegible]



[illegible]

<u>[illegible]</u>

[illegible]

a) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Küchler.

Fórmula: Vh4c Bs3p G3p O3p

Cañas de hojas esclerófilas, que cubren más del 75% del área, entre 2 y 5 m de altura. Entre 0,5 y 2 m crecen graminoides, plantas áfilas y latifoliadas sempervirentes de hojas pequeñas, pero cada una de esas simorfias cubre sólo entre el 26 y 50% de la superficie, creciendo entre las cañas.

b) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Dansereau.

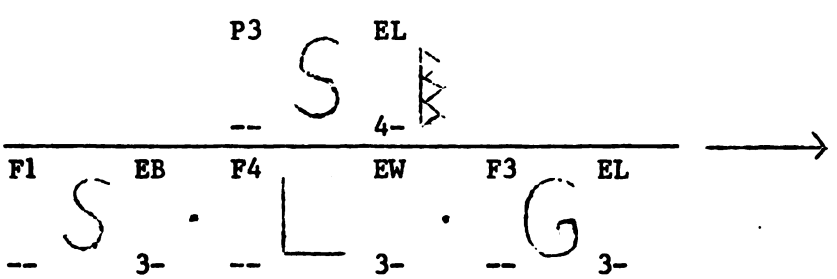
Ver diagrama correspondiente en la Figura 8.

Fórmula: W4egxc W3eazi H3egzi L3enxp

Fitocenosis cuyo estrato superior, continuo, es de vegetación leñosa, erecta, sempervirente y de hojas graminoides, esclerófilas y entre 2 y 8 m de altura. Entre 0,5 y 2 m de altura crecen, en forma discontinua, vegetación leñosa, latifoliada, sempervirente, de hojas pequeñas y membranosas, y vegetación herbácea sempervirente, de hojas graminoides y membranosas; igualmente, pero formando grupos, crecen a esta altura plantas decumbentes sempervirentes, esclerófilas, con hojas en forma de escamas.

c) Descripción de la fitocenosis según el sistema de Larson.

Fórmula:



La vegetación leñosa, sempervirente, que va de 3-5 m de altura, es muy abundante y crece en forma de macollas o manojos; sus hojas son lineares y cortantes. Entre 1 y 3 m de altura es frecuente la presencia de vegetación aislada, sempervirente, latifoliada, así como de vegetación

decumbente, sempervirente, que crece formando grupos y cuyas hojas son muy inconspicuas; finalmente, también a la misma altura, son frecuentes graminoides sempervirentes, que crecen formando macollas.

Observaciones: 1) Una vez más se ha tenido que usar el símbolo de las lianas para designar la vegetación decumbente.

DISCUSION

En el presente estudio, se han expuesto hasta ahora los fundamentos y características de los sistemas de Küchler, Dansereau y Larson para la descripción de la vegetación; se han indicado los resultados obtenidos al ser aplicados en el terreno y se han hecho algunas observaciones específicas relacionadas con dicha aplicación.

Pueden hacerse ahora algunos comentarios acerca de las ventajas e inconvenientes de cada sistema en particular y del grupo de sistemas en general, con el fin de intentar una posterior evaluación de los mismos.

El sistema de Küchler

En general, es un método bastante simple de utilizar, pues su autor ha procurado no entrar en detalles que complicarían su aplicación y que, en cambio, no revestirían una importancia primordial en el carácter de la vegetación. Por otro lado, la mayoría de las características que utiliza son relativamente fáciles de apreciar, aún por parte de personas no especializadas.

Las fórmulas que resultan son cortas y explícitas y, por consiguiente, también lo son las descripciones respectivas.

Sería interesante, sin embargo, que se destinaran algunos signos calificativos (letras minúsculas) para señalar varias características específicas que, por lo general, son importantes, como son los casos de la presencia de raíces fúlcreas, de raíces tabulares y de espinas.

También debería poderse anotar la presencia de vegetación decumbente y de brioides epifíticos.

Finalmente, en cuanto a la cobertura, debe hacerse notar que las fórmulas de este sistema no ofrecen una solución apropiada cuando se presentan formas biológicas que crecen de una manera gregaria; en efecto, la categoría de tipo parque o en manchas, sólo se refiere a la vegetación con cobertura de 26-50% y, por tanto, la vegetación que se presenta en esa forma, pero con mayor o menor porcentaje de cobertura, debe ser calificada como interrumpida o escasa, respectivamente, ocultándose así el verdadero aspecto de la cobertura.

El sistema de Dansereau

Dansereau propone una serie de símbolos figurativos que, organizados a manera de diagramas, representen el perfil de las fitocenosis. Estos símbolos y diagramas deben ser los utilizados para registrar los caracteres de la vegetación en el propio terreno; sin embargo, el presente autor considera que no es práctico trabajar con dichos diagramas en el campo y, para los propósitos de este estudio, ha diseñado un formulario similar al registro fitocenológico de Küchler, para anotar los datos necesarios. Los diagramas se han preparado posteriormente en la oficina, utilizando los datos tomados en el terreno, y aún así ha resultado ser un trabajo bastante engorroso, aunque los diagramas obtenidos sí parecen llenar el propósito de hacer visualizar el aspecto de la vegetación.

Si se complican aún más dichos diagramas, mediante las adiciones propuestas últimamente por Dansereau (25), con las cuales se pretende mostrar una mayor cantidad de detalles, se hará imposible apreciar el tipo de vegetación mediante un simple vistazo al diagrama respectivo. Esta consideración puede hacerse principalmente en relación con la simbología propuesta para

representar los diámetros de los tallos, la altura a la que se presenta la ramificación principal, los diversos tipos de folíolos en las hojas compuestas y la nueva subdivisión de los tamaños de las hojas.

