

Gerts



SISTEMAS EN AGRICULTURA

TEORIA
AVANCES

IISA - 87 14

SISTEMA DE CLASIFICACION DE PASTIZALES

SERGIO GALLARDO PEREZ

JUAN GASTO CODERCH

SISTEMAS EN AGRICULTURA

ISSA - 87 14

SISTEMA DE CLASIFICACION DE PASTIZALES

SERGIO GALLARDO PEREZ, LIC. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía
Pontificia Universidad Católica de Chile

JUAN GASTO CODERCH, ING. AGRÓNOMO, Ph.D.
Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía
Pontificia Universidad Católica de Chile

CENTRAL DE APUNTES
INGENIERIA UC

SISTEMA DE CLASIFICACION DE PASTIZALES

INFORME DE INVESTIGACION
SISTEMAS EN AGRICULTURA

INFORME DE INVESTIGACION
SISTEMAS EN AGRICULTURA

**INFORME DE INVESTIGACION
SISTEMAS EN AGRICULTURA**

EDITOR JEFE

Marilyn Gasman B., Ing. Agr.
Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía
Pontificia Universidad Católica de Chile

DIRECCION

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 114 -D, Santiago

IMPRESION

Central de Apuntes
Ingeniería U.C.

IISA - 87 14

RECONOCIMIENTO

El presente estudio fue realizado en el Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el apoyo económico del proyecto CONICYT N° 1085-84, institución a la que se le agradece su colaboración.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	5
Sistemas de clasificación	5
Clasificación de climas	5
Clasificación de geoformas	13
Taxonomía de suelos	21
Clasificación de la vegetación	26
Tradición fisonómica	27
Tradiciones regionales	30
Sistemas formales de clasificación	31
Sistemas multifactoriales	33
Sistemas de clasificación integrados	36
Elementos comunes	46
Fundamentos	46
Localización	48
Jerarquía	50
Escala y centro	52
Complejidad	55
Restricciones	56
Propósitos	57
Sistemas de clasificación utilizados en Chile	60
PROPOSICION DE UN SISTEMA DE CLASIFICACION DE PASTIZALES	71
Principios generales de clasificación	71
Principios lógicos y materiales	71
Dominio de la clasificación	73
El proceso de clasificar	75

Relaciones taxonómicas	78
Conceptos y terminologías generales	79
Bases de la clasificación de pastizales	81
Categorías y clases	85
Reino	87
Dominio	87
Provincia	88
Distrito	89
Sitio	89
Uso	97
Estilo	98
Condición	106
Clave numérica	123
Aplicabilidad en Chile	128
LITERATURA CITADA	131

INTRODUCCION

El presente estudio comprende la proposición de un sistema de clasificación de ecosistemas de pastizales de validez general, que pueda ser aplicado a Chile para la determinación y caracterización de las clases de pastizales que componen el sistema nacional. El sistema de clasificación considera, además, la posibilidad de una representación cartográfica de aquellas clases de pastizales que contienen una dimensión espacial geográfica a escalas menores. La información general que contengan las clases en su conjunto permitirán eventualmente la formalización de una base de datos necesaria para la resolución de problemas específicos de planificación, desarrollo y manejo de ecosistemas de pastizales.

El pastizal, en el presente estudio, se define como un ecosistema capaz de producir tejido vegetal utilizable directamente por herbívoros de consumo humano. Los pastizales comprenden tanto ecosistemas de pradera como de pastura. Las praderas son pastizales donde predominan los elementos provenientes del sistema natural y no son roturados regularmente. Las pasturas corresponden a pastizales coetáneos, establecidos artificialmente, roturados y resembrados en forma regular y, a menudo, alternados en forma intermitente con cultivos. Por lo tanto, los pastizales se conciben como ecosistemas, esto es, arreglos de componentes bióticos y abióticos conectados e interrelacionados formando una unidad o un todo, cuyas formas de vida características, originadas en el sistema natural o establecidas artificialmente, son capaces de producir tejido vegetal utilizable directamente por herbívoros de consumo humano.

Se establece, por lo tanto, una diferencia conceptual entre pasto, como parte integrante de un ecosistema, y pastizal, que constituye el todo. Forraje corresponde a un concepto más general que pasto, pues incluye diferentes formas de presentación y procesamiento del tejido vegetal para el herbívoro, y que puede eventualmente haber sido extraído del sistema para luego incorporarlo nuevamente a través del herbívoro.

Los ecosistemas de pastizal se definen y caracterizan por un conjunto de variables y atributos bióticos y abióticos, que determinan sus propiedades y estado en un momento dado. La existencia de cambios de estado del ecosistema de pastizal no está determinada solamente por los cambios que presenta el sistema natural o biogeoestructura, a causa de los

procesos y fenómenos que lo rigen, sino también por los elementos tecnológicos o tecnoestructura que inducen transformación en el sistema y por el actor que en forma de una estructura social o socioestructura, con tradiciones y cultura propias, desarrolla sistemas pastorales característicos. De esta forma, un sistema de clasificación de pastizal y su cartografía debe considerar tanto la biogeoeestructura como la tecnoestructura y socioestructura siendo partes integrantes y activas en el sistema. La diversidad de estados que puede presentar un mismo ecosistema de pastizal en el tiempo, determina que el sistema de clasificación debe fundamentarse prioritariamente en las variables y atributos más permanentes. Por lo tanto, se requiere establecer un ordenamiento de las variables y atributos desde las más permanentes a las más circunstanciales.

La hipótesis general que sustenta el estudio establece que los ecosistemas de pastizal se pueden agrupar o dividir de acuerdo a una clasificación sistemática basada en la existencia de una jerarquía de mayor a menor permanencia de las variables y atributos definidos por el clima, geomorfología, suelo, vegetación, tipo y grado de artificialización, estilo de utilización del ecosistema y condición del pastizal. Los atributos y variables que definen y caracterizan los ecosistemas son interdependientes y determinan un número finito de expresiones, pudiéndose discretizar los pastizales en clases de diferentes jerarquías, dando origen a un sistema de clasificación de validez general.

El estudio formal y sistemático de los pastizales aparece actualmente como una necesidad que debe resolverse en términos de la información y de los avances teóricos correspondientes. Una etapa fundamental en la comprensión de los ecosistemas de pastizal debe incluir necesariamente la formalización de un sistema de clasificación adecuado a los conocimientos existentes, basado en el estado actual de la teoría de ecosistemas y en los avances más recientes en el área de clasificación de pastizales y de recursos naturales en general.

La concepción sistémica actual de la naturaleza permite visualizar a los pastizales como ecosistemas, por lo que cualquier intento de clasificación debe considerar las variables ecosistémicas más pertinentes, sean climáticas, geomorfológicas, fisiológicas, de composición florística, sucesionales, de artificialización, etc., que permitan al jerarquizar la información existente y determinar un número finito de clases diferentes, agrupar los pastizales homólogos y clasificarlos en los diferentes compar

timentos del sistema. Las diferentes clases de pastizales que se determinen deben corresponder a una división natural que considere el ordenamiento jerárquico de las variables o componentes ecosistémicos. Por otra parte, debe tenerse presente la derivación hacia aspectos de utilización y manejo de pastizales, tecnología aplicable, indicadores de condición de pastizales, etc., para la resolución a diferentes escalas, tanto de los problemas de pastizales como los de ganadería.

La importancia de los sistemas de clasificación radica en que al disponer las ideas de los objetos de una clase dada, con las ideas que los acompañan o suceden, brindan un mayor dominio sobre la información y conducen directamente a la generación de nuevos conocimientos.

La creación y aplicación de un sistemas de clasificación no sólo permite ordenar jerárquicamente la información existente sobre los pastizales, por ejemplo de un país, sino también identificar, describir y cartografiar las diferentes clases de pastizales, todo lo cual permite comprenderlos mejor. Esta mejor comprensión se debe a que una clase de pastizal, o su modelo, requiere ser explicado desde el exterior formando parte de un modelo más amplio y éste, a su vez, como parte de un modelo mayor o metamodelo, secuencia que está dada en un sistema de clasificación jerárquico por la creciente jerarquía de clases que se suceden y contienen. Una mayor comprensión de los pastizales determina la posibilidad de mejores decisiones para un buen desarrollo de la ganadería en los diferentes niveles en que requieran ser resueltos los problemas, ya sea a nivel de investigación ganadera, educación, extensión, manejo de la información, etc. Los sistemas de clasificación en general reflejan el estado de una ciencia y su inexistencia sólo se justifica en las fases iniciales del desarrollo científico de un área determinada.

Los pastizales de Chile, en particular, han sido poco estudiados desde un punto de vista sistémico y cartográfico y si bien existe información valiosa su obtención, a menudo, ha carecido de un criterio globalizador. Hay numerosos estudios generales sobre diversos aspectos de la descripción y sistemática de los recursos naturales en lo referente a suelo, geología, clima, regiones naturales, etc., mereciendo especial atención el trabajo de Rogers (1953), que se refiere específicamente a la clasificación de las zonas forrajeras de Chile. A nivel de experimentación la investigación data desde hace más de 40 años.

La aplicación de un sistema de clasificación de pastizales desde un punto de vista ecosistémico, surge como una necesidad cuya satisfacción permite hacer un mejor uso de la información existente y por obtenerse, siendo una contribución significativa tanto en su aspecto científico como para la resolución de problemas tecnológicos en el área. Este estudio es la base para hacer una carta de los pastizales de Chile, la cual se incluye en la segunda fase de esta investigación.

De acuerdo a lo anterior, los objetivos de esta fase del estudio son los siguientes:

- Presentación de antecedentes bibliográficos relacionados con sistemas de clasificación propuestos en el área de recursos naturales y ecosistemas de pastizales y clasificaciones utilizadas en Chile;
- Establecimiento de los supuestos y bases para una clasificación de pastizales actualizada y de aplicación general;
- Determinación, denominación y caracterización de las jerarquías y clases o unidades de clasificación con el objeto de generar un sistema de clasificación de pastizales que incluya los diferentes tipos, y
- Elaboración de una clave codificada y computarizable para la determinación de las clases de ecosistemas de pastizal.

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

SISTEMAS DE CLASIFICACION

Clasificación de climas

Se pueden reconocer y definir diferentes tipos de climas ya sea debido a su modo de generación o a sus efectos sobre las formas de vida y ecosistemas, como resultado del rango de condiciones climáticas de un tipo de clima determinado (Lamb, 1979). Diversos sistemas de clasificación han considerado como base la temperatura, precipitación, vegetación y meteorología de masas de aire. En relación con los primeros tres parámetros, resultan aparentes algunas ventajas y desventajas. Si la temperatura sirve como la base de la clasificación, los climas del mundo se pueden entonces clasificar como tropical, de latitud media y polar. Sin embargo, debido a que se omite la precipitación, no es posible discriminar entre regiones áridas y húmedas, por lo que la clasificación resulta incompleta o insuficientemente exhaustiva. Si se utiliza la precipitación para clasificar los climas del mundo, entonces se pueden establecer entre seis y diez regiones principales de precipitación de acuerdo a los intervalos de clase elegidos. Sin embargo, en este caso las áreas de precipitación intermedia o estacional resultan pobremente descritas y la omisión de temperatura es importante. La vegetación se ha utilizado por algunos científicos para proveer algunos términos descriptivos regionales como estepa, matorral de desierto, tundra y otros. A pesar del hecho que la vegetación refleja la temperatura, precipitación, evaporación, condiciones de suelo y otras variables de considerable interés, no puede servir por sí sola como una base ideal de clasificación (Lamb, 1979).

Viers (1975) sostiene que en la clasificación de climas, la definición de los tipos es tanto más difícil cuanto, a excepción de regiones vecinas pero separadas por alguna alta cadena montañosa, se pasa de unos a otros climas por unas transiciones insensibles. El problema esencial de la tipología y de la clasificación climática reside entonces en la elección y la definición de los límites. Sostiene que si nos atuviéramos a la docena de fenómenos meteorológicos que cuentan algo en el sistema que constituye un clima y a sus distintas combinaciones, el problema se-

ría inslucible y concluye que conviene limitarse a la más esencial: la temperatura y las precipitaciones.

