

**ANÁLISIS FISIOGRAFICO PARA EL ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES
VEGETALES**

Luis Hernán González S. *

Daniel Francisco Jaramillo J. *

RESUMEN

El presente trabajo define las bases de una metodología con base geomorfológica que permite delimitar los tipos de comunidades vegetales de la zona tropical en un marco ecológico, y establecer extensión y sus posibilidades de uso y productividad.

ABSTRACT

This work deals with the metodological bases to describe the vegetation communities of the tropical zone from an ecological point of view which permits to establish their area, use possibilities and productivity.

INTRODUCCION

El mapeo de la vegetación no debe basarse únicamente en el análisis florístico, debe ser mas global e incluir las condiciones climáticas, fisiográficas y edáficas bajo las cuales se desarrolla.

Además, el mapa de vegetación debe ser base para otras utilizaciones como productividad, funcionamiento, manejo, etc, y ser parte de una clasificación ecológica en la que se integre a otros componentes del ecosistema.

* Profesores Asociados Universidad Nacional - Facultad de Ciencias - Sección Suelos - Medellín. A.A. 3840

MARCO TEORICO

El concepto de ecosistema puede expresarse, según Barnes (1983, 1984), como :

Ecosistema = Ambiente físico — Comunidad biótica de plantas y animales.

Como los elementos físicos y los orgánicos son partes de un todo y no se conciben independientemente, la integración que puedan proveer las ciencias naturales, es específicamente la geomorfología, para el entendimiento de los ecosistemas es muy positiva y está reemplazando concepciones que se han basado solo en enfoques biológicos. (Rowe, 1984).

Desde este punto de vista, los ecosistemas deben estudiarse no solo interna sino externamente; en adelante el término ecosistema se refiere únicamente a ecosistema terrestre.

Interna, vertical o fisiológicamente, la atención se dirige a las funciones manipuladas por la energía solar, la precipitación, gravedad (como es el caso de estudios de ciclos biogeoquímicos), la infiltración, la transpiración, la productividad de los estratos, el desarrollo del suelo (Rowe, 1984).

Externa, horizontal o ecológicamente, la atención se dirige a las relaciones espaciales de los paisajes (el ambiente físico), el patrón espacial de los ecosistemas y su interacción o intercambio de energía (Rowe, 1984).

Esta concepción plantea los ecosistemas como segmentos funcionales y tridimensionales de la superficie terrestre y su mapeo como aspecto fundamental no solo para

identificarlos, sino como parte dinámica del desarrollo de la ecología y coloca no solo la vegetación en el paisaje que ocupa, sino también las diferentes características y componentes de los ecosistemas (Rowe, 1984). Rowe, citado por Barnes (1983), define el ecosistema terrestre así:

- Es una unidad topográfica, un volumen de tierra y aire más contenidos orgánicos extendidos sobre una parte de la superficie terrestre por un cierto tiempo.

- Una perceptible unidad del paisaje, homogéneo tanto en la forma y estructura de la tierra como en la vegetación que soporta.

Los segmentos funcionales y tridimensionales de la superficie terrestre tienen su asiento en las geoformas, estas controlan variaciones en el flujo de energía y materiales y se constituyen en un factor de desarrollo de suelos, tipos de vegetación y organismos (González, 1986).

Las comunidades vegetales son componentes del ecosistema y están acopladas con los suelos en un desarrollo funcional e influenciadas por un régimen climático y de nutrientes controlado por las geoformas.

Los componentes de los ecosistemas son : clima, paisaje, suelo, fauna y flora (Barnes, 1983). A estos deberían agregarse otros dos componentes importantes como son el agua y la energía.

Si se desea clasificar un componente de los ecosistemas, en este caso los tipos de comunidades vegetales, es más adecuado y ventajoso plantearlos no en forma independiente sino como parte del todo (el ecosistema), indicando aspectos

posicionales y relaciones funcionales con los otros componentes del ecosistema (suelo, clima, fisiografía, etc.)