A propósito de este último detalle, debe recordarse que, en sus primeras versiones, el método de Dansereau sólo separaba las hojas latifoliadas grandes de las medianas y pequeñas, estas dos últimas colocadas en una misma categoría; este problema ha resaltado mucho en el análisis llevado a cabo en el campo durante este estudio y parecería conveniente seguir más bien el camino de Küchler, quien hace destacar sólo las hojas pequeñas, de menos de 4 cm^2 y las grandes, de más de 400 cm^2, en vez de considerar las cuatro categorías de dimensiones propuestas ahora por Dansereau para tratar de corregir la deficiencia antes anotada.

Las fórmulas de Dansereau también presentan el inconveniente de que resultan sumamente largas y, por tanto, relativamente confusas, aunque es igualmente cierto que la mayor cantidad de signos calificativos (letras minúsculas) usadas por Dansereau pueden dar, hasta cierto punto, una mayor flexibilidad a su sistema. Sin embargo, con el objeto de acortar algo esas fórmulas, podría seguirse una vez más a Küchler quien, por ejemplo, no otorga calificativos específicos a los epífitos y lianas; además, sólo hace aparecer estas formas biológicas en el estrato en el cual son más importantes.

En cambio, sería de desear la utilización de un símbolo especial para los estípites, forma biológica muy característica que vale la pena hacer resaltar.

Por último, debe señalarse que Dansereau no ofrece límites precisos para designar los diversos tipos de cobertura, aunque afortunadamente los diagramas muestran con bastante claridad esa característica. Al no elaborarse, sin embargo, los diagramas en el propio terreno, debe tomarse entonces nota de la

cobertura en términos de porcentaje; de todas maneras, sería deseable la revisión de este punto. En efecto, aunque es más bien conveniente que no se especifique el porcentaje de cobertura de la vegetación en manchas, que se denominaría así sólo por el hecho de presentarse en esa forma, se hace necesario, en cambio, fijar claramente los límites de la vegetación continua con respecto a la interrumpida, y de esta con la muy esparcida. Además, debería fijarse también una subdivisión de la vegetación interrumpida, pues con frecuencia se presentan casos en que debe darse el mismo calificativo a sinusias sumamente diferentes en cuanto a su cobertura.

El sistema de Larson

Una de las claras desventajas que presenta el método de Larson en relación con los otros dos, es la mayor cantidad de tiempo que debe emplearse para describir una fitocenosis con este sistema. Esta mayor exigencia de tiempo es ocasionada por las mediciones de los diámetros de los diversos individuos; excluyendo el registro de esta característica, el conjunto de las otras exigió un período de tiempo bastante similar al necesario para trabajar con los otros dos sistemas. La indicación de las medidas de los diámetros, así como la del espaciamiento, se hace necesaria para su consideración por parte del ejército, pero no parece ser lo suficientemente importante desde el punto de vista específicamente fisionómico, puesto que en este caso, ya la altura y la cobertura de las diversas simórfias pueden dar una idea bastante aproximada de sus otras dimensiones. Algo semejante sucede con varias de las características consideradas bajo los títulos de elasticidad y peligros que presenta la vegetación; por ejemplo, las diferencias entre tallos flexibles, tallos quebradizos y tallos rígidos, sobre todo entre los dos primeros tipos, pueden ser muy difíciles de apreciar, además de no ser de mayor utilidad en una descripción fisionómica, aunque sí pueden serlo desde el punto de

vista militar. También pueden ser útiles al ejército las observaciones acerca de elementos irritantes y venenosos, pero se trata igualmente de características a veces difíciles de observar.

También cede Larson ante el deseo de separar, dentro de la vegetación leñosa, los árboles de los arbustos, basándose sólo en el criterio de altura que, por otro lado, es sumamente deficiente. Parece mucho más acertada la decisión, tanto de Küchler como de Dansereau, de no fijar esa separación, sino de considerar el conjunto de las plantas leñosas erectas como un todo.

Es muy difícil aplicar en la práctica los índices de cobertura señalados por Larson, a causa del estrecho margen entre unos y otros que, por cierto, es uniforme desde las categorías de poca cobertura hasta las mayores. En cambio, dicho autor no presenta un criterio específico para distinguir, en sus categorías de distribución de la vegetación, las formas biológicas que constituyen estratos continuos, de aquellas otras que se presentan aisladas. Tampoco fija criterio, que debería ser porcentual, como hace Kuchler, para distinguir cuándo una sinusia debe ser considerada decidua, semidecidua o sempervirente.

Para terminar, se propone la introducción, en este sistema, de símbolos especiales para designar la vegetación leñosa decumbente y para los estípites; igualmente, que el símbolo de brioides pueda ser utilizado para señalar, tanto las costras que crecen en el suelo y las rocas, como las que crecen sobre los árboles.

Comentarios generales

Vale la pena discutir seguidamente algunos aspectos relacionados con los sistemas de Küchler, Dansereau y Larson en su conjunto, los cuales parecen constituir sus puntos más controvertibles.

a) Estratificación

Con relación al problema de la estratificación, por lo menos Küchler y Dansereau reconocen que la escala para señalar las clases de altura de las fitocenosis ha sido escogida arbitrariamente y que, por tanto, puede ser objeto de discusión. Por otro lado, se hace bastante difícil, en ocasiones, distinguir los diversos estratos en una fitocenosis, sobre todo en el bosque tropical primario; de hecho, muchas veces sólo existe un estrato superior bien definido, y debajo de él crece una gran cantidad de formas biológicas de diversos tamaños, sin que pueda notarse una estratificación aparente.