En un análisis sobre los tipos de clasificación de climas, Viers (1975) los clasifica en tres secciones: biogeográficas, climáticas y geográficas. Entre los sistemas biogeográficos de climas, poco numerosos y elaborados principalmente por botánicos, o basándose en sus trabajos, destaca como el más completo el sistema de clasificación debido a Köppen (1900), que lo abandonó posteriormente y que comprendía 24 subdivisiones irregularmente evocadoras: clima de boabad, de la palmera datilera, del olivo, del pino, del pingüino, del yak, etc. Ha quedado de esta clasificación la costumbre, particularmente en los países anglosajones, de denominar a ciertas regiones haciendo referencia a la vegetación: el clima de la pluviselva o bosque denso, clima del bosque nevado o clima de tundra. Los alemanes mencionan igualmente el clima de las praderas (Grasslandklima), clima de la pluviselva y el clima de la estepa arbolada. En Francia se habla a menudo de los climas esteparios en vez de citar a los semiáridos.

Las clasificaciones que recurren para su nomenclatura solamente a fenómenos meteorológicos corresponden para Viers a la sección climática y utilizan un limitado número de conceptos tales como: el calor, el frío, la lluvia, la nieve, la sequía, con eventual mención de las estaciones. Son, en principio, las más rigurosas y a veces son descriptivas, lo que es lógico y recomendable. Entre ellas destaca la clasificación de Köppen (1923), fundada en los innumerables y destacados trabajos de la escuela alemana, por su simplicidad y rigor. Es muchas veces utilizada en los estudios y manuales anglosajones. Se hará más adelante una descripción más detallada de la clasificación de Köppen por considerarla la más adecuada de utilizar para este trabajo.

El sistema de clasificación de Thornthwaite (1931 y 1948) considera fundamentalmente el problema del agua y divide al globo en los dominios hiperhúmedo, húmedo, subhúmedo, semiárido y árido (A, B, C, D, E), señalando con otras letras el período húmedo eficaz (r, d, s, w)*, el grupo térmico: megatermo, mesotermo y microtermo con sus subdivisiones (A',

* Rainy, dry, summer, winter: lluvioso, seco, verano e invierno, respectivamente.

B', C', D', E', 1, 2, 3, 4) y la eficacia térmica del verano (a, b, c, d). El clima de una parte de Sicilia, "subhúmedo mesotermo", es clasificado como CsB' 3d por Thornthwaite.

El sistema de Bagnouls y Gaussen (1953) es totalmente descriptivo. Se apoya en la división ternaria clásica del globo: térmico, mesotérmico y criomérico, que es seguida de subdivisiones referidas a matices térmicos o a períodos secos (situación en el año, duración e intensidad) con el conjunto apoyado por fórmulas sencillas de delimitación, las cuales pueden ser suplidas por los diagramas ombrotérmicos ultimados por estos autores. La caracterización de los climas ha sido llevada al extremo, con el empleo de raíces griegas, letras y cifras-símbolo.

Mientras que los biogeógrafos definen a las regiones climáticas según su vegetación y los climatólogos lo hacen fundándose únicamente en sus características climáticas, los geógrafos franceses han buscado formas típicas en la definición, las cuales consideran todos los elementos naturales del paisaje: clima, vegetación, suelos, relieves, etc., adoptándolos como base de su clasificación. Es así como han nacido los conceptos de "clima bretón", de "clima tibetano", etc. Las cosas han ido tan lejos que ciertos geógrafos franceses han elaborado definiciones basadas en la geomorfogénesis. Según J. Tricart y A. Cailleux, las regiones secas son aquellas donde la cobertura y los suelos son demasiado reducidos para asegurar una protección eficaz de la roca contra los efectos atmosféricos.

Es a Emmanuel de Martonne (1925), uno de los fundadores de la escuela francesa de geografía, a quien se debe la primera clasificación general de este género. Cada tipo de clima recibe pues el nombre de una región o de un país, el cual corresponde en teoría a un medio específico: Grecia, China, etc. El mayor mérito de este concepto consiste en la percepción global que implica, condicionada por supuesto a que el lector o auditor posea una imagen clara de los medios evocados, lo que no ocurre precisamente siempre. Es lógico que una persona conozca mejor una región propia que la de un país lejano.

Por otra parte, la elección de algunos términos es un poco arbitraria o vaga: el clima "colombiano" es montañoso, pero Colombia cuenta también con "tierras calientes" y no solamente con tierras frías. En ge-

neral se ha criticado sobre todo al autor que no haya fijado con precisión, al margen del mapa, los límites de sus regiones y tipos climáticos.

Varias tipologías locales o generales de clima han sido planteadas como consecuencia de ciertos estudios regionales. La más detallada se debe a H. Baulig y concierne a América del Norte, que este autor divide en zonas y regiones demarcadas con desigual fortuna desde el punto de vista fonético: nevadiana, mohave, virginio-kentuckyiana, ontario-iowana ...". En la misma colección, J. Sion ha designado los climas de los monzones asiáticos renunciando al uso de adjetivos: tipo de Calcuta, de Malabar", etc. Se deben a Pierre George algunas útiles subdivisiones de los climas polares árticos: tipo angariano, spitz bergiano, groenlandés, polar, etc., y una decena de términos inéditos a Ch. Péguy, algunos de los cuales son de uso discutible junto con válidas innovaciones: climas yakuto, provenzal, etc.

Viers (1975) propone una clasificación que, sin apoyarse en ningún principio nuevo, se vale simplemente de la escuela francesa y adopta de Köppen, sus formas y símbolos. Cada vez que pareció necesario considerar una subdivisión no contenida en la clasificación de E. de Martonne, se buscó un término existente ya fuera en H. Baulig (acadiano, nevadiano), ya en P. George (spitzbergiano, angariano) o bien en J. Tricart y A. Cailleux (islandés e inlandiano, etc.).

En general entre los sistemas de clasificación de clima uno de los más conocidos y ampliamente utilizados ha sido el propuesto por Köppen (1923) y ha sido también el punto de partida de numerosas otras clasificaciones, tales como las de Thornthwaite (1931, 1948), Emberger (1942) y de Martonne (1925) y otras más recientes.

El sistema de clasificación climática de Köppen establece una división de los climas fundamentalmente sobre la base de la temperatura, las precipitaciones atmosféricas y el curso de las estaciones del año. La clasificación corresponde a un sistema jerárquico, es decir con diferentes niveles o categorías de clases, y los tipos climáticos o clases son denominados mediante un sistema de letras denominado fórmula climática, lo que permite, mediante una breve expresión, establecer los rasgos

climáticos esenciales del lugar y así su diferenciación con otros climas (Cuadro 1).

El primer nivel o categoría del sistema corresponde a las zonas fundamentales que consideran cinco clases de clima y se designan con las letras A, B, C, D y E (Cuadro 2). La representación geográfica de las zonas corresponde a:

- A: Una zona tropical lluviosa, sin invierno
- B: Dos zonas secas incompletas
- C: Dos zonas templadas sin una capa de nieve regular
- D: Una zona boreal de nieve y bosque, con verano e invierno en la que ambas estaciones se presentan en forma perfectamente marcada. Esta zona falta en el hemisferio austral
- E: Dos zonas polares con clima de nieve y fuera del límite de la vegetación arbórea.

El segundo nivel o categoría de clases corresponde a los Tipos Fundamentales que son divisiones de las Zonas Fundamentales. Las Variedades Específicas se presentan en los climas B, C y D y son determinadas con criterio de temperatura. Las Variedades Generales y Alternativas Generales de clima se presentan en los climas A, B y C. Las primeras están determinadas por la temperatura, viento y/o humedad y las segundas por la frecuencia de lluvias. La distribución de los tipos climáticos de Köppen se muestran en la Figura 1.

El sistema de Köppen tiene como base cuantitativa en el establecimiento de las clases, lo que ofrece un criterio confiable para establecer los límites de los distintos climas y se puede aplicar en cualquier parte del mundo. Tiene la ventaja de considerar el efecto biológico de los climas por lo que no sólo determina tipos definidos de climas sino que, además, se identifica en sus rasgos generales con la distribución de la vegetación y de la vida (Fuenzalida, 1965).

La clasificación de Köppen ha sido criticada debido a que no expresa el grado predominante de evaporación tan directamente como la temperatura o la precipitación. Otras clasificaciones han sido elaboradas para ello aunque con alguna pérdida de simplicidad. Los valores de los límites de Köppen fueron obtenidos después de trabajos con propósitos expe-

CUADRO 1. Significado de las letras en la Fórmula Climática del sistema de clasificación climática de Köppen (Fuenzalida, 1965).

-
- A = el mes más frío (sobre la base de la temperatura media de muchos años) es superior a 18°C
 - B = la altura de la lluvia es inferior que el límite de la sequedad*
 - C = el mes más frío entre 18° y -3°C
 - D = el mes más frío es inferior a -3°; y el más caliente, superior a 10°
 - E = el mes más caliente es inferior a 10°
 - F = el mes más caliente es inferior a 0°
 - (G) = clima de montaña
 - (H) = clima de altura, a más de 3.000 m
 - = clima estepario
 - W = clima desértico
 - T = clima de tundra, el mes más caliente entre 0° y 10°
 - a = la temperatura del mes más caliente es superior a 22°
 - b = la temperatura del mes más caliente es inferior a 22°, y durante cuatro meses por lo menos es superior a 10°
 - c = sólo de 1 a 4 meses con más de 10°, y el mes más frío es superior a -38°
 - d = la temperatura del mes más frío es inferior a -38°
 - f = constantemente húmedo (suficientes lluvias o nieve en todos los meses)
 - g = tipo del Ganges con la curva anual de la temperatura, con máxima anterior al solsticio de verano y una temporada de lluvias en éste
 - g' = tipo del Sudán con la curva anual de la temperatura, con máxima posterior al solsticio de verano y una temporada de lluvias en verano
 - h = caliente, la temperatura anual es superior a 18°
 - i = isoterma, la diferencia de las temperaturas de los meses extremos es superior a 5°
 - k = frío (en invierno), la temperatura anual es inferior a 18°, y el mes más caliente es superior a 18°
 - k' = idem, y el mes más caliente es inferior a 18°
 - l = templado, todos los meses entre 10 a 22°
 - m = forma media, clima de bosque tropical, a pesar de que existe una temporada de sequía
 - n = nieblas frecuentes
 - n' = nieblas raras, pero mucha humedad del aire y falta de lluvias, con una temperatura relativamente baja (verano con menos de 24°)
 - n'' = idem, con temperaturas en verano entre 24 y 28°
 - n''' = idem, con temperatura muy alta (el verano con más de 28°)
 - s = la época más seca en el verano del hemisferio correspondiente
 - w = la época más seca en el invierno del hemisferio correspondiente

* La B se utiliza también para caracterizar la vegetación de alta montaña en los climas polares.

CUADRO 2. Fundamentos del sistema de clasificación climática de Köppen (Köppen, 1948).