Un tipo de clasificación que involucre los componentes del ecosistema en sus diversas relaciones es una clasificación ecológica (Barnes et al., 1982); ésta debe por lo tanto expresar las interrelaciones que existen entre:

La fisiografía y los suelos

La fisiografía y la vegetación,

Los suelos y la vegetación.

Las ventajas de utilizar una clasificación ecológica radican en :

1. Un mayor conocimiento del ecosistema.
2. Una organización y colección de la información para la toma de decisiones en proyectos de planeación, que pueden involucrar:
 - alternativas de uso: agrícola, pecuaria, forestal, recreación, urbano, etc.
 - adaptación de especies
 - adaptación de prácticas culturales en diferentes explotaciones
 - productividad del ecosistema
 - valuación de impuestos
 - valuación de bienes raíces
 - adaptación de sistemas de aprovechamiento de los recursos
 - adaptación de prácticas para conservación de recursos naturales
 - transferencia de tecnología
 - estudios de impacto ambiental
 - zonificación de áreas homogéneas

- calidad de sitio para el crecimiento de las especies forestales
 - programación de investigaciones
 - ordenamiento del territorio
3. Utilización en ecosistemas aún muy disturbados.
 4. Utilización de la información por un número mayor de usuarios.
 5. Coloca el ecosistema como parte central del manejo de los recursos.

Necesariamente la clasificación ecológica plantea el mapeo y las unidades se definen o se nombran con base en todos los componentes, mas que con base en uno de ellos.

Ahora bien, las formas de la tierra o geoformas tienen su origen y evolución en procesos morfogénéticos y morfodinámicos (meteorización, erosión, sedimentación, denudación, actividad glaciaria, estructuras volcánicas, tectónicas, etc), controlados en muy buena extensión por factores como : clima, relieve, gravedad, suelo, organismos, litología y edad, los cuales están asociados al habitat de las comunidades vegetales, su dinámica de crecimiento y al ecosistema, ya que controlan el flujo de energía y materiales en su interior.

Se concluye entonces que el mapeo geomorfológico puede producir un mapa de geoformas que deben corresponder a un mapa de habitat para las comunidades vegetales y los suelos; sin embargo, los geomorfolólogos, se han preocupado por realizar mapas y estudios dirigidos mas a la prevención de desastres y planeación del uso de la tierra que al mapeo de los recursos naturales (Ollier, 1977).

Por otro lado, los edafólogos en sus levantamientos o reconocimientos de suelos, requieren definir los "habitat" de los individuos suelo (el suelo es una población natural, compuesta de individuos que tienen génesis propia) y para ello han adaptado los principios geomorfológicos produciendo una técnica: el análisis fisiográfico.

El análisis fisiográfico es un análisis geomorfológico dirigido a los suelos, con el objeto de definir la distribución de los individuos suelo en la naturaleza, definir sus limitantes de uso y sus características, y la relación suelo - geoforma.

Las pautas y el refinamiento del análisis fisiográfico han sido producidas en el CIAF (Centro Interamericano de Fotointerpretación) y es de uso corriente en el país; en otras partes del mundo se utiliza con ligeras modificaciones (Botero, 1977).

El análisis fisiográfico delimita geoformas que conllevan al efecto integrado de:

- Evolución geológica a nivel macro
- Factores climáticos
- Factores morfogenéticos y morfodinámicos: erosión, sedimentación, estructuras, tectonismo, actividad glacial, meteorización, gravedad, etc.
- Modificadores que actúan a escala mas local: de orden hidrológico, erosivo, cronológico, posicional, relieve (forma y grado de pendiente), material litológico, microclima, vegetación, uso de la tierra, edad, etc.
- Factores asociados al uso de la tierra: salinidad, drenaje, pedregosidad, etc.

Las unidades fisiográficas son, según Botero (1977):

Provincia fisiográfica:

Son unidades macro del relieve: su origen radica en la evolución geológica regional; un ejemplo en el país: la Cordillera Occidental o la Llanura del Pacífico o el Valle del Cauca, etc.