Estos autores han pretendido resolver el problema diseñando escalas que dejan un margen suficiente para incluir en cada clase de altura un número bastante crecido de individuos, tan grande, que en este estudio se presentaron casos (por ej., la Descripción No. 9), en los cuales, dentro de una misma clase de altura, podían incluirse dos sinusias de diversa altura y perfectamente diferenciadas una de la otra. Este problema ha sido resuelto, en forma bastante práctica y aceptable, por Küchler, al permitir, en caso necesario, la subdivisión de una clase de altura determinada, como se ha hecho en el caso mencionado. En cambio, Dansereau ha ido al extremo contrario, pues ha asignado a la clase 5 sólo dos metros de intervalo, cuando en realidad es poco común el poder encontrar en el medio tropical un estrato con un margen tan estrecho; en este estudio, el autor se ha visto obligado a extender un poco los límites de ese estrato pues, en caso contrario, casi siempre se presentaban saltos desde la Clase 6 (10-25 m) a la clase 4 (2-8 m).

En la última versión de su sistema (25), Dansereau propone representar en sus diagramas la altura real de las diversas sinusias, mediante un artificio cuasi logarítmico. Sin embargo, queda en pie el problema de cuál ha de ser el margen de altura que se ha de otorgar para diferenciar una sinusia de la otra, cosa que, indudablemente, varía con cada tipo de asociación. Además, Dansereau no propone solución alguna para el caso de la numeración que se ha de adoptar en sus fórmulas para designar los diversos estratos, si estos llegan a clasificarse de acuerdo con su altura real en el terreno.

b) Periodicidad

Para poder tomar nota lo más aproximada posible de esta característica, se hará necesario realizar las observaciones de la fitocenosis, tanto en las épocas favorables al crecimiento de la vegetación como en las que le son adversas; esta circunstancia es aprovechada por Dansereau para proponer la representación de los cambios periódicos de la fitocenosis mediante diagramas diferentes (ver Figura 3b).

Cuando las observaciones sólo pueden efectuarse por una sola vez, es necesario que sean hechas por un botánico conocedor de la flora de la región, lo cual va entonces en contra de uno de los propósitos primordiales de estos métodos, cual es el de que personas sin mayor entrenamiento especializado puedan efectuar las descripciones de la vegetación.

Si no se cuenta con botánicos experimentados, es preferible entonces acogerse a la primera alternativa. Ello se hace aún más necesario cuando haya de observarse la periodicidad de la vegetación herbácea pues, si bien Küchler propone que las observaciones correspondientes se efectúen cuando estas plantas han alcanzado su máximo desarrollo, debería tenerse muy en cuenta que la simorfia herbácea puede cambiar completamente de aspecto de una a otra época del año.

Finalmente, es útil recomendar que, si se hacen registros de una fitocenosis al menos en dos ocasiones durante el año, sería interesante efectuar también otras observaciones del ciclo vegetativo, además de la periodicidad foliar. Por ejemplo, la observación de las épocas de floración, fructificación y caída de las hojas, al menos con cierta aproximación, aportaría una información muy útil para poder relacionar posteriormente las descripciones de la vegetación con las condiciones climáticas de la localidad.

c) Elección de las características a ser registradas.

Si bien la observación de la periodicidad de las fitocenosis no requiere mayor entrenamiento si se efectúa en varias épocas del año, no puede encontrarse una solución similar cuando se trata de tomar decisiones acerca de las características típicas e importantes de una comunidad vegetal. Es difícil que una persona que no posea un mínimo de conocimientos ecológicos pueda jerarquizar debidamente los parámetros fisionómico-estructurales de la vegetación para lograr diferentes grados de precisión de acuerdo con la escala, definición o detalle que ha de emplearse en el estudio o con el objetivo que se busca lograr con la investigación. Montoya y Matos (51) hacen hincapié en este inconveniente y opinan que, como las variaciones en la fisionomía y estructura de la vegetación son producto del medio en que ésta se desenvuelve, es necesario entonces que el observador pueda discernir en qué forma se reflejan en el aspecto de la vegetación las influencias específicas del medio.

Sin embargo, puede solucionarse en parte este problema adoptando el criterio de Küchler, quien es partidario de que, cuando se efectúen las observaciones en el terreno, se tome nota de la mayor cantidad posible de datos, con el fin de que éstos puedan ser posteriormente utilizados de acuerdo con el propósito y grado de precisión de la información requerida.

d) Variaciones fisionómicas de las asociaciones

Budowski (11) llama la atención sobre el hecho de que los métodos fisionómicos, en general, se prestan muy bien para describir detalladamente las asociaciones vegetales, pero que cuando se trata de generalizar para describir la formación constituída por un determinado número de asociaciones, esto se hace cada vez más difícil, a medida que la escala disminuye, a causa de las grandes diferencias que estas asociaciones pueden presentar entre sí. Esta circunstancia se hace aún más importante en el medio tropical, donde la vegetación es tan heterogénea.

La dificultad estribaría nuevamente en llegar a una correcta decisión en la selección de las características particulares que servirán para diferenciar las asociaciones entre sí y de las características más generalizadas que podrían utilizarse para su agrupación en una formación. A este respecto, vale la pena citar nuevamente el intento que ha hecho Dansereau (23) para clasificar la cubierta vegetal del mundo en diez tipos de formaciones, sólo a base de algunas características fisionómicas y estructurales sumamente generalizadas, escogidas luego de un detenido estudio de muchas descripciones de la vegetación en diversas regiones del mundo, realizadas mediante el uso de su método.

CONCLUSIONES

Luego de haberse expuesto, en forma general, los diferentes enfoques empleados hasta ahora en la descripción y clasificación de la vegetación, entre los cuales se escogió el criterio fisionómico-estructural para ser estudiado más detenidamente, pueden hacerse, con relación a los tres sistemas comparados en este estudio, algunas consideraciones y recomendaciones finales. Para ello se tomarán en cuenta los requisitos que debe llenar un método destinado a la descripción de la vegetación para que pueda ser empleado ventajosamente en el medio intertropical; dichos requisitos ya han sido expuestos al comienzo de este estudio.