Zonas fundamentales	Tipos fundamentales	Variedades específicas (en los climas B, C y D). De temperatura	Variedades generales (en los climas A, B y C)			
			De temperatura.	De viento.	De humedad.	
A. CLIMA TROPICAL LLUVIOSO. (La temperatura (t°) de todos los meses es superior a 18°C. La lluvia anual superior a 75 cm) (megatérmico).	1. Af Clima de selva	La lluvia es continua a través de todo el año.				
	2. Aw' Clima de sabana	La lluvia es periódica y el invierno es seco.				
B. CLIMA SECO. (Correlación específica entre r (precipitación total en cm) y t (temperatura anual en °C) (xerófito). La altura de la lluvia es inferior al límite de la sequedad.	3. BS Clima de estepa: vegetación xerófito.	BSs Llueve durante el invierno: $r < 2t$. BSx' Llueve irregularmente: $r < 2(t+7)$. BSw Llueve durante el verano: $r < 2(t+14)$.	h' Muy caliente. Con media anual superior a 18°C y la media del mes más frío superior a 18°C. h Caliente. Con media anual superior a 18°C y la media del mes más frío inferior a 18°C. k Frío. Con la media anual inferior a 18°C y la media del mes más caluroso superior a 18°C. k' Muy frío. Con media anual inferior a 18°C y la media del mes más caluroso inferior a 18°C. v La temperatura máxima es en otoño.	i, g, g' (1)	n (2)	w', w'' (4)
	4. BW' Clima de desierto: vegetación xerófito o sin vegetación.	BWs Llueve durante el invierno: $r < t$. BWx' llueve irregularmente: $r < t+7$. BWx' Llueve durante el verano: $r < t+14$.				
	5. Cw Clima de invierno seco no riguroso (de pradera)	w La lluvia es periódica y el invierno es seco. Durante el mes más lluvioso de verano, las lluvias son 10 veces o más de mayor altura que en el mes más seco.	a La temperatura del mes más cálido es superior a 22°C. b La temperatura del mes más cálido es inferior a 22°C.			
	6. Cs Clima de verano seco caluroso (de pradera)	s La lluvia es periódica y el verano es seco. Durante el mes más lluvioso de invierno, las lluvias son 3 veces, o más, de mayor altura que en el mes más seco.	c La temperatura del mes más frío es superior a -38°C. d La temperatura del mes más frío es inferior a -38°C.			
C. CLIMA TEMPLADO MODERADO LLUVIOSO. (La temperatura (t°) del mes más frío es entre -3° y 18°C) (macro-térmico).	7. Cf Clima de temperie húmeda (de bosque).					
	8. Df Clima de invierno húmedo frío (de bosque)					
D. CLIMA BOREAL O NEVADO Y DE BOSQUE. (La temperatura (t°) del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más caliente superior a 10°C) (microtérmico).	9. Dw Clima de invierno seco frío (de bosque)	f La lluvia es irregular. Condiciones intermedias entre el w y el s.				
	10. Et Clima de tundra: sin árboles.	La temperatura del mes más caliente es superior a 0°C.				
E. CLIMA NEVADO. (La temperatura de todos los meses es inferior a 10°C) (bekeistotérmico).	11. Ef Clima de nieve perpetua: sin vegetación	La temperatura de todos los meses es inferior a 0°C.				
	12. Eb Clima seco de alta montaña: de tundra o de nieve perpetua.					

Símbolos para caracterizar la vegetación de los tipos de clima:

- S estepa
- W desierto
- B alta montaña
- T tundra
- F hielo perpetuo

- (1) i Isotermal o de diferencia entre las temperaturas medias mensuales extremas inferior a 5°. g La temperatura máxima es anterior al solsticio de verano. g' La temperatura mínima es posterior al solsticio de verano.
- (2) n De bosque lluvioso, a pesar de tener estación seca, y con lluvias monzónicas de verano.
- (3) n Niebla frecuente
n' Niebla escasa, pero con aire muy húmedo, escasez de lluvia, tiempo relativamente fresco y verano con temperatura inferior a 24°C.
n'' Niebla escasa, pero con aire muy húmedo, escasez de lluvia, tiempo relativamente fresco y verano con temperatura superior a 24°C.
- (4) w' La estación de lluvia (indicada por w) se atrasa y tiene lugar en otoño.
w'' Dos estaciones de lluvia separadas por dos estaciones secas.
x La estación de lluvia tiene lugar en primavera y la seca en verano.
x' Las lluvias son escasas, pero fuertes, en todas las estaciones.
s' La estación de lluvia (indicada por s) se adelanta y tiene lugar en otoño.

rimentales durante más de 50 años y refinando sucesivamente las definiciones.

En la actualidad existen también otros sistemas de clasificación de climas de aplicabilidad tanto a nivel mundial como local.

Clasificación de geformas

La clasificación de geformas es un aspecto importante en geomorfología. Se ha desarrollado una variedad de sistemas de clasificación cuyo objetivo ha sido describir y agrupar geformas de acuerdo a los procesos que las configuran e influyen. Paralelamente otros sistemas de clasificación han incorporado el estado de desarrollo de las geformas como un aspecto de su desarrollo evolutivo a través del tiempo geológico y han considerado aspectos tales como litología de las rocas, posición de los estratos y la presencia de fallas y uniones, y factores de amplia influencia incluyendo levantamiento regional y cambios climáticos. Los eventos que influyen la configuración de las formas incluyen diversos procesos geológicos, ya sea directa o indirectamente. La configuración de la superficie terrestre refleja, en algún grado, virtualmente todos los procesos que tienen lugar en o cerca de la superficie, tanto como aquellos que tienen lugar profundamente en la corteza (Harbaugh, 1979).

En geomorfología el término estructura tiene un significado amplio y para su clasificación se ha considerado en algunos casos, el significado de estructura incluyendo tanto su significado geológico como la posición de las rocas, la constitución del material rocoso y cualquier cualidad inherente a la sustancia rocosa que pueda influir en el curso de la disección degradacional, tal como la litología. La naturaleza general y el tamaño de la unidad envuelta es, geomorfológicamente, un factor estructural. Engeln (1942) sostiene que si se hace un intento por clasificar estructuras para el propósito del estudio geomorfológico, el criterio para establecer distinciones debe ser el grado de divergencia en la disección erosiva que resulta de una diferencia de las condiciones estructurales. Sobre esta base reconoce dos amplias clases de estructuras: las estructuras horizontales y las estructuras desordenadas. La característica

más significativa de la clase horizontal es la perfecta simplicidad de posición y ordenamiento de las partes componentes. Para las clases de estructuras desordenadas no es posible hacer una definición tan precisa y las posibles complejidades son tan numerosas que un análisis de estructuras desordenadas es impracticable.

Davis (1924) desarrolló una clasificación tentativa de estructuras como sigue:

Estructuras en capas

- Aproximadamente horizontal
- Moderadamente inclinada
- En declive inclinado y fallado
- Torcida (desviada) moderada o grandemente
- Plegada (moderadamente o fuertemente; regularmente o complejamente).

Estructuras masivas

- Masas cristalinas o metamorizadas comúnmente, de resistencia uniforme, de forma tal que el drenaje es principalmente consecuente o inconsecuente, pero en algunas instancias de resistencia diferenciante, de tal manera que se desarrolla un patrón subsecuente de drenaje.

Estructuras combinadas

- Estructuras masivas y en capas asociadas en todas las relaciones posibles.

Estructuras volcánicas

- Conos, campos de cenizas, campos de lava en área estrecha o extensión amplia.

Engeln (1942) propone una clasificación de unidades geomorfológicas cuya mayor división determina dos clases, una de estructuras simples y otra de estructuras desordenadas. La clase de estructura simple difiere de la clase horizontal original en que incluye unidades en que los materiales son simples pero no están necesariamente dispuestos en forma horizontal. Siguiendo la división original en dos clases cada unidad geomorfológica aceptada es puesta en uno de cinco grupos generales. Los grupos más grandes están definidos disponiendo nombres distintivos y dados para cada ítem, incluyendo ese grupo (Cuadro 3).

Frecuentemente, la clasificación de unidades geomorfológicas del sistema propuesto o listado de unidades, depende de caracterizaciones que requieren dilucidación ellas mismas. Este defecto es remediado convenientemente con el progreso en el estudio geomorfológico.

El sistema, según Engeln, representa en última instancia el aspecto esencial de la posición americana en geomorfología, desarrollada por W. M. Davis. De acuerdo al mismo autor, con una excepción, la aproximación americana tuvo aceptación por geomorfólogos de otras nacionalidades que hicieron contribuciones importantes a la ciencia geomorfológica basado en el concepto americano.

La escuela germana presentaba objeciones a la concepción americana, lo cual reflejaba que eran posibles diferentes aproximaciones a la geomorfología. Antes que los americanos Powell, Dutton, Gilbert y Davis llegaran a escena, los germanos tenían un número de eminentes estudiantes de geografía incluyendo a A. v. Humboldt, Ferdinand V. Richhofen, Karl Ritter, A. Supan y A. Penck, quienes intentaron clasificar geoformas y sistematizar el estudio de estas formas de acuerdo a varios conceptos. Los diversos esquemas carecían de un principio unificador conveniente (Engeln, 1942). El desarrollo evolutivo propuesto por Davis plantea una clave con ese propósito. Los germanos atacaron la formulación americana con dos fundamentos generales: sobresimplificación y divorcio de la geología. Planteaban que el esquema no era válido debido a que ciertos escalones en la secuencia del desarrollo postulado no eran representados por ocurrencias actuales. Tales objeciones estaban en parte basadas en una inconsecuente y premeditada mala interpretación de la enseñanza americana. Argüían que el curso de los cambios no era cíclico como lo sostenía Davis, sino más bien una secuencia degradacional continua.

CUADRO 3. Resumen tabular de la clasificación de unidades geomorfológicas (Engeln, 1942).

GRUPO A

Estructuras simples

En general sedimentos no consolidados

1. Planos costeros
2. Planos de piedemonte
3. Planos de tundra
4. Planos fluviales, lacustres y deltaicos
5. Desierto erg o Areas Koum
6. Planos glaciales (till and outwash)
7. Planos de Loess

GRUPO B

Estructuras simples

Rocas consolidadas

8. Plateaux interiores
9. Hoyas abiertas con inclinación centrípeta (nested saucers)
10. Planos de escurrimiento de lava y plateaux
11. Conos volcánicos

GRUPO C

Estructuras simples

Rocas consolidadas

Composición de roca calcárea

12. Unidades Karst
13. Islas de Coral

GRUPO D

Estructura de pliegue y falla

Rocas consolidadas

Comúnmente compuestas de o envolviendo sedimentos

14. Domos levantados
 - Tipo (a) Lacolíticos
 - Tipo (b) Profundamente asentados
15. Montañas plegadas
 - Tipo (a) Pliegues simples
 - Tipo (b) Sobreplegados (nappes thrusts)
16. Montañas de bloques con fallas (fault-blocks)

GRUPO E

Unidades protegidas - Masas rígidas antiguas

Rocas metamórficas e ígneas

Planos, plateaux y topografía de montañas

Larga historia erosiva

17. Masas ígneas antiguas
 18. Sedimentos peneplanados y metamórficos
 19. Glaciares continentales
-

Pitty (1971) sostiene que las descripciones básicas en geomorfología son de tres tipos: observacional, clasificatoria y explicativa, que es descriptiva por naturaleza. Las tradiciones de geomorfología germana enfatizan, según el autor, la importancia de la observación, ilustrando la aspiración para proveer una descripción tan detallada como sea posible de la forma de relieve y data desde el trabajo de von Richthofen alrededor de 1880. En segundo lugar, algunas geoformas tienen suficiente simetría y caracteres distintivos de forma como para ser clasificadas como una de cierto tipo. Una tercera aproximación es aquella de la descripción genética, la que permite resumir en una sola palabra no sólo la información sobre la apariencia de una forma sino también determina una interpretación sobre su origen. Ha sido inusual en geomorfología el empleo de aproximaciones descriptivas-explicativas o genéticas. Desde alrededor de 1940 han habido cambios en la forma en que las observaciones son registradas, con el reconocimiento creciente sobre la necesidad de contar con un grado de esquematización. Se ha intentado en forma progresiva reducir las extensas descripciones verbales, agudizando la precisión de la observación con el desarrollo de técnicas cartográficas especializadas y para investigar sobre medios para reducir las observaciones de geoformas a números. Estos intentos han incluido la descripción de terrenos complicados tanto como de simples geoformas simétricas. También ha habido un movimiento hacia la descripción genética en un intento de separar claramente la descripción de la interpretación.