Provincia climática.

Unidades definidas, al interior de una provincia fisiográfica, con base en el clima; en el país funciona adecuadamente la zonificación por altitud: ej. zona cálida (0-1000 m.s.n.m.), zona templada (1000-2000 m.s.n.m.), zona fría (2000-3000 m.s.n.m.), zona subpáramo (3000-3500 m.s.n.m.), páramo (3500-4800 m.s.n.m.).

Si bien lo anterior es una clasificación por temperatura, se hace necesaria la zonificación por precipitación o mejor, por la condición de humedad que presenta una determinada unidad climática, la cual va a depender fundamentalmente de la relación existente entre la precipitación que se da en ella y su evapotranspiración potencial, ya que al final lo que interesa es la cantidad de esa precipitación que va a permanecer en el sistema y que va a determinar sus características hídricas y sus relaciones hidrológicas con las demás unidades. Para definir esta propiedad puede establecerse el índice de humedad de Thornthwaite, que se expresa como :

$$Im = (100 \times E) - (60 \times D) / ETP$$

Donde:

Im = Índice de humedad

E = Exceso de humedad, de acuerdo al balance hídrico
(mm)

D = Deficit de humedad, de acuerdo al balance hídrico
(mm)

ETP = Evapotranspiración potencial promedia anual (mm),
que para este nivel de clasificación puede
calcularse según la fórmula de Holdridge
 $ETP = T \times 58.93$, siendo T la temperatura promedia
anual (C) .

El CIAF (1981), adaptó para la cuenca del río Bogotá, los
siguientes valores de índice de humedad, que pueden ser
extrapolados a otras áreas del país.

- > 100 : muy húmedo
- 20 - 100 : húmedo
- 5 - 20 : subhúmedo
- 5 a 5 : subhúmedo seco
- 20 a -5 : semiárido
- 40 a -20: árido
- < -40 : muy árido

Se observa que para utilizar este índice es necesario contar
con registros climáticos de la zona, que permitan establecer
su balance hídrico y ésto es un limitante grande cuando se
trata de establecerlo en zonas naturales, ya que en éllas
casi nunca existen. Ante esta eventualidad puede hacerse una
aproximación a la condición de humedad, mediante la
observación, en imágenes de sensores remotos fotográficos, de
cambios en el uso de la tierra, densidad y tipo de la
cobertura vegetal, presencia de erosión, presencia de agua
libre en la superficie cambios en la condición de drenaje.
Además, pueden utilizarse otras imágenes como las de
satélite, en composiciones de falso color, en las cuales el
análisis de los cambios de color y de tonos correlaciona con
cambios en la condición de humedad de la zona (Jaramillo,
1987).

Gran Paisaje.

Unidad definida, al interior de la provincia climática con base en procesos geomorfológicos globales como erosión, sedimentación bien sea aluvial, eólica, glacial, coluvial, marina, deltaica, actividad volcánica, estructuras sedimentarias y tectonismo. Entre estas unidades pueden citarse :

Llanura aluvial de piedemonte

Llanura deltaica

Llanura de inundación de río trenzado

Colinas

Paisaje:

Unidad definida al interior del Gran Paisajes, con base en la homogeneidad de clima, material parental y edad. Estos factores son tres de los cinco formadores del suelo, los otros dos son inherentes al paisaje (no se concibe una geoforma sin relieve y sin organismos). Por ejemplo: Abanico subcreciente.

Es la unidad fundamental para el análisis por su homogeneidad geomorfológica y de los factores ambientales asociados al desarrollo de suelos y crecimiento de organismos.

Subpaisaje:

División del paisaje, definida con base en modificadores actuales de este; estos modificadores son procesos y agentes geomorfológicos de actividad actual y local (clima, edad, relieve, erosión, sedimentación, etc) que producen un mayor refinamiento u homogeneidad de la unidad de tierra

delimitada, con implicaciones importantes en uso y manejo de suelos y otros recursos naturales. Por ejemplo: Apice de Abanico aluvial subcreciente.