Dichas consideraciones son las siguientes:

1) Los tres sistemas analizados son, en general, lo bastante simples como para poder ser aplicados con éxito por cualquier tipo de investigadores, aún cuando no posean un entrenamiento profundo en las técnicas de estudio de la vegetación. En efecto, casi todas las características que deben ser anotadas en el terreno son de fácil observación y registro. Sin embargo, la estratificación y la periodicidad foliar son caracteres que presentan cierta dificultad para poder ser registrados; en este estudio se ha expuesto un criterio tendiente a resolver el caso de la periodicidad, acogiendo una idea de Dansereau, pero con respecto a la estratificación, la situación continúa siendo confusa.

Sin embargo, debe advertirse que el método de Larson presenta una desventaja en comparación con los otros dos, en el sentido de que su aplicación en el terreno ocupa demasiado tiempo a causa de las mediciones de los diámetros de los árboles, así como de la observación del espaciamiento entre los mismos. Además, Larson trata de separar los árboles de los arbustos, agregando una dificultad más en el uso de su sistema.

Para cerrar este punto, debe comentarse desfavorablemente, con respecto al método de Dansereau, la gran longitud de las fórmulas resultantes; igualmente, no parece muy conveniente el registro de la vegetación en el terreno por medio de los diagramas propuestos por dicho autor. Los diversos criterios por él considerados para describir la estratificación de las sinusias tampoco son muy satisfactorios.

En resumen, luce más ventajoso, en relación con este punto, el uso del sistema de Küchler, porque responde relativamente bien a este primer requisito.

2) Nuevamente los tres sistemas se presentan bastante parejos con respecto a la gran cantidad de combinaciones que pueden hacerse con sus símbolos para designar muy diversas características de la vegetación. Ya se ha dicho que Larson más bien introduce unos cuantos criterios que, al parecer, no son absolutamente necesarios en la descripción fisionómico-estructural de la vegetación pero, en cambio, ese mismo autor no menciona otros que, como la forma y textura de las hojas, son bastante importantes.

Igualmente, Dansereau ha propuesto últimamente la inclusión en su sistema de nuevos criterios que no parecen ser tan necesarios, sino que más bien complican su aplicación.

Por lo demás, los tres métodos omiten la consideración de algunas características, diferentes en cada uno de ellos, cuya solución se ha propuesto, excepto en el caso de la ausencia, por parte de Dansereau, de una categoría para designar más adecuadamente a los estípites.

Con respecto a este requisito, quizá es de nuevo preferible, por muy ligero margen, el uso del sistema de Küchler.

3) En general, la terminología empleada en los tres sistemas todos es bastante específica y bien definida por sus respectivos autores. Sólo pueden

anotarse, en esta materia, el hecho de que Dansereau no define con exactitud los tipos de cobertura, y parecida circunstancia en el caso de Larson, quien no delimita claramente algunos tipos de distribución de la vegetación. Además, este último autor introduce, entre los aspectos de elasticidad de la vegetación, algunas categorías cuya diferenciación es bastante difícil.

El de Küchler viene a ser nuevamente el método aparentemente más recomendable en consideración a este aspecto, pues la mayoría de sus categorías están bastante bien definidas.

RESUMEN

En la descripción de la vegetación intertropical, se ha tenido que hacer frente a muchos problemas. En efecto, la cubierta vegetal, en la zona tropical, presenta una gran complejidad. Esto se debe por un lado a los numerosos factores que intervienen en su desarrollo, especialmente la gran diversidad de ambientes y por otro lado, a causa de los propios elementos que la integran, tales como la presencia simultánea de una gran cantidad de formas biológicas y un sinnúmero de especies, muchas de ellas aún desconocidas.

Dejando de lado aquellos sistemas que tratan de relacionar la vegetación con los distintos factores del ambiente, que es el caso de los diversos sistemas de tipo ecológico, se hace en este trabajo un ligero recuento de los métodos que sólo toman en consideración los elementos inherentes a la vegetación propiamente dicha, es decir, los sistemas florísticos o taxonómicos, los basados en la dinámica de la vegetación, los basados en las formas biológicas y sobre todos, aquellos basados en la fisionomía y la estructura.

Entre dichos enfoques, el presente estudio dedica una mayor atención a los fisionómico-estructurales ya que, ante todo, esos sistemas no requieren inventarios florísticos previos, tan escasos en la zona tropical. Se han utilizado y comparado tres de esos sistemas en diez sitios seleccionados de la cuenca del río Reventazón, Costa Rica, con el fin de apreciar las ventajas e inconvenientes que ofrece cada uno de ellos, en relación con el grado de exactitud de las descripciones de la vegetación que proporcionan al ser usados en el medio tropical.

Los sistemas seleccionados para llevar a cabo la investigación han sido el de Küchler, el de Dansereau y el de Larson, todos los cuales datan de los últimos 20 años y tienen en común la circunstancia de que utilizan símbolos

ordenados en fórmulas para efectuar la descripción de la cubierta vegetal. El de Dansereau, además, se vale de diagramas para cumplir el mismo cometido.

Las características de la masa vegetal que toman en cuenta estos sistemas son, en general, de fácil observación, lo que los hace relativamente simples y, por tanto, pueden así ser empleados por investigadores con entrenamiento no muy avanzado en técnicas de estudio de la vegetación; se presentan, sin embargo, ciertas dificultades para apreciar correctamente caracteres como la estratificación y la periodicidad foliar. Por otro lado, el uso de combinaciones de símbolos comunica a estos sistemas una gran flexibilidad, y se puede designar en esa forma una apreciable cantidad de características de la vegetación. Finalmente, esos sistemas utilizan una terminología específica y definida, lo cual facilita su uso a escala universal.