La clasificación de geoformas planteada por Löbeck (1939), definida como fundamentalmente de tipo genético, considera para la determinación de geoformas factores tales como estructura, proceso y estado de maduración (Cuadro 4). El sistema plantea que el primer requisito es comprender la estructura de la región estudiada para lo cual, su denominación con conceptos tales como plano, plató, etc., no sólo serían términos meramente descriptivos sino también explicativos al sugerir el origen de la geoforma, relacionándose con sus características fundamentales y originales más que con su apariencia presente. En segundo lugar considera importante el proceso prevalente que modifica la forma original y finalmente el estado de desarrollo alcanzado definido por términos relativos a su madurez.

Cailleux y Tricart (1956) plantean un problema básico en el estudio de geoformas cual es el de la escala, en la perspectiva de definir una serie de órdenes de tamaño (Cuadro 5). Una noción de escala no sólo

CUADRO 4. Clasificación genética de geoformas de acuerdo a Löbeck (1939).

CONSTRUCTIVA

ESTRUCTURA		PROCESO		ESTADO		
GEOLOGIA	GEOFORMA	FUERZA	DESTRUCTIVA	JOVEN	MADURO	VIEJO
Simple	Horizontal	Plano		Plano joven	Plano maduro	Plano viejo
	Horizontal	Relieve bajo		Plateau joven	Plateau maduro	Plateau viejo
Desordenada	Domo	Montaña domo	Corrientes Glaciares Olas Vientos	Montaña domo joven	Montaña domo madura	Montaña domo vieja
	Fallada	Montañas bloque		Montañas plegadas jóvenes	Montañas plegadas maduras	Montañas plegadas viejas
	Plegada	Montañas plegadas		Montañas plegadas jóvenes	Montañas plegadas maduras	Montañas plegadas viejas
	Compleja	Montañas complejas		Montaña joven	Montaña madura	Montaña vieja
	Volcánica	Volcanes		Volcán joven	Volcán maduro	Volcán viejo

DESTRUCTIVA

FUERZA	EROSIVA	RESIDUAL	DEPOSITACIONAL
Intemperización	Cavidades y fosos	Domos de exfoliación	Conos de talud Deslizamientos
Corrientes	Valles Cañones	Crestas de montañas	Deltas Aluviales Planos de inundación
Glaciares	Circos Cauces de glaciares	Cumbres tipo Matterhorn Arêtes	Morrenas Drumlins Eskers
Olas	Cuevas marinas Grietas	Plataformas Cliffed headlands	Bars Beachés
Viento	Blow holes	Pedestales rocosos	Dunas Loess
Organismos	Excavaciones	---	Arrecifes de coral Hornigueros

CUADRO 5. Clasificación de figuras geomorfológicas, según Tricart (1965) en Pitty (1971).

Orden	Unidades de superficie terrestre, en km ²	Características de las Unidades, con ejemplos	Unidades climáticas equivalentes	Mecanismos básicos que controlan el relieve	"Timespan" de persistencia
I	10 ⁷	Continentes, fosas oceánicas	Grandes sistemas zonales controlados por factores astronómicos	Diferenciación de la corteza terrestre entre sial y sima	10 ⁹ años
II	10 ⁶	Grandes entidades estructurales. (Scandinavian shield, Tethys, Congo basin)	Tipos climáticos mayores (influencia de factores geográficos en factores astronómicos)	Movimientos de la corteza, como en la formación de "geosynclines". Influencia climática en disección	10 ⁸ años
III	10 ⁴	Unidades estructurales (Paris basin, Jura, Massif)	Subdivisiones de los tipos climáticos mayores, con poca significación para erosión	Unidades tectónicas que tienen una relación con paleografía; grado de erosión influenciado por litología	10 ⁷ años
IV	10 ²	Unidades tectónicas básicas: "Mountain massifs", "horsts", "fault throughs"	Climas regionales influenciados predominantemente por factores geográficos, especialmente en áreas montañosas	Influenciado predominantemente por factores tectónicos, secundariamente por litología	10 ⁷ años
LIMITE DE AJUSTES ISOSTATICOS					
V	10	"Ities" tectónicos irregulares, "anticlines", "synclines", cerros, valles	Clima local, influenciado por patrones de relieve: "adret-ubac", efectos altitudinales	Predominio de litología y aspectos estáticos de estructura	10 ⁶ a 10 ⁷ años
VI	10 ⁻²	Geoformas, escarpas, terrazas, circos, morrenas, "debris", etc.	Mesoclima, directamente ligado a la geoforma. Ejemplo: "nivation hollow"	Predominio de procesos, influenciado por litología	10 ⁴ años
VII	10 ⁻⁶	Microformas, "solifluction lobes", "polygonal soils", "nebkas", "badland gullies"	Microclima, directamente ligado con la forma. Ejemplo: lapies (karren)	Predominio de procesos, influenciado por litología	10 ² años
VIII	10 ⁻⁸	Microscópico, Ej.: detalles de solución y "polishing".	Micro-ambiente.	Relacionado con procesos y a textura rocosa.	

provee una herramienta para categorizar las observaciones. Dentro del rango de tamaño de las formas estudiadas en geomorfología, es poco lo conocido en detalle debido al hecho general de que algunas geoformas pueden variar en tamaño, mientras que otras son menos susceptibles.

Murphy (1967, 1968) propone una clasificación general descriptiva de geoformas en que intenta reconciliar lo genético y lo empírico. Los factores genéticos utilizados consideran aquellos que, según el autor, los registros geológicos han permitido superar su etapa de hipótesis y que han tenido aceptación general. Desarrolla tres niveles de categorías. En la primera categoría establece siete regiones estructurales: Sistema alpino, Remanentes caledonios, Godwana shield, Laurasia shield, Agrietada (rifted), Áreas de escudo (shield), Cubiertas sedimentarias y áreas volcánicas aisladas. En la segunda categoría considera seis tipos de regiones topográficas: planos, cerros (hills) y mesetas bajas, mesetas altas, montañas, montañas ampliamente espaciadas y depresión. La tercera categoría comprende cinco clases de áreas, dependiendo de los procesos geomorfológicos que predominan, áreas de geoformas húmedas, áreas de geoformas secas, áreas glaciales, áreas glaciales de Wisconsin y Wurm y capas de hielo.

El sistema utiliza las características genéticas (estructuras, procesos y tiempo) en la primera y tercera categorías. En la segunda categoría son utilizados parámetros cuantitativos como elevación y relieve. Mientras no se tenga más detalle geológico y datos utilizables para algunas áreas de la superficie terrestre, este tipo de clasificación representa un muy buen sistema básico intentado para abarcar toda la topografía mundial (Tuttle, 1975).

Numerosas clasificaciones globales de geoformas han tendido ya sea hacia interpretaciones genéticas o bien hacia sistemas estrictamente empíricos incluyendo factores tales como porcentaje de pendiente o relieve local como criterio. Murphy sostiene que al tratar de aplicar esas clasificaciones para estudios regionales, se observa que las primeras adolecen de precisión y las últimas adolecen de unidad para una explicación genética.

Taxonomía de suelos

Los sistemas de clasificación de suelos propuestos han sido también numerosos. Diversos grupos de suelo han sido reconocidos y dispuestos en sistemas de clasificación y, aunque las opiniones difieren en como estos grupos deben ser dispuestos dentro de un sistema de clasificación, existen esencialmente los mismos grupos para todos los pedólogos.

Los suelos forman un continuo por lo que su categorización sobre la base de claras diferencias entre grupos no resulta evidente. Los mismos procesos están involucrados en la formación de varios tipos de suelo reflejando condiciones heterogéneas. El reconocimiento de que un mismo suelo puede pertenecer a varios grupos facilita su clasificación. Es así como se han establecido los grandes grupos que se muestran en el Cuadro 6.

Un sistema de clasificación de suelos aceptado universalmente es el diseñado por los clasificadores del Soil Survey Staff del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, elaborado a través de aproximaciones sucesivas que circularan para su estudio y crítica (Honorato, 1976). La séptima aproximación fue publicada en 1960 (Soil Survey Staff, 1960) apareciendo posteriormente publicaciones suplementarias, entre las que destacan Soil Survey Staff 1964, 1967 y 1970, introduciendo algunas modificaciones. El sistema está basado más bien en propiedades medibles del suelo que en teorías de formación de suelo. Constituye el primer intento hacia definiciones precisas de grupo de suelo y términos pedológicos, adoptando implícitamente diversas clasificaciones.

El sistema se caracteriza por ser una clasificación jerárquica que define clases a nivel de Orden, Suborden, Gran Grupo y Subgrupo. Criterios adicionales están dados para definir clases a nivel de Familia y Serie. La especificación de los criterios de medición y la existencia de una clave permiten la interpretación y denominación consistentes de las unidades de suelo. Esta clasificación taxonómica es usualmente utilizada como referencia básica para la interpretación de la porción de suelo del ecosistema en las actividades de clasificación. Sin embargo, la complejidad de los criterios requiere usualmente el entrenamiento equivalente de un científico de suelo para identificar las unidades en terreno.

Los fundamentos del sistema y los principios que guían un sistema

CUADRO 6. Grandes tipos de suelos (Papadakis, 1979)

ANDO	ORGANICO
Rico en arcillas amorfas.	Extremadamente rico en materia orgánica; puede tener horizonte orgánico o turboso.
BRUNISOLICO	PODSOL
Arcillas 2:1; horizontes ácidos o "braunified".	Eluviación de aluminio y hierro, produciendo usualmente horizonte superficial arenoso ceniciento y horizonte iluvial rico en arcillas amorfas.
CHERNOZEMICO	PLANOSOL
Arcillas 2:1; horizontes húmicos oscuro neutro profundo.	Eluviación de arcilla producida por sodio; horizonte iluvial no "nátric".
CINNAMONICO	RANKERS
Arcillas 2:1; color rojizo, rico en óxidos de hierro deshidratados.	Arcillas 2:1; horizonte húmico, descansando en roca o "permafrost".
ARCILLAS OSCURAS	RAW
Arcillas 2:1; ricos en arcillas expandibles, bien saturadas con bases.	Arcillas 2:1; perfil de suelo indiferenciado.
GLEISOLICO	RENDZINAS
Colores gris azul o "mottles" debido a "water-logging".	Alto contenido de cal.
KAOLINITICO	SOLONCHAKS
Tropical; rico en arcilla, 1:1; puede tener perfil indiferenciado, u horizontes ricos en concreciones de hierro o laterita.	Rico en sales como cloratos, sulfatos, etc., relacionado con gypsisoils, rico en sulfato de cal.
LESSIVE	SOLONETZ
Iluviación de arcilla producida por materia orgánica.	Iluviación de arcilla producida por sodio; horizonte iluvial "natric".

material de clasificación de suelo son expuestos por Honorato (1976) y se detallan a continuación. Concebido un sistema natural de clasificación como aquel que considera todos los atributos de la población y selecciona aquellos que tienen el mayor número de características asociadas o número de covariantes para definir y separar las clases (Mill, 1925), el propósito para estos sistemas es destacar las relaciones de la población sin referencia a algún objetivo específico (Cline, 1949). De acuerdo a esto es posible establecer diversos principios que rigen un sistema moderno de clasificación de suelos algunos de los cuales son específicos para pedología y otros generales para cualquier sistema natural de clasificación. Previamente es preciso, sin embargo, destacar la complejidad que presenta la elaboración de un sistema de clasificación de suelos, debido a que los suelos raramente se presentan como individuos discretos, es decir con límites definidos. La existencia de cambios graduales de un suelo a otro y frecuentemente la presencia de amplias zonas de transición, requiere del establecimiento de límites por definición y es así como se han establecido algunas unidades básicas tales como el pedón y el polipedón.