Elementos de paisaje:

División del subpaisaje, establecida por criterios concernientes al uso y manejo de los suelos, productividad biológica, habitat faunístico, etc, lo que le confiere un nivel de homogeneidad muy alto. Por ejemplo: Lechos del Apice del abanico subcreciente.

División de elementos de paisaje:

Es una subdivisión del elemento del paisaje, en virtud a los criterios expuestos para esta unidad, pero a un nivel de detalle y refinamiento mayor. Por ejemplo: Areas salinas en el apice.

El análisis fisiográfico integra los componentes de los ecosistemas (clima, geoforma, suelos, vegetación) y sus interacciones por lo cual es un sistema que permite una clasificación ecológica de los ecosistemas, o de la tierra.

Las diferentes unidades fisiográficas van delimitando unidades de la superficie que son mas homogéneas, "mas puras", en cuanto a las condiciones para el desarrollo de suelos o de comunidades vegetales, es decir, las unidades fisiográficas definen los espacios físicos de los ecosistemas y es allí donde se deben ubicar los individuos suelo y los tipos de comunidades vegetales para establecer las diferentes relaciones funcionales que entre ellos existen.

La leyenda producida por el análisis fisiográfico facilita el nombre de las unidades y la interpretación de las relaciones, ya que esta leyenda es geomorfológica - pedológica - comunidad vegetal y es factible ubicar en ella criterios de productividad biológica.

El análisis fisiográfico plantea unidades jerárquicas, lo cual facilita la adecuación a los diferentes niveles de estudio (detallados, semidetallados, generales, etc); cada nivel de estudio requiere un detalle en la clasificación (de la unidad fisiográfica, del suelo, de la vegetación, del clima) a fin de realizar estudios acordes con las necesidades y disponibilidad de recursos.

METODOLOGIA

La metodología descrita a continuación permite realizar un análisis fisiográfico para el estudio de las comunidades vegetales; es necesario recalcar que teniendo en cuenta la variedad de ciencias involucradas, es imprescindible el trabajo de grupos multidisciplinarios.

1. Revisión de literatura sobre el medio físico:
Revisar y discutir estudios básicos de geología, clima, fisiografía, hidrología, vías de comunicación, sociología, etc.
2. Interpretación fisiográfica de las imágenes de sensores remotos disponibles, a las escalas adecuadas al detalle del estudio.
3. Ubicación de zonas de muestreo.
4. Trabajo de campo, con el fin de obtener :
 - confirmación de los estudios básicos.
 - confirmación de líneas de fotointerpretación.
 - confirmación de la dinámica geomorfológica

- definición de unidades fisiográficas
 - definición del contenido pedológico de las unidades fisiográficas
 - definición de la relación suelo - paisaje
 - definición de comunidades vegetales de las unidades fisiográficas
 - definición de la relación paisaje - vegetación
 - definición de la relación vegetación - suelo.
5. Producción del mapa de comunidades vegetales.
6. Elaboración del informe o memoria técnica (incluye recomendaciones).

A continuación se describen en forma mas amplia los diferentes item.

Revisión de literatura.

Deben recopilarse todos los estudios básicos que existan sobre el área y discutirse para un mejor conocimiento del entorno físico.

En caso de no tenerse estudios básicos, es necesario producir en forma rápida y general, mediante trabajo de campo y oficina, información sobre :

- Geología : tipos de rocas, localización y extensión, estructuras, fallas, historia geológica del área.
- Clima: cantidad, distribución y frecuencia de la precipitación, altura sobre el nivel del mar (definir cotas de los 1000, 2000 , 3000, 3500, 4800 m.s.n.m.), temperatura promedio anual y variaciones.

En caso de no haber estaciones en la zona, debe deducirse la condición climática con base en las diferentes especies especies vegetales y los suelos que existan, basados en información que hasta el presente se ha obtenido en otras zonas del país.