A raíz de las comprobaciones efectuadas en el campo, se ha podido llegar a la conclusión de que, si bien los tres sistemas mencionados poseen, en general, dichas cualidades, ofrecen también algunas limitaciones, que se tratan de obviar mediante algunas sugerencias. Sin embargo, tomando en cuenta esas mismas observaciones, se puede llegar a recomendar entre los tres, aunque con ciertas reservas, al sistema de Küchler como el más adecuado para obtener descripciones apropiadas de la vegetación en el medio tropical.

SUMMARY

A great many problems have been encountered in describing inter-tropical vegetation. In fact, vegetation in the tropical zone presents a great complexity. This is due, on the one hand to the many factors that take part in its development, particularly the great environmental diversity, and on the other, because of its own elements, such as the simultaneous presence of a great quantity of life-forms and an endless number of species, many of which are still unknown.

The study leaves aside those systems that attempt to relate vegetation with the different factors of the environment. Such is the case of the several ecologic type systems. This study gives a brief description of those methods that take only into consideration the inherent elements of vegetation as such. In other words, these are the floristic or taxonomical systems, those based on vegetation dynamics, those based on life-forms and above all, those that are based on physiognomy and structure.

Among such approaches, the present study puts more emphasis on those systems that are physiognomic-structural, mostly since such systems do not require floristic inventories that are so scarce in the tropical zone.

Three of such systems have been used and compared in ten selected sites in the Reventazón River basin in Costa Rica. This was done with the purpose of detecting the advantages and limitations of each one of them in relation to the degree of accuracy in vegetation description while being used in the tropical environment.

The selected systems used are Küchler's, Dansereau's and Larson's. All of these are less than twenty years old and all use orderly symbols and formulas to describe vegetation cover. Dansereau's also employs diagrams for this purpose.

The plant cover characteristics that these systems take into account are generally easy to observe. This makes them relatively simple and thus they can be utilized by researchers lacking advanced training in vegetation research techniques. Nevertheless, these are certain difficulties in correctly detecting characteristics such as stratification and seasonality.

On the other hand, the use of symbol combinations gives these systems a great flexibility. In such a manner a sizeable amount of vegetation characteristics can be designated. Finally, thse systems use a specific terminology which facilitates their use on a universal scale.

From the field checks, it was concluded that the three systems in general have the aforementioned qualities. They do have some limitations that could be overcome by some suggestions. Nevertheless, taking into account those observations, Küchler's system could, with some reservations, be recommended as the most adequate for obtaining appropriate descriptions of vegetation in the tropical environment.

BIBLIOGRAFIA

1. ADDOR, E. E., RUSHING, W. N. y GRABAU, W. E. A procedure for describing the geometry of plants and plant assemblages. Vicksburg, Miss., US Army Engineer Waterways Experiment Station, 1967. s.p. (Mecanografiado).

2. AID RESOURCES INVENTORY CENTER. Corps of Engineers, US Army. Costa Rica; análisis regional de recursos físicos Centroamérica y Panamá. Washington, D.C., 1965. s.p.

3. ATKINSON, I. A. E. Semi-quantitative measurements of canopy composition as a basis for mapping vegetation. Proceedings of the New Zealand Ecological Society no. 9:1-8. 1962.

4. AUBREVILLE, A. Accord á Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation. Bois et Forets des Tropiques no. 51:23-27. 1957.

5. _____. Classification des formes biologiques des plantes vasculaires en milieu tropical. Adansonia 3(2):219-226. 1963.

6. _____. Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. Adansonia 5(2):153-196. 1965.

7. BEARD, J. S. Climax vegetation in tropical America. Ecology 25(2): 127-158. 1944.

   También en español con el título: Los climax de vegetación en la América tropical. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía (Colombia) 6(23):225-293. 1946.

8. _____. Ecological studies upon a physiognomic basis. Lilloa (Argentina) 20:45-53. 1949.

9. _____. The classification of tropical American vegetation-types. Ecology 36(1):89-100. 1955.

10. BENNETT, C. F., Jr. A phytophysiognomic reconnaissance of Barro Colorado Island, Canal Zone. Smithsonian Miscellaneous Collection 145(7):1-8. 1963.

11. BUDOWSKI, G. La clasificación de comunidades vegetales. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1960. 24 p. (Mimeografiado).

12. _____. Towards an agreement in vegetation classification on a world scale. In Meeting of specialists on classification and mapping vegetation, UNESCO, Paris, June 1965. s.n.t. 3 p. (Mimeografiado).

13. BUELL, P. F. y DANSEREAU, P. II. Analysis and mapping of the Roosevelt Roads area. In Puerto Rico. University. Institute of Caribbean Science. Studies on the vegetation of Puerto Rico. Mayagüez, 1966. pp. 46-287. (Special Publication no.1).

14. BURTT-DAVY, J. The classification of tropical woody vegetation-types. Oxford. Imperial Forestry Institute. Paper no. 13:1-85. 1938.

15. CAIN, S. A. Foundations of plant geography. New York, Harper, 1944. 556 p.

16. _____ y CASTRO, G. M. DE O. Manual of vegetation analysis. New York, Harper, 1959. 325 p.

17. CLEMENTS, F. Plant succesion and indicators. New York, Wilson, 1928. 453 p.

18. COCHRANE, G. R. A physiognomic vegetation map of Australia. Journal of Ecology 51(3):639-655. 1963.

19. COOPER, A. W. A further application of lenght-width values to the determination of leaf-size classes. Ecology 41(4):810-811. 1960.