Entre los principios considerados para el establecimiento de un sistema de clasificación general de suelos se puede mencionar el principio de cronología y subordinación de caracteres que establece que aquellos caracteres que definen las categorías deben ser de la misma naturaleza, de modo de presentar un grado de caracterización creciente y de generalización decreciente. Este principio se puede representar en un sistema de categorías múltiples en forma de una pirámide con pocas clases en la cúspide y muchas clases hacia la base. Las clases en las categorías inferiores se definen y diferencian, además de las características diferenciadoras propias del nivel correspondiente, también por aquellas que han sido utilizadas en niveles superiores. El incremento de características diferenciadoras hacia las categorías inferiores permite en ellas una definición más precisa de las clases.

El principio de filiación genética es otro de los fundamentos considerados en el sentido que si bien un suelo no proviene de otro suelo, la génesis depende de un cierto número de factores cuya acción combinada le da origen. Toda clasificación que considere estas condiciones y proceso de formación y evolución, es decir con base genética, debe referirse a este principio de parentesco y filiación.

El principio de universalidad de las categorías taxonómicas esta-

blece que todos los individuos de la población deben ser clasificados en cada categoría o nivel. La clasificación debe ser también general en el sentido de poder utilizarse como elemento base en las leyendas de los mapas pedológicos a cualquier escala, correspondiendo a cada una un nivel de clasificación.

El límite de los principios de independencia establece que una propiedad o característica usada como diferenciante en una categoría no debe separar individuos similares en una categoría inferior.

La clasificación debe ser utilizable en el terreno, los caracteres que definen cada una de las categorías, características intrínsecas del suelo, deben poder reconocerse y apreciarse en el terreno. Los análisis de laboratorio deben permitir desde este punto de vista, confirmar y precisar el diagnóstico realizado en el terreno. Esto no siempre es posible, aunque en los sistemas modernos de clasificación se ha hecho un gran esfuerzo en este sentido.

Un sistema de clasificación basado en las teorías sobre génesis de suelos no debe ser rígido, ya que éste corresponde al desarrollo de la ciencia del suelo en un momento determinado y continuamente, como resultado de la investigación, se plantean nuevos enfoques que permiten corregir o modificar ideas anteriores. Los suelos no son conocidos en su totalidad y a medida que se conocen mejor sus propiedades pueden modificarse algunos de los límites fijados para su clasificación.

Si bien la séptima aproximación se ajusta a los principios indicados anteriormente para un sistema natural de clasificación, la complejidad de la población a clasificar obliga en ciertos casos a una aplicación limitada de algunos de estos principios.

Entre las características del sistema cabe mencionar que corresponde a un sistema de categorías múltiples, es decir un sistema jerarquizado de categorías ideales para clasificar una población compleja y con gran número de individuos, resultando lo adecuado para la complejidad y variedad de suelos. Las categorías superiores tienen pocas clases definidas y las categorías inferiores tienen clases numerosas, definidas en términos muy precisos.

Las características diferenciadoras utilizadas para la definición de la taxa son propias de los suelos, en su mayoría medibles y observables. El sistema tiene una base genética, en referencia a tipos de morfología representativa de una génesis determinada. La elección de un determinado carácter morfológico para una categoría se basa en el modo como estas características representan un grado o un determinado proceso genético. Los principios involucrados en los horizontes de diagnóstico tienen una fuerte base genética y controlan la validez y efectividad de todo el sistema constituyéndose en su piedra angular.

La aplicación del principio de homología y subordinación de caracteres presentan algunas limitaciones debido a que las características diferenciadoras no son uniformemente aplicadas o aplicables a todos los suelos en un determinado nivel categórico, lo que se denomina "principio de aplicación limitada de los caracteres diferenciadores".

El sistema se caracteriza por ser universal en el sentido que permite la ubicación de los suelos en cualquier nivel categórico y considera tanto los suelos vírgenes como los cultivados y erosionados. También es flexible en el sentido de permitir la incorporación de los nuevos conocimientos que se generen en la ciencia del suelo y de modificar algunos límites o taxa sin grandes distorsiones en el sistema. El vocabulario y la nomenclatura utiliza raíces griegas y latinas, evitando términos tradicionales con acepciones diferentes, ambiguas y muchas veces contradictorias y se precisan las unidades básicas del suelo tales como individuo, pedón y polipedón.

Las categorías del sistema son seis, ordenadas desde el más alto grado de generalización al menor como sigue:

1) Orden Contiene diez clases y el criterio de agrupación considera los procesos formadores de suelos, tanto tipo como grado de desarrollo, marcado por la presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico.

2) Sub-Orden Contiene 47 clases y corresponden a subdivisiones de los órdenes de acuerdo a la presencia o ausencia de hidromorfismo, regímenes de humedad,

características del material, parental y efecto vegetacional.

- 3) **Grandes grupos** Son aproximadamente 206 y corresponden a subdivisión de los sub-órdenes de acuerdo al tipo, arreglo y grado de expresión de los horizontes, con énfasis en el sqqm superior, status de bases, regímenes de temperatura y humedad, presencia o ausencia de capas diagnósticas.
- 4) **Sub-grupos (numerosos)** Concepto central del Gran Grupo y propiedades que indican intergradaciones hacia otros Grandes Grupos, Sub-Órdenes y Órdenes, extragradaciones hacia no-suelo.
- 5) **Familia (n)** Propiedades importantes para el crecimiento de las plantas: clases texturales amplias, clases de mineralogía, clases de temperatura del suelo, etc.
- 6) **Serie (nⁿ)** Tipo y arreglo de los horizontes, color, textura, estructura, consistencia y reacción de los horizontes, propiedades químicas y mineralógicas de los horizontes.

Clasificación de la vegetación

La presente sección está basada fundamentalmente en las revisiones bibliográficas relativas al tema realizadas por Whittaker (1962) y Matteucci y Colma (1982).

Distintos enfoques y tendencias han dominado el desarrollo de los sistemas de clasificación basadas primariamente en la vegetación. Whittaker (1962) selecciona y agrupa las escuelas en siete grandes tradiciones de las cuales cinco son regionales correspondiendo a las del sur y norte

de Europa Occidental, la rusa, la británica y la americana y dos que se sobreponen a todas las tradiciones regionales correspondiendo a la tradición de clasificación fisonómica y la tradición de unidades multifactoriales o de paisaje. Si bien la agrupación en tradiciones puede resultar arbitraria, resulta útil en la perspectiva de determinar las grandes tendencias a través de la historia. Por otra parte, la incorporación de técnicas estadísticas en la clasificación de la vegetación ha desarrollado otra aproximación al problema y ha tenido también amplia utilización.

La dirección en que una escuela se desarrolla está determinada en parte por características de la vegetación con la que trata, lo cual influye en sus aproximaciones para clasificar. También está a menudo determinada por ideas claves para interpretaciones posteriores, por factores culturales y enfoques personales de los líderes de las escuelas tanto como por ideas tales como la analogía entre comunidad y organismo y asociación con especie.

Muchas escuelas han sostenido la existencia de una unidad fundamental natural de la vegetación. Alternativamente diversos autores de diferentes tradiciones sostienen que, debido a que las especies están distribuidas en forma individual y la vegetación es continua en una considerable extensión, la clasificación debe ser básicamente arbitraria.

Tradición fisonómica

El proceso de establecimiento de unidades fisonómicas de vegetación data del siglo pasado, comenzando con los trabajos de Humboldt quien reconoció, (Whittaker, 1962), la existencia de unidades fisonómicas estructurales y de grupos de especies asociadas y llamó asociación a las comunidades caracterizadas por especies dominantes. Grisebach en 1838 introdujo el término formación y designó como formación fitogeográfica a un grupo de plantas -tales como una pradera o un bosque- que tienen un carácter fisonómico dado (Beard, 1973). Los términos asociación y formación han sido definidos y redefinidos en innumerables ocasiones y por numerosos autores, lo que a menudo ha creado confusión en la terminología, obligando a revisiones tales como la de Richards et al. (1939). Ellos llamaron "asociación" al conjunto de stands (unidades de muestreo) carac-

terizadas por la dominancia de dos o muchas especies y por la flora total. Es decir, la asociación se define por el conjunto total de especies presentes, aunque algunas de ella, las especies características tienen un valor diagnóstico mayor que otras. La formación es el conjunto de asociaciones dominada por la misma forma de vida o forma de crecimiento, lo que indica similitud en el "habitat esencial"; sobre todo en lo que se refiere al clima regional.

Los trabajos de Raunkiaer (1905, 1910, 1934) y de Braun Blanquet (1928, 1932, 1951) contribuyeron en forma importante a la evolución del concepto. La clasificación de Raunkiaer establece su primera clase en base solamente a la posición o carácter de aquellas partes de la planta en las que el tejido meristemático sobrevive a las estaciones desfavorables. Estas clases de formas de plantas, denominadas formas de vida, han sido ampliamente utilizadas.

En otra dirección del desarrollo de la clasificación de las formas de plantas se consideran diversos aspectos morfológicos, incluyendo criterios tales como leñoso vs. herbáceo, estatura, hojas siempreverdes, semidecíduas y deciduas, forma de hoja, etc. Para tales clases hay un número casi ilimitado de posibles clasificaciones y la manera particular de clasificar está determinada a menudo por la convención y utilidad en describir la fisonomía de la comunidad más que por la lógica. Estas clasificaciones se les ha denominado formas de crecimiento para diferenciarlas de las formas de vida de Raunkiaer. Las formas de crecimiento están relacionadas significativamente con el ambiente de modo tal que bajo ciertas condiciones dominan sólo ciertas comunidades.

Una de las mayores justificaciones para la aproximación fisonómica en el estudio y clasificación de la vegetación está dada por el hecho que comunidades fisonómicamente similares se presentan en diferentes continentes donde ocurren condiciones ambientales equivalentes. Esta convergencia fisonómica de la vegetación en regiones ampliamente separadas es uno de los mayores fenómenos de la geografía de plantas y ha permitido el agrupamiento de las formaciones de plantas en unidades fisonómicas mayores que han sido denominadas de variadas formas: formación-tipo, grupo de formaciones, clases de formaciones, vegetación-tipo, formaciones homólogas, etc.

Actualmente se acepta el término formación definido por caracteres fisonómicos o estructurales y las diferencias se refieren al tipo de atributo de la vegetación que es enfatizado y a la inclusión o no de factores ambientales en la definición. Además de su uso en fitogeografía, las unidades fisonómicas han sido usadas por ecólogos y fitosociólogos en todas las tradiciones regionales y la formación es la más usada de todas las unidades de vegetación.

Matteucci y Colma (1982) sostienen que la definición más clara de formación es la de Whittaker (1975), para quien la formación es una clase de comunidad principal reconocida por su fisonomía en un continente dado. El conjunto de formaciones convergentes en distintos continentes es el tipo de formación (formación tipo). Whittaker reconoce seis tipos de formaciones principales: bosque, matorral, arbustal, pastizal, arbustal semidesértico y desierto. Cada una de ellas se caracteriza por la forma de crecimiento dominante (árbol, arbusto, herbáceo) aunque en la definición de las dos últimas clases se toma en cuenta la cobertura.

En el concepto, uso y atributos utilizados para definir la formación está implícita y rara vez explícita la escala de estudio de la vegetación. Las definiciones amplias de utilidad a escala pequeña, resultan insuficientes para el análisis regional o local. Los sistemas fisonómicos de clasificación se pueden dividir de esta forma en mundiales y regionales o locales.

Entre los sistemas fisonómicos a escala mundial se puede mencionar la clasificación de Fosberg (1961), que propone un sistema jerárquico en que todas las jerarquías, las cuales se definen estructural y funcionalmente. La primera división distingue tres grupos estructurales primarios: vegetación cerrada, vegetación abierta y vegetación dispersa o desértica. La división siguiente se basa en el hábito y la estatura de las plantas, estableciéndose 31 clases de formación. La siguiente jerarquía corresponde a los grupos de formación de acuerdo a la periodicidad del follaje de los estratos dominantes. La última categoría, la formación, se define en función de la forma de crecimiento dominante y se destacan la textura foliar y los caracteres efarmónicos. El sistema de Fosberg se le considera artificial y arbitrario en cuanto a la selección de los criterios, pero útil para organizar la información y para la cartografía de la vegetación. Matteucci y Colma (1982) sostienen que por ser exclusi

vamente fisonómico permite comparar patrones de vegetación con patrones de factores ambientales sin peligro de caer en razonamientos circulares.