- Hidrología: localización de cursos y cuerpos de agua, áreas inundables, época del año y duración de las inundaciones, fluctuación de los niveles de los cuerpos de agua, red de drenaje, balances hídricos, etc.
- Vías de comunicación: localización de vías, carreteables, época de tránsito, etc.
- Social : localización de comunidades, uso de la tierra, fuentes de alimentación, costumbres, etc.

Interpretación fisiográfica.

Se hace una interpretación de geformas superficiales del terreno que conlleve a delimitar unidades que presentan un mismo origen y sobre las cuales han actuado o están actuando los mismos factores de agradación o de degradación del paisaje. Para esta parte se requiere un conocimiento mas o menos amplio de los conceptos y criterios que maneja la geomorfología, ya que ésta ciencia es la base para realizar esta interpretación.

Para desarrollar esta etapa del trabajo se recurre a la fotointerpretación de imágenes de sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes de radar, imágenes de satélite, etc) cuyo tipo y característica están determinandos por el nivel del estudio que se realiza, es decir, del detalle que se requiera.

Si la zona no está totalmente cubierta de bosque, se levantará un mapa de uso de la tierra, para delimitar lo que se encuentra en bosque, rastrojo, potrero, cultivo, etc.

En este tipo de trabajos que involucran la cobertura que presenta la superficie terrestre es muy importante tener en cuenta la actualidad del material que se va a interpretar tratando que éste sea el mas reciente disponible, pues esto reduce notoriamente las labores de campo y mejora la calidad

de los mismos. Por otro lado, es recomendable la elaboración de fotoclaves que permitan, posteriormente, hacer una identificación rápida y confiable de los diferentes tipos de coberturas que presenta la zona.

Durante esta fase pueden establecerse algunos aspectos importantes del trabajo como:

- Relación imagen - geomorfología
- Relación geomorfología - uso de la tierra
- Limitantes superficiales para el uso de la tierra
- Actualización de la información básica obtenida en la revisión de literatura (depende del tipo y características de la imagen)
- Relación procesos - geoformas
- Relaciones espaciales entre diferentes geoformas
- Identificación de fenómenos locales importantes.
- Ubicación de sitios de interés para el desarrollo de la zona.

Además de los anteriores aspectos, en esta fase se definen también la leyenda fisiográfica preliminar del trabajo, las áreas o zonas que se van a trabajar en el campo y los problemas específicos que deben ser resueltos en él.

Para establecer las áreas a trabajar en el campo hay que tener en cuenta los objetivos del estudio, su nivel de detalle, las condiciones de accesibilidad de la zona y su representatividad.

Trabajo de campo.

Esta fase consiste en hacer las observaciones directas, sobre el terreno, de las características de suelos, paisaje, vegetación, etc, que permitan establecer las relaciones planteadas anteriormente como objetivos de esta parte del estudio.

La intensidad y detalle de estas labores debe realizarse de acuerdo con los objetivos propuestos en el trabajo y a su nivel de detalle de manera que suministren una base estadística confiable para hacer extrapolaciones y predicciones válidas en la zona.

Cabe anotar que en esta parte es donde se tiene la última oportunidad de resolver dudas y problemas que se hayan presentado durante el desarrollo de las anteriores etapas del proyecto, pues es aquí donde se va a tener la evidencia concreta para dilucidarlos.

Terminada esta etapa del estudio deben quedar prácticamente concluidos la leyenda y el mapa definitivos del mismo, ya que el proceso de extrapolación se va haciendo paralelamente con el de reconocimiento de campo; solamente en estudios muy generales esta extrapolación se hace después de dicho reconocimiento.

En lo que respecta a los suelos, se hace una descripción de los perfiles para caracterizar, en forma detallada, los cuerpos de suelos presentes en las diferentes unidades fisiográficas encontradas a fin de establecer las interrelaciones del suelo con el clima, la vegetación y los demás organismos vivos, la geoforma y establecer su uso potencial.