20. DANSEREAU, P. A classification of vegetation upon a structural basis, with special reference to the taiga. American Journal of Botany 35(10):790-791. 1948.

21. _____. Description and recording of vegetation upon a structural basis. Ecology 32(2):172-229. 1951.

22. _____. Biogeography: an ecological perspective. New York, Roland, 1957. 394 p.

23. _____. A universal system for recording vegetation. Contributions de l'Institut Botanique de l'Université de Montréal no. 72:1-58. 1958.

24. _____. Essais de représentation cartographique des éléments structuraux de la végétation. In Méthodes de la cartographie de la végétation. Toulouse, Centre National de la Recherche Scientifique, 1961. pp. 233-255.

25. _____, BUELL, P. F. y DAGON, R. A universal system for recording vegetation. II. A methodological critique and an experiment. Sarracenia no. 10:1-64. 1966.

26. ELLENBERG, H., POORE, D. y SCHMITHUESEN, J. Tentative framework for a classification of plant formations. Corrected draft, after discussions in Paris, Jan. 1966. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 9 p. (Mimeografiado).

27. EMLEN, J. T. A method for describing and comparing avain habitats. Ibis 98:565-576. 1956.

28. FONT QUER, P. Diccionario de botánica. Barcelona, Labor, 1953. 1244 p.

29. FOSBERG, F. R. On the possibility of a rational general classification of humid tropical vegetation. In Symposium on humid tropics vegetation, Tjiawi (Indonesia), 1958. Proceedings. S.l., UNESCO Science Cooperation Office for South East Asia, s.f. pp. 34-59.

30. FOSBERG, F. R. A classification of vegetation for general purposes. Tropical Ecology 2(1-2):1-28. 1961.

31. GILLMAN, C. A vegetation-types map of Tanganyika Territory. Geographical Review 39(1):7-37. 1949.

32. GOOD, R. The geography of the flowering plants. 2nd ed. London, Longmans, 1953. 452 p.

33. GREIG-SMITH, P. Quantitative plant ecology. London, Butterworths, 1964. 256 p.

34. HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727)367-368. 1947.

35. _____. The tropics, a misunderstood ecosystem. Association for Tropical Biology. Bulletin no. 5:21-30. 1965.

36. HULTEN, E. Outline of the history of arctic and boreal biota during the quaternary period. Stockholm, Thule, 1937. 168 p.

37. JENSEN, H. A. A system for classifying vegetation in California. California Fish and Game 34:199-266. 1947.

38. JIMENEZ-SAA, H. La identificación de los árboles tropicales por medio de características del tronco y la corteza. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericana de Ciencias Agrícolas, 1967. 138 p. (Mimeografiada).

39. KUECHLER, A. W. A geographic system of vegetation. Geographical Review 37(2):233-240. 1947.

40. _____. A physiognomic classification of vegetation. Annals of the Association of American Geographers 39(3):201-210. 1949.

41. _____. Classification and purpose in vegetation maps. Geographical Review 46(2):155-167. 1956.

42. _____. Manual to accompany the map Potential Natural Vegetation of the conterminous United States. New York, American Geographical Society, 1964. 116 p.

43. _____. Analyzing the physiognomy and structure of vegetation. Annals of the Association of American Geographers 56(1):112-127. 1966.

44. _____. Vegetation mapping. New York, Ronald, 1967. 460 p.

45. LAMPRECHT, H. Sobre unos resultados de estudios estructurales en varios tipos de bosques venezolanos. Universitas Emeritensis (Venezuela) 4:23-33. 1957.

46. LARSON, C. C. A methodology for recording vegetation descriptions, with comparisons of vegetation types of the Panama Canal Zone and other tropical areas. Syracuse, University, Research Institute, 1959. pp. 73-153.

47. LEBRUN, J. A propos des "formes biologiques" des végétaux en régions tropicales. Bulletin des Séances. Academie Royale des Sciences d'Outre-Mer 1964(4):926-937. 1964.

48. LEGRIS, P. Forest classification. Tropical Ecology 2(1-2):85-88. 1961.

49. MAJOR, J. A comparison of two different schemes for mapping vegetation. Ecology 40(3):524. 1959.

50. MONTOYA MAQUIN, J. M. El acuerdo de Yangambi (1956) como base para una nomenclatura de tipos de vegetación en el trópico americano. Turrialba (Costa Rica) 16(2):169-180. 1966.

51. _____ y MATOS, F. El sistema de Kuchler; un enfoque fisionómico-estructural para la descripción de la vegetación. Turrialba (Costa Rica) 17(2):197-207. 1967.

52. MORRISON, P. C. y LEON, J. Sequent occupance, Turrialba Central District, Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 1(4):185-198. 1951.

53. PAVILLARD, J. Eléments de Sociologie Végétale (Phytosociologie). Paris, Hermann, 1935. 102 p.

54. PETERSON, A. W., LOOMIS, R. A. y RODRIGUEZ, P. Mapa de clases económicas de tierra. Cuenca superior del río Reventazón, Costa Rica. San José, Proyecto Cooperativo IICA y otras instituciones, 1953. (Mapa color).

55. RAUP, H. M. Some natural floristic areas in boreal America. Ecological Monographs 17:221-234. 1947.

56. REARK, J. B. The forest ecology of the Reventazón Valley. Mag. Agr. Thesis. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1952. 102 p. (Mecanografiada).

57. RICHARDS, P. W. The tropical rain forest. Cambridge, University Press, 1952. 450 p.

58. _____, TANSLEY, A. G. y WATT, A. S. The recording of structure, life form and flora of tropical forest communities as a basis for their classification. Journal of Ecology 28(1):224-239. 1940.