Los sistemas de clasificación fisonómicos a nivel regional o local son muy numerosos y a menudo han correspondido a adaptaciones de los sistemas mundiales obedeciendo a características de la zona y a los objetivos del estudio. Se destacan entre los más desarrollados los de la tradición inglesa entre los que se mencionan los trabajos de Tansley y Chipp (1926), Davis y Richards (1933, 1934), Beard (1944) entre otros (Matteucci y Colma, 1982).

Los enfoques fisonómicos o morfofuncionales han constituido la base de la mayoría de los animales de la vegetación y han influido en el desarrollo de las distintas escuelas o tendencias.

Tradiciones regionales

La distinción moderna establece a la formación determinada como una unidad de nivel superior y definida por la fisonomía y el habitat y al tipo o asociación como una unidad de nivel inferior, definido por la composición florística o de especies. Sin embargo, la composición florística puede ser interpretada de diversas formas y con diferentes concepciones.

Existen varias escuelas o tradiciones que difieren en cuanto a definiciones y jerarquización de clases, a los métodos de muestreo y las variables empleadas en la obtención de datos y en el análisis. Whittaker (1962, 1978) y Shimwell (1971) ofrecen interesantes relatos acerca de la ecología de las escuelas fitosociológicas mundiales así como de sus principales discrepancias.

De todos estos sistemas, los originados en las escuelas de Clements, en la tradición americana y de Zurich - Montpellier, en el sur de Europa y principalmente con Braun-Blanquet, son los que han tenido mayor influencia en el desarrollo de la fitosociología hasta nuestros días (Matteucci y Colma, 1982). El sistema original de Clements ha sido abandonado pero de él se han rescatado los tipos de dominancia para utilizarlas

en la clasificación informal de la vegetación. De la Escuela Zurich - Montpellier, el sistema de clasificación propuesto por Braun-Blanquet, son su jerarquía de asociaciones florísticas y otras unidades definidas por especies diagnósticas, se ha perpetuado hasta nuestros días con modificaciones menores.

La tradición de las Islas Británicas, por otra parte, se ha basado principalmente en el uso informal de tipo de dominancia (dominancia-tipo) definido por la o las dos especies más abundantes de la comunidad y las formaciones han sido ampliamente utilizadas en el Reino Unido. Los sistemas de clasificación que usan ambas unidades han sido desarrolladas por Tansley en Inglaterra, Crocker y Wood en el sur de Australia y Beadle en New South Wales.

Por otro lado, las tradiciones americanas y británicas han estado fuertemente influenciadas y estrechamente relacionadas entre sí por el desarrollo de aproximaciones sucesionales a la vegetación establecidas por Cowless y Clements en un principio y Moss y Tansley posteriormente.

En la tradición nórdica o tradición escandinava y báltica se distinguen tres grandes direcciones: la definición de "sociaton" por combinaciones de estratos dominantes en la escuela de Uppsala; la aproximación sinusial, a través de "uniones" de una forma de vida individual o estrato desarrollados por Yonis, Lippma y otros, y el sistema de site-types definido por características de comunidades "undergrowth" relacionadas al habitat en la escuela finlandesa de Cayander.

En la tradición rusa, las unidades mayores son la formación y la "sociation" o la asociación rusa. Posteriores sistemas rusos y suecos de tipo forestales están basados en la "sociation" en vez del site-type de Cayander.

Sistemas formales de clasificación

Los sistemas formales de clasificación de la vegetación corresponden a métodos que emplean técnicas estadísticas de forma tal que pueden ser aplicadas repetidamente por dos investigadores y obtener resultados

similares (Matteucci y Colma, 1982). Los sistemas formales parten de una matriz de semejanza para determinar las clases. En general, estos métodos requieren del empleo de una computadora cuando el número de individuos y de atributos es muy elevado.

Los métodos aglomerativos en los sistemas formales consideran básicamente tres estrategias. En la estrategia del vecino más cercano se constituyen las clases juntando de a pares las muestras cuyos índices de similitud son mayores, es decir, cada individuo se compara con todos los de los grupos que se van formando. En la estrategia del centro y de los individuos de un grupo se reemplazan por una muestra promedio o centroide y cada individuo que se agrega se compara con esta muestra hipotética. La tercera estrategia consiste en minimizar el promedio de coeficientes de dispersión calculando los coeficientes de distancia para todos los pares posibles. Entre los métodos aglomerativos de uso más frecuente se pueden mencionar los propuestos por Sokal y Michener (1958) y Orloci (1967).

Los métodos divisivos en los sistemas formales de clasificación en general consisten en comprobar la siguiente hipótesis nula: el conjunto de muestras proviene de una población, cuyos atributos están definidos de una manera determinada. El conjunto se divide si se rechaza la hipótesis nula. La subdivisión continúa hasta que se obtiene un grupo proveniente de una población, lo que equivale a subdividir el conjunto de muestras hasta conseguir grupos homogéneos mediante algún criterio de homogeneidad. Entre los métodos decisivos más frecuentemente utilizados se puede mencionar el propuesto por Goodal (1953) modificado por Williams y Lambert (1959, 1960) y el método de Edwards y Cavalli-Sforza (1965).

Según Matteucci y Colma (1982), en los métodos aglomerativos la distorsión incrementa hacia las jerarquías superiores ocurriendo lo contrario con los métodos divisivos. Cuando se estudian zonas extensas de vegetación heterogénea interesan las jerarquías superiores. Por ello conviene aplicar métodos divisivos, no sólo para disminuir la distorsión, sino también porque la computación puede interrumpirse cuando se ha alcanzado la homogeneidad intragrupo deseada.

Sistemas multifactoriales

Whittaker (1962) sostiene que aunque la mayor parte de las clasificaciones de los ecosistemas por los ecólogos han estado relacionados con comunidades de plantas, también pueden ser clasificados otros aspectos del ecosistema tales como clima, suelo o comunidad de animales. El reconocimiento de las interrelaciones de la comunidad y el ambiente en el ecosistema ha conducido a muchos autores a intentar clasificaciones con unidades multifactoriales o de paisaje.

Como se mencionaba anteriormente, a menudo las clasificaciones de climas, suelo o geoforma han considerado componentes vegetacionales y viceversa. Diversos autores han usado el substrato, la posición fisiográfica u otras características del ecosistema para clasificar comunidades vegetales. Clasificaciones de comunidades ambientales o habitats han sido sostenidas por Pearse (1926), Danserau (1952, 1957) y Elton y Miller (1954).

Las clasificaciones de suelo en tipos regionales relacionados con clima y fisonomía vegetal posteriores a la tradición rusa han sido frecuentes. Por otra parte, algunas clasificaciones de vegetación han utilizado características de suelo como criterios de tipo de comunidad.

Los ecosistemas pueden ser clasificados considerando propiedades de cada uno de sus componentes mayores como ambiente físico, suelo, vegetación, etc. En adición a las clasificaciones basadas en aspectos particulares de los ecosistemas, las aproximaciones multifactoriales o de paisaje para clasificar, han sido desarrolladas también por numerosos autores.

Entre los sistemas que incorporan diversos componentes del ecosistema en la clasificación de la vegetación y que tienen aplicabilidad a escala mundial o mayor se puede mencionar el sistema de Ellenberg y Mueller Dombois (1966), que quedó plasmado en el sistema de la UNESCO. Está basado en el sistema de Rübél (Shimwell, 1971), que es estrictamente fisonómico, y en el sistema de Schimper y von Faber (1935) que describe la vegetación en función del clima.

La clasificación corresponde a un sistema jerárquico de carácter

fundamentalmente fisonómico estructural, aunque con incorporación de información ecológica en sus categorías. En las definiciones se han incluido términos que se refieren al clima, suelo y a las formas del terreno, debido a que según los autores los atributos fisonómicos estructurales del habitat no son siempre claramente identificables.

Las categorías del sistema son:

1) Clases de formaciones. Son cinco y se diferencian por el espaciamiento y la altura de las formas de crecimiento:

- a) Bosque denso
- b) Bosque claro
- c) Matorral
- d) Matorral enano
- e) Vegetación herbácea.

2) Subclases de formaciones. Las cuatro primeras clases de formaciones se subdividen según la periodicidad del follaje. Ej. bosque mayormente deciduo.

3) Grupos de formaciones. Se diferencian entre sí de acuerdo al macroclima. Ej. bosque tropical ombrófilo.

4) Formaciones. Los grupos de formaciones se subdividen de acuerdo a las formas de la tierra que ocupan. Ej. bosque tropical ombrófilo subalpino.

5) Subformaciones. Se identifican según el tipo de hoja. Ej. latifoliados.

Las formaciones y subformaciones se utilizan en la cartografía.

La clasificación de UNESCO, que ha sido publicada en cinco idiomas junto con las clases de representación cartográfica, abarca los tipos de vegetación que se pueden encontrar en todo el mundo. Es un sistema de clasificación abierto de modo que podrían incluirse nuevos tipos si fuere necesario (UNESCO, 1973).

Otros sistemas de análisis de la vegetación a escala mundial son

los sistemas simbólicos de Kùchler (1947, 1967) y de Danserau (1951 y 1957), quien tomó como base el sistema de Kùchler y el de Schimper y Faber y la relación de las formas de vida de Raunkiaer con los primeros para elaborar su sistema ecológico. Danserau no se conforma con la descripción de las unidades de vegetación y su cartografía, sino que establece una clasificación jerárquica del ambiente con la cual relaciona las comunidades vegetales. Las categorías son las siguientes:

- 1) **Biósfera** Parte de la corteza terrestre y de la atmósfera que es favorable para el desarrollo de la vida.
- 2) **Biociclos** Ambientes dentro de la biósfera que difieren en cuanto a la densidad del sustrato: agua salada, agua dulce y tierra.
- 3) **Biocoros** Subdivisión de los biociclos que corresponde a un ambiente geográfico en el cual la precipitación es el factor de control y se expresa por la dominancia de una determinada forma de vida. Son cuatro: de bosque, de sabana, de pastizal y de desierto.
- 4) **Zona climax** En cada biocoro hay distintas áreas climax en las que predomina el tipo de vegetación climax controlada por el clima.
- 5) **Habitat** Dentro de un área climax existen distintos tipos de habitat en los cuales la forma de la tierra expresada en topografía y suelo es el factor de control.
- 6) **Sinusia** Determinada por su ubicación a diferentes alturas y por factores macroclimáticos particulares que dependen de la altura.
- 7) **Biotopos** En cada sinusia puede haber varios biotopos que son los espacios más restringidos y donde los factores de control son microclimáticos o biológicos.

Biociclo, biocoro, zona climax, habitat, sinusia, y biotopo son distintos niveles de integración del ambiente y cada uno de ellos corresponde a una unidad de vegetación de jerarquía decreciente: "clases de formación", "asociación climax" y "seres subordinados", "unión" y "microsociedad" o "agregación". Para Danserau, la "formación" es la unidad básica de análisis y de cartografía. Reconoce diez clases de formación dentro del biociclo terrestre: bosque, parque, sabana, matorral, pradera, prado, estepa, desierto, tundra y costas.

El sistema de Danserau guarda relación con el de Kùchler por el tipo de parámetros fisonómico-estructurales considerados y por la forma de expresión mediante símbolos. También se relaciona con el sistema de Holdridge (1979), porque al igual que éste busca establecer las asociaciones entre el clima y la vegetación.

Sistemas de clasificación integrados

La concepción ecosistémica de la naturaleza ha incorporado criterios de clasificación cada vez más integradores, en los cuales se consideran diversas variables o atributos ecosistémicos, tanto bióticos como abióticos. Muchas clasificaciones siguen siendo parciales debido a que consideran sólo algunos atributos o bien no son jerárquicos, o lo son sólo en parte, de manera tal que se ha preferido usualmente, utilizar en la práctica combinaciones, integraciones o adaptaciones de varios sistemas parciales de clasificación.