Para caracterizar las diferentes comunidades vegetales en cada unidad fisiográfica seleccionada se procede de la siguiente manera:

- Se analizarán parcelas de 10 m x 100 m (un décimo de hectárea). En cada una se identificarán los árboles con diámetros superiores a 10 cm; si se conocen se anotarán los nombres comunes y científicos; se medirá el diámetro y la altura del árbol y se tomará de él una muestra botánica para su identificación.

- En parcelas de 5 m x 5 m se observarán las especies herbáceas y arbustivas y se realizarán colecciones botánicas para identificación.
Nota: El número de las parcelas para los estudios de la flora arbórea, arbustiva y herbácea, será variable según el tamaño de la Unidad Fisiográfica.
- Se harán observaciones sobre la flora epífita.
- Se hará un esquema del perfil vertical del bosque para mostrar los diferentes estratos.
- Se hará un análisis de los datos de las diferentes unidades fisiográficas, para observar las diferencias y semejanzas en cuanto a la flora de las comunidades vegetales.
- El estudio será ilustrado con suficiente material fotográfico.
- Se harán observaciones sobre la fauna mas destacada.
- Se realizarán observaciones sobre la calidad de las aguas.
- Se verificarán estimaciones acerca del clima (altitud, temperatura y precipitación) estableciendo relaciones clima - vegetación.

Producción del mapa.

El mapa debe proveer la información mas completa posible, de tal manera que un usuario no muy experto en el tema, obtenga la mayor ilustración posible; no es de extrañar que la mayoría de los planificadores solo miren el mapa.

Esto solo se logra si el mapa está acompañado de una leyenda fisiográfica, en la cual se definan los componentes del ecosistema y sus relaciones, que incluya al menos los siguientes elementos:

Gran Paisaje	Subpaisaje	Contenido pedológico	Contenido florístico	Contenido faunístico	Uso potencial
--------------	------------	----------------------	----------------------	----------------------	---------------

La escala del mapa depende de:

- La escala de la cartografía básica disponible
- El área de la zona
- El tipo de imagen utilizado
- El objetivo del trabajo.

Elaboración del informe

Se escribe un informe que incluya los siguientes apartes:

- Título
- Introducción
- Revisión de literatura
- Materiales y métodos
- Descripción de las comunidades delimitadas, de las unidades fisiográficas, su contenido pedológico y florístico y sus interrelaciones.
- Recomendaciones de uso y manejo.
- Mapas y anexos.

BIBLIOGRAFIA

BARNES, B.V., 1983. Ecosystem classification. Number 1 priority. In: Proceedings artificial regeneration of conifers in the upper Great Lakes region. Michigan Technological University, Michigan. U.S.A: 8-30.

BARNES, B.V., 1984. The ecological approach to ecosystem classification. In : Symposium on site and productivity of fast growing plantations. Volumen I. Invited paper. Pretoria and Pietermaritzburg. South Africa: 68-89.

BARNES, B.V., K.S., Pregitzer, T.A. Spies and V. Spooner, 1982. Ecological forest System classification . Journal of Forestry. 80 (8): 493-498.

BOTERO, P.J., 1977. Guías para el análisis fisiográfico. CIAF,. Bogotá: 67p.

CIAF, 1981. Metodología para delimitación de áreas homogéneas. Proyecto OPSA - CIAF, Bogotá: 267p.

GONZALEZ, L.H., 1986. Delimitación de áreas para el crecimiento de la "Palma Triste" (*Euterpe oleraceae*) en la zona del Bagre, Departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia, Medellín: 37p.

JARAMILLO, J.D., 1987. Delimitación de zonas climáticas utilizando imágenes de satélite. Publicación especial ICNE No. 9. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 5p.

OLLIER, C.D., 1977. Terrain classification - methods, applications and principles. In : Applied geomorphology Elsevier Scientific Publishing Company: 418p.

ROWE, J. S., 1984. Understadging forest landscapes. What you conceive is what you get. The leslie L. Schaffer Lectureship in forest science. University of Saskatchewan, Vancouver. Canada: 13p.