SAWYER, J. O., Jr. Selected vegetation types in diverse tropical environments in Costa Rica. Ph. D. Thesis. Lafayette, Indiana, Purdue University, 1966. 2 v.

60. SAYAGO, M. Esbozo fitogeográfico y mapa de la vegetación leñosa del norte de Córdoba, Argentina. In Conferencia Latinoamericana para el estudio de las regiones áridas, Buenos Aires, 1963. Comunicaciones y resúmenes de trabajos. Buenos Aires, UNESCO, 1963. pp. 55-56.

61. SCIENTIFIC COUNCIL FOR AFRICA South of the Sahara. Phytogéofraphie-Phytogeography. Specialist Meeting on Phytogeography, Yangambi, 1956. London, Publications Bureau, 1956. 33 p. (Publication C.S.A. no. 53).

62. STORY, R., ed. Current projects on plant ecology in the Pacific Area. Canberra. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Pamphlet no. 3:38-39. 1966.

63. TOMASELLI, R. Introduzione allo studio della Fitosociologia. Milano, Lombarda, 1956. 319 p.

64. TOSI, J. A., Jr. Ecological map of Costa Rica. Prov. ed. San José, Tropical Science Center, 1965. Scale 1:500.000.

65. TROCHAIN, J. L. Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale. Mulletin de l'Institut d'Estudes Centrafricaines (Nouv. Série) no. 13-14:55-93. 1957.

66. VARESCHI, V. Sobre las formas biológicas de la vegetación tropical. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 26(110):504-518. 1966.

67. WAGNER, P. L. A contribution to structural vegetation mapping. Annals of the Association of American Geographers 47(4):363-369. 1957

A P E N D I C E

APENDICE

EL MAPA DE LA VEGETACIÓN Y USO ACTUAL DE LA TIERRA DE LA CUENCA SUPERIOR Y MEDIA DEL RIO REVENTAZON, COSTA RICA.

Entre los documentos cartográficos elaborados años atrás en la zona que fue objeto del presente estudio y que proporcionan información acerca de uno u otro de los aspectos que se incluyen en el mapa adjunto, se encuentran:

a) El mapa de uso de la tierra del Distrito Central, Cantón de Turrialba, que forma parte de un estudio realizado por Morrison y León (52).

b) El mapa de las formaciones vegetales que, según el sistema de Holdridge, elaboró Reark (56), así como el de las asociaciones definidas floristicamente por el mismo autor. Ambos mapas cubren, al igual que el presente estudio, la cuenca superior y media del Reventazón.

c) El mapa de clases económicas de tierra, también de la misma zona, de Peterson, Loomis y Rodríguez (54).

Por otro lado, los materiales directamente utilizados en la elaboración de este mapa se menciona a continuación.

Cartas topográficas, a escala 1:50.000, del Instituto Geográfico de Costa Rica:

Tucurrique	(Ed.1963)	3445	I	Cuericí	(Ed.	1965)	3444 I
Pejibaye	(*)	3445	II	Vueltas	(Ed.	1962)	3444 IV
Tapantí	(Ed. 1963)	3445	III	Abra	(Ed.	1964)	3345 I
Istarú	(Ed. 1961)	3445	IV	Caraigres	(Ed.	1961)	3345 II

Mapa de la cuenca del río Reventazón, hasta Siquirres, a escala 1:100.000, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), del año 1964.

(*) Carta preliminar, sin fecha.

Fotografías aéreas, a escala aproximada 1:60.000, del Instituto Geográfico de Costa Rica:

		Misión	Línea de Vuelo	No.	Fecha
Proyecto	142	56	12-1	6326-6334	9/1/56
	?	611	79-A	2597-2607	9/2/60
Proyecto	142	67	10-2	7562-7570	25/2/56
"	"	67	9-2	7578-7587	"
"	"	61	8-2	6761-6769	18/1/56
"	"	61	7-1	6796-6804	"

Los instrumentos empleados en el análisis de las fotografías y en la transposición a los mapas correspondientes fueron, respectivamente, un estereoscopio marca "Old Delft" ("Scanning Stereoscope") y un aparato desiñador ("sketch master"), marca " Gordon Enterprises".

El presente mapa es el resultado del análisis de las fotografías aéreas de la zona, de escala 1:60.000; dicha tarea se efectuó con el fin de delimitar las unidades de vegetación en las cuales se procedería a ensayar los tres sistemas estudiados en este trabajo.

La separación preliminar de las unidades en las fotografías se efectuó mediante la simple delineación de los sectores que presentaban una cobertura de aspecto homogéneo, los cuales fueron luego analizados más detenidamente, hasta lograr la identificación de trece unidades netamente diferenciadas, que serán definidas más adelante.

Delineadas dichas unidades en las fotografías, se procedió a transponerlas directamente a las cartas topográficas correspondientes, a escala 1:50.000, empleando el aparato diseñador. El mapa así elaborado fue objeto de varias comprobaciones en el campo y posteriormente se dibujó, a la misma escala, su

versión definitiva, que luego fue reducida mediante procedimientos fotográficos a la escala 1:100.000, para su publicación.

El análisis efectuado por fotointerpretación se realizó acogiendo una idea propuesta por el Dr. Montoya Maquin (comunicación personal), quien trabaja en la actualidad alrededor de ese problema. Dicho enfoque se basa en la identificación de algunos elementos fisionómicos fundamentales de la cubierta, que en este caso han sido los siguientes: vegetación arbórea, vegetación arbustiva (matorrales) y vegetación herbácea; en una zona que presentara diferentes condiciones, seguramente habrían de identificarse algunos otros elementos que deberían tomarse en consideración. Además, se ofrece la alternativa de señalar cultivos, ya sean permanentes o anuales, para designar las tierras así utilizadas*/: en esta forma, es posible presentar también una perspectiva general sobre el uso de la tierra en la zona. Inclusive, el mayor grado de detalle del análisis permitirá distinguir algunos tipos de cultivos importantes dentro de esas dos categorías.