Bailey et al. (1978) afirman que resulta evidente que el manejo de los recursos naturales requiere de clasificación taxonómica, identificación y cartografía y regionalización. Todas son importantes debido a que proveen diferentes aproximaciones o información. La clasificación taxonómica es independiente del lugar primando la abstracción, mientras identificación cartográfica y regionalización son dependientes del lugar u objeto, es decir, básicamente concretas, y por ello brindan caminos alternativos de proceder con el mismo recurso.

En general se reconoce que ningún sistema es multipropósito, es

decir satisface todas las necesidades de un planificador, de manera que en los últimos años se ha tendido a la combinación de sistemas (Pfister, 1977). La aproximación más factible para la integración de sistemas es por selección de aquellas clasificaciones individuales, taxonómicas y de regionalización, que satisfagan las necesidades de un trabajo de planificación particular (Bailey et al., 1978). El planificador selecciona de cada sistema el nivel de jerarquía que le dará la mejor respuesta y posteriormente integrará la información. El concepto de integrar más de un sistema para identificar unidades homogéneas de paisaje ("Land") fue expresado en ECOCLASS (Corliiss, 1974).

ECOCLASS representa un esfuerzo del USDA Forest Service (1973) para desarrollar un lenguaje uniforme para la clasificación de "land". El sistema debía ser jerárquico, basado en el conocimiento existente e identificar unidades de paisaje (land) con topografía y vegetación climax potencial uniformes. Con estas directrices se desarrolló una jerarquía de clasificación utilizada para delimitar unidades de "land" con potenciales uniformes y consideraciones de manejo análogas. Su relación con ecosistemas terrestres se ilustra en la Figura 2.

El concepto básico en esta metodología es que la clasificación de la vegetación natural potencial y las unidades cartográficas del "sistema Land" son jerarquías independientes que se pueden utilizar en forma complementaria. Se concluyó que, basado en el conocimiento existente, no era deseable ni ejecutable una clasificación individual de ecosistemas. De esta forma ambas jerarquías, tanto la de vegetación como la de "land" permanecen separadas y deben ser ya sea unidas durante el trabajo de terreno o pueden ser cartografiadas en forma independiente y posteriormente combinadas objetivamente para definir unidades homogéneas de "land" denominadas unidades ecológicas de land. Ambas aproximaciones ofrecen algunos problemas en su aplicación (Pfister, 1977).

El concepto original de ECOCLASS ha sido utilizado en la planificación del uso del paisaje, pero ha existido alguna confusión relacionada con la jerarquía del sistema vegetación y variaciones en la terminología en diferentes áreas geográficas (Pfister, 1977). El USDA Forest Service desarrolló una "ECOCLASS" modificada. Este sistema incluye tres jerarquías que están unidas: vegetación natural potencial, geoforma (land form) y fases de unidades taxonómicas de suelo. Las jerarquías de geoforma

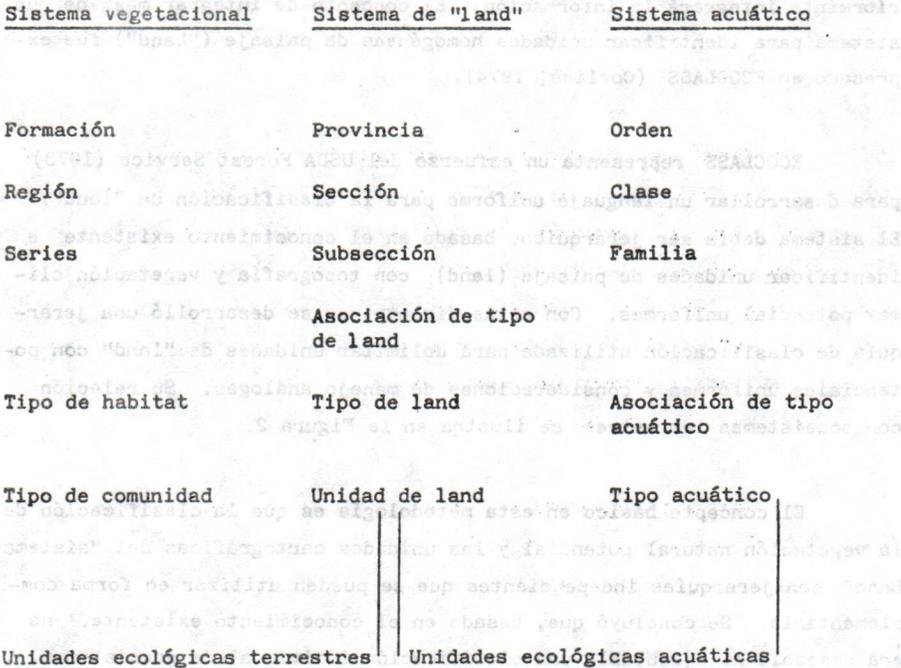


FIGURA 2. Sistemas básicos del método ECOCLASS, que muestran las clasificaciones jerárquicas y combinaciones posibles. Las Unidades Ecológicas Terrestres comprenden uniones entre los sistemas de vegetación y de "land". Las Unidades Ecológicas de Agua son las uniones entre los sistemas de "land" y acuático (Adaptado de Corliss, 1974).

(land form) y suelos pueden ser incorporados en un Inventario de Sistemas de paisaje (land), pero la jerarquía de la vegetación es utilizada para distinguir entre unidades taxonómicas y unidades cartográficas (Figura 3).

El Land System Inventory (L.S.I.) desarrollado por el USDA Forest Service (Wertz y Arnold, 1973), incluye niveles jerárquicos que corresponden esencialmente a los de la sección sistema de paisaje de ECOCLASS. Los científicos de suelo que desarrollaron este sistema lo consideran un sistema de clasificación de paisaje (land) complejo que integra los atributos más importantes en clases con base ecológica para objetivos específicos de inventario. Debido a que la vegetación natural potencial está incluida con un criterio de cartografía accesoria en los niveles inferiores de la jerarquía y es usado para caracterizar unidades cartográficas, conduce frecuentemente a asumir que las unidades del sistema de paisaje (land system) son equivalentes a las unidades ecológicas de paisaje de ECOCLASS.

ECOSYM (David y Henderson, 1976) es una aproximación que siguió al concepto de ECOCLASS en la que la información debe ser acumulada desde más de una clasificación ecológica para responder adecuadamente a una variedad de problemas. Los autores proponen utilizar varios sistemas básicos de clasificación diferentes tales como de tipo de habitat, geomorfología (land form), estructura geológica, suelo, clima, etc.

Según Pfister (1977), ECOSYM tiene algunas buenas probabilidades teóricas, pero los problemas de cartografiar todas las clasificaciones básicas, escala y "rehability" diferentes y de entregar la información de cada clasificación independiente es un trabajo considerable. Sin embargo, la teoría y conceptos merecen atención en el desarrollo de programas de clasificación en curso.

Bailey (1976) utiliza una clasificación de ecosistemas, adoptada principalmente de Crowley (1967), para la preparación de un mapa a escala 1:7.500.000 de las ecoregiones de los EE.UU. Los fundamentos de la clasificación consideran como base el concepto de regionalización, que corresponde a un proceso de subdivisión o agrupación de objetos sobre la base de relaciones especiales más que solamente en la similaridad de propiedades taxonómicas. La regionalización es ampliamente utilizada en el campo de la geografía física, sin embargo su uso no está limitado a esa disciplina. Bailey (1976) sostiene que existe un número diferente de tipos

VEGACION NATURAL POTENCIAL

SISTEMA LAND

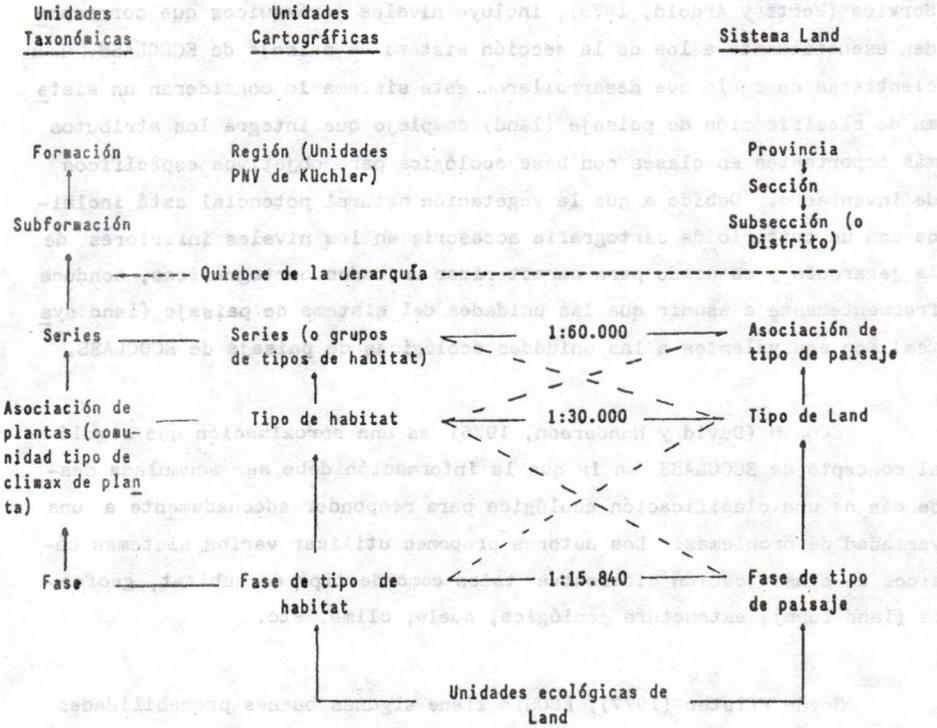


FIGURA 3. Una revisión sugerida para ECOCLASS, 1973. El quiebre de la jerarquía ilustra que son utilizadas diferentes aproximaciones cartográficas en los niveles superiores e inferiores. Así, las unidades cartográficas no están naturalmente en la misma jerarquía, a menos que sean utilizadas reglas especiales de cartografía para unir los niveles de acuerdo a criterios jerárquicos estrictos (Pfister, 1977).

de regiones dependiendo de los objetivos o propósitos y así como una región basada en la agricultura es una región agrícola, una basada en el ecosistema es una región ecosistémica o ecoregión. El término "ecoregión" fue propuesto por Crowley (1967) y conceptos similares son "región fisiográfica", paisaje, "región natural", "unidad biofísica" (Lacate, 1969), "zona biogeoclimática" (Krajina, 1965), "Land system" (Wertz y Arnold, 1973) y "región de sitio" (Hills, 1960). Bailey (1978) utiliza el término ecoregión para designar unidades biográficas de cualquier tamaño o rango.

El esquema de clasificación planteado en el trabajo de Bailey (Cuadro 7) es una aproximación que intenta reconciliar las clasificaciones bióticas y abióticas en una clase geográfica relativamente objetiva. El esquema está basado en una división mayor de todos los paisajes (lands) en "low land" y "high land". En la clasificación son utilizados criterios bioclimáticos para determinar los rangos superiores de la jerarquía y en los niveles inferiores se toman criterios geológicos y geomorfológicos.

El mapa de las ecoregiones de los Estados Unidos mencionado anteriormente, considera las cuatro categorías superiores de la clasificación, es decir dominio, división, provincia y sección. Cada ecoregión cubre un área geográfica continua caracterizada por la ocurrencia de una o más asociaciones ecológicas importantes que difieran, por último en clases proporcionalmente cubierta, de las asociaciones del área adyacente. En general, las ecoregiones están caracterizadas por distintas flora, fauna, clima, geoforma, suelo, vegetación y climax ecológicos. En cada región, las relaciones ecológicas entre especies de planta y suelo y clima son esencialmente similares y tratamiento de manejo similares dan resultados comparables. Son de esta forma, considerados como regiones de productividad biológica de potenciales específicos.