Los tres elementos básicos mencionados pueden presentarse como un conjunto homogéneo, es decir, en unidades constituídas por un solo elemento, que es el caso de la mayoría de los bosques de la cuenca, o combinados en difersos proporciones. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que estas combinaciones no se refieren a un conjunto de manchones constituídos en cada caso por uno de esos elementos, sino que consisten más bien en una distribución relativamente uniforme y proporcional de los mismos sobre un determinado sector.

*/ Las tierras de pastoreo coinciden, en general, con las zonas cubiertas de vegetación herbácea y sus combinaciones con los otros elementos, sobre todo con la vegetación arbórea.

Como este procedimiento se encuentra aún en fase de experimentación, no se han logrado fijar todavía las proporciones específicas en las que han de presentarse los tres elementos para proceder a la designación de las unidades, sino que ello se ha hecho en forma más o menos arbitraria. Sin embargo, en la práctica se ha podido observar que cada elemento, para poder ser considerado dentro de una unidad, debe tener cierta cobertura mínima y que, lógicamente, para que se considere que una unidad está constituída por un solo elemento, debe presentar al menos un recubrimiento muy apreciable, casi total.

Como se puede ver, este procedimiento para delinear unidades está fundamentado básicamente en el grado o importancia de la cobertura o superficie horizontal de los elementos analizados. Sin embargo, cuando se desee mayor detalle, será necesario realizar un análisis más preciso de las unidades, en el que habrán de tomarse en cuenta otros caracteres fisionómicos observables mediante el uso de las fotografías, tales como la altura de la vegetación arbórea, el diámetro de las copas, etc.

En todo caso, la apreciación que ha podido hacerse de la proporción de los diversos elementos en las unidades delimitadas en la zona, ha permitido, por un lado, la designación de sectores caracterizados por la dominancia de cada uno de dichos elementos, y por el otro, de sectores que presentan dichos elementos en diversos proporciones.

El primer grupo de esas unidades lo forman: los bosques (vegetación arbórea) designados en el mapa por la letra "B"; los matorrales (vegetación de aspecto arbustivo), designados con la letra "M"; y la vegetación herbácea, designada por la letra "H". Deben incluirse además aquí los cultivos permanentes (CP), que en la zona consisten casi exclusivamente en el cultivo del café y son por ello

fácilmente indentificables, y los cultivos anuales (CA),entre los cuales se ha considerado primordialmente la caña de azúcar.

Las unidades constituídas por combinaciones de dichos elementos se designan con los símbolos de sus integrantes, en el orden de dominancia respectiva. Son los siguientes:

Bosque y matorral (BM), con el bosque como elemento principal, pero con los árboles lo suficientemente separados para que la vegetación arbustiva sea bastante notable.

Bosque y vegetación herbácea (BH), en la cual domina la vegetación arbórea, aunque los árboles se presentan relativamente separados unos de otros.

Bosque, vegetación herbácea y matorral (BHM), también con dominancia de árboles, pero en los espacios libres se presentan hierbas y arbustos en notable proporción.

Matorral y árboles (MB), donde abundan los matorrales y se presentan, además, árboles aislados.

Matorral y vegetación herbácea (MH), en la cual domina la vegetación arbustiva, pero creciendo sus integrantes con cierta separación.

Matorral, vegetación herbácea y árboles (MBH), donde domina la vegetación arbustiva, aunque se presentan también vegetación herbácea y árboles aislados.

Vegetación herbácea, matorral y árboles (HMB), algo parecido al caso anterior, pero es ahora la vegetación herbácea la dominante.

Vegetación herbácea y árboles (HB); dominan aquí las hierbas, mientras que los árboles se presentan aislados.

Se presentan también combinaciones de cultivos anuales y permanentes, en cuyo caso los respectivos símbolos se separan por un guión, ya que no se trata

entonces de la combinación proporcional de elementos, como ha sido definida anteriormente, sino de la presencia en una zona de áreas dedicadas a uno u otro tipo de cultivo; se señala, sin embargo, en primer lugar, el principal tipo de cultivo.

Finalmente, en las zonas bajo cultivo, son frecuentes las áreas constituídas por los elementos básicos antes considerados; por esta causa se presentan entonces fracciones o quebrados, en los cuales el numerador está constituído por el tipo de vegetación que ocupa mayor superficie (los cultivos y el denominador, por aquél menos importante.

30099

Date 1

Date Due

JAN 20 1986
IICA-CIDIA
FEB - 3 1986
FEB 17 1986
APR - 9 1986
APR 23 1986
MAY - 7 1986
MAY 24 1986
JUN 9 - 1986
IICA-CIDIA
JUL 1 - 1986
IICA - CIDIA
AUG 11 1986
IICA - CIDIA
SEP - 1 1986

JUN 24 1986
SEP 18 1986
IICA-CIDIA
OCT - 6 1986
IICA-CIDIA
FEB 18 1997
18 DIC. 1987
- 4 ENE. 1987
19 ENE 1988
14 NOV 1988
DEVUELTO
2 DEVUELTO
16 DEC 1993
DEVUELTO 1994

Thesis
M433e

30099

MATOS G., FELIPE

Autor

Ensayo comparativo

Título

de tres sistemas ...

Fecha Devolución	Nombre del solicitante
JAN 20 1986	Gerardo Sala
IICA-CIDIA FEB - 3 1986	
FEB - 7 1986	Gerard
APR - 8 1986	
APR 23 1986	
MAY - 7 1986	
MAY 24 1986	
JUN 9 - 1986	
JUN 2	
IICA	
P.UN	

30099