El mapa fue desarrollado con el objeto de satisfacer la necesidad de contar con una visión regional de los ecosistemas que permita agregar datos de detalles con unidades más generalizadas para toma de decisiones en niveles superiores y para proveer un marco integrado de referencia necesario para interpretar cabalmente la información más detallada. Bailey (1977) sostiene que el mapa ha sido utilizado para diversos esfuerzos de planificación a nivel nacional, pero que ecologistas y geógrafos requieren desarrollar otro tipo de regiones ecológicas para áreas más pequeñas,

CUADRO 7. Una jerarquía para Ecosistemas (adaptado de Crowley, 1967 y Wertz y Arnold, 1972; en Bailey, 1976). Este cuadro no intenta definir los niveles en forma precisa, sino solamente indicar el carácter general de la clasificación.

NOMBRE	DEFINIDA CONSIDERANDO:
1. DOMINIO	Area subcontinental de climas relacionados.
2. DIVISION	Clima regional individual en el nivel de los tipos de Köppen (Trewartha, 1943).
3. PROVINCIA	Región amplia de vegetación con el mismo tipo o tipos de suelos zonales.
4. SECCION	Climax climácico en el nivel de tipos de vegetación de Kùchler (1964).
5. DISTRITO	Partes de una sección que tienen geomorfología uniforme en el nivel de regiones de formas de Hammond (1964).
6. ASOCIACIONES DE TIPO DE PAISAJE (LANDTYPE)	Grupo de paisajes vecinos con patrones recurrentes de geoformas, litología, suelo y asociaciones de vegetación.
7. TIPO DE PAISAJE (LANDTYPE)	Grupo de fases vecinas con series similares de suelo o familias con comunidades similares de plantas en el nivel de los tipos de habitat de Daubenmire (1968).
8. FASE DE PAISAJE	Grupo de suelos vecinos que pertenecen a un mismo suelo; series con tipos de habitat estrechamente relacionados.
9. SITIO	Tipo o fase de suelo individual y tipo o fase de habitat individual.

es decir en otra escala de trabajo, para lograr objetivos más especializados. La clasificación y mapa de ecoregión no intenta ser una clasificación final. Ha sido desarrollada para obtener comentarios de los usuarios tanto en su forma como en su estilo y aplicabilidad, como un auxilio para planificación y recurso educacional con el fin de revisarlo e incorporarlo en nuevas versiones.

La clasificación propuesta por Brown et al. (1980) constituye otro intento en el desarrollo de clasificación de los recursos naturales. Los autores plantean e ilustran un sistema digitalizado formulado con un criterio de división natural en el que se reconoce la influencia limitante de la humedad y temperatura. Este sistema se desarrolló originalmente para el suroeste de los Estados Unidos donde se comprobó su adaptabilidad (Lowe, 1961; Brown y Lowe, 1973 y 1974). Corresponde a un sistema con categorías múltiples con un ordenamiento jerárquico de sus componentes (Cuadro 8). En el Cuadro 9 se indica en forma comparativa diversos sistemas de unidades ecológicas de clasificación del paisaje.

La clasificación es la base del mapa de la vegetación del suroeste de los Estados Unidos y la parte adyacente del noroeste de México en escala 1:1.000.000 (Brown, 1977).

CUADRO 8. Descripción general y código de las categorías del sistema de clasificación de ecosistemas propuesto por Brown et al. (1980).

CODIGO	CATEGORIA	DESCRIPCION
1,000	Reino biogeográfico	Reconoce el origen e historia evolutiva como de primaria importancia y postula siete Reinos adaptados de Wallace (1876).
1,100	Vegetación	Corresponde a cuatro posibles tipos: upland (1,100); wetlands (1,200) o tierras cultivables (1,300 ó 1,400).
1,110	Tipo de formación	Referidas a las formaciones ecológicas universalmente aceptadas.
1,111	Zona climática	Considera las cuatro zonas climáticas mundiales (Walter, 1973; Ray, 1975, en Cox <u>et al.</u> , 1976) en las que la temperatura mínima mantiene un control evolutivo mayor de y dentro de la zonación y tipos de formación.
1,1111	Formación regional (Bioma)	Se refiere a una unidad subcontinental que es una comunidad biótica mayor.
1,11111	Serie (comunidad de dominantes genéricos)	Considera las principales comunidades de plantas, animales de cada bioma, reconociendo y distinguiendo principalmente <u>climax</u> de plantas dominantes (igual serie).
1,111111	Asociación (de dominantes específicos)	Asociaciones de plantas (y asociaciones sucesionales), constituidas por especies individuales que son denominadas en forma más precisa consociaciones (y consocios sucesionales) (Weaver y Clements, 1938). Están basadas en la ocurrencia de especies dominantes particulares más o menos locales (o regionales) en su distribución y, en general, equivalente al tipo de habitat según Daubenmire (1968), Layser (1974) y Pfister <u>et al.</u> (1977).
1,1111111	Composición - estructura - fase	Medición detallada de estructuras cuantitativas, composición, densidad y otras de terminaciones numéricas, para especies claramente subordinadas y otras.

CUADRO 9. Sistemas de unidades ecológicas de clasificación de paisajes (Bailey, 1980).

Enfoque Australiano de investigaciones de paisaje	Enfoque Británico de unidades de paisaje	Clasificación Canadiense ecológica del paisaje	Enfoque paisajista de la Unión Soviética	Enfoque ecosistémico del sistema de tierras de los Estados Unidos
	Zona de Paisaje		Zona	Dominio
	Región de Paisaje	Ecoregión	Provincia	División
	Dsitrito de Paisaje	Ecodistrito	Paisaje	Provincia
Sistema de Paisaje	Sistema de Paisaje	Ecosección		Sección
Unidad de Paisaje	Tipo de Paisaje	Ecositio	Urochishcha	Distrito
Tipo de Paisaje	Fase de Paisaje			Asociación de Paisaje
Sitio		Ecoelemento		Tipo de Paisaje
			Facia	Fase de Paisaje
				Sitio

Fundamentos

Todo sistema de clasificación considera en sus fundamentos, ya sea en forma implícita o explícita, una concepción filosófica que lo caracteriza. La teoría de las Formas de Platón, la primera teoría metafísica de clasificación, es aún el paradigma de toda clasificación tipológica (Körner, 1979). Las Formas Platónicas son objetos ideales inmutables, en particular objetos matemáticos, en cuya referencia los objetos fluctuantes de la experiencia sensible son ordenados y clasificados. Los objetos perceptibles y las relaciones entre ellos no son instancias de Formas o de relaciones entre Formas, sino sólo participan o se aproximan a ellas.

Aristóteles rechazó las Formas Platónicas y la relación de participación en favor de la relación entre atributos y sus instancias. La teoría Aristotélica de clasificación y de definición por clasificaciones tiene un aspecto lógico incontrovertible y un aspecto metafísico controvertible. Una definición formulada por clasificación de tipos de objetos consiste, de acuerdo a Aristóteles, en indicar un atributo simple o compuesto que el tipo definido comparte con otro tipo y por indicar otro atributo que no comparte con otros tipos. Una definición por clasificación es también denominada por genus proximum y diferencia específica, una nomenclatura especialmente apta si uno asume junto con Aristóteles, que la opción correcta de genus y diferencia no depende de la convención o conveniencia sino de la naturaleza de la realidad. Se sostiene por algunos teóricos que existe una y solo una jerarquía clasificatoria adecuada, de forma tal que cada tipo de objeto, salvo si es un tipo inferior (*infima species*), es dividido en dos o más tipos inferiores (*species*) y que cada tipo de objeto, salvo si es un tipo superior (*summum genus*), cae bajo un tipo superior, un enfoque que es denominado a veces esencialismo, debido a que basa la clasificación de objetos en su esencia. Una forma de la doctrina esencialista de que debe existir un sistema natural esencial de clasificación, es sostenido por muchos metafísicos, quienes asumen que todo lo que existe cae en uno o más objetos naturales (Körner, 1979).

La doctrina esencialista es claramente rechazada por W.S. Jevans uno de los fundadores de la lógica simbólica y filosofía de las ciencias.

Dedica todo un capítulo a clasificación, cuyo valor lo reconoce como coextensivo con el valor de la ciencia y el razonamiento. La cuidadosa investigación en la utilización de clasificación en las diferentes ramas de la ciencia, le convenció que no existe un sistema de clasificación único, esencial, natural o a priorístico, que sea adecuado a la naturaleza de la realidad (Körner, 1979).

En el desarrollo y evolución de la clasificación biológica se han distinguido diversas doctrinas filosóficas, siendo los fundamentos teóricos de la clasificación objeto de intensas controversias. Algunos sistemáticos sostienen que las disputas sobre los fundamentos de la clasificación son vanas. Según ellos la clasificación no es algo que se deba pensar demasiado, sino sólo acometerse. Sin embargo, los mismos sistemáticos, al construir su clasificación, adhieren implícita o involuntariamente a alguna de las teorías de la clasificación (Crisci y López, 1983).

A pesar de la variedad de opiniones se pueden considerar que existen básicamente cuatro doctrinas sobre la clasificación: esencialismo, cladismo, evolucionismo y feneticismo (Hull, 1970).

El esencialismo sostiene que es tarea de la ciencia descubrir la verdadera naturaleza de los objetos, es decir su realidad oculta o esencial. Se ha denominado también tipología por postular la existencia de tipos básicos y de sus principios se infiere que la clasificación no se construye sino que se descubre. Fue la teoría dominante por muchos siglos; está basada en la lógica aristotélica y responde a los puntos de vista sostenidos por Platón y muchos de sus discípulos (Crisci y López, 1983). Los numerosos siglos de esencialismo dejaron su resabio en la práctica de la clasificación biológica y no son pocos los sistemáticos que siguen instintivamente algunos principios esencialistas.

El cladismo establece que la clasificación biológica debe basarse en la fitogenia de los organismos. Se le ha dado también el nombre de enfoque genealógico. Esta teoría se halla expuesta en las obras de Hennig (1968), Brundin (1968), Schlee (1969), Janvier *et al.* (1980) y Wiley (1981).

El evolucionismo constituye un enfoque que combina varios criterios con información genealógica. La diferencia entre el cladismo y el

evolucionismo radica principalmente en que el primero intenta expresar en la clasificación el árbol evolutivo, en tanto que el segundo sostiene que la clasificación debe ser consecuente con esas ramificaciones y debe representar a su vez otros factores de la fitogenia, tales como el grado de diversificación y divergencia en cuanto a similitud (Crisci y López, 1983). Esta teoría ha sido descrita por Simpson (1961), Mayr (1969) y Bock (1973).

El feneticismo realiza el enfoque empírico de la clasificación biológica, es decir basado en las decisiones taxonómicas que provienen de la experiencia sensible. Destierra de la clasificación toda especulación filogenética, sin que ello signifique cuestionar la teoría de la evolución, ni la existencia de una genealogía de los organismos. Por otra parte considera válido el estudio de la filogenia una vez efectuada la clasificación. Constituye el enfoque filosófico de la taxonomía numérica.

Localización

En la resolución de los problemas relacionados con los recursos naturales renovables en general, o con los pastizales en particular, se requiere en una primera etapa comprenderlos, obligando esto a la formulación de un marco conceptual donde ubicarlos y elaborar dentro de ese esquema, la imagen que formalice el fenómeno. Un sistema de clasificación debe constituir un modelo teórico adecuado para esos requerimientos donde el objeto a clasificar debe corresponder a una unidad de estudio representativa del recurso natural en cuestión. El ecosistema constituye la síntesis de los principios físicos y biológicos con la característica de integrar en una sola unidad, problemas de naturaleza tan diversa como los que caracterizan a los recursos naturales (Nava *et al.*, 1979).

El problema del manejo y comprensión de los recursos naturales renovables constituye uno de los aspectos más importantes dentro del marco de la realidad del hombre y su medio. Implicado dentro del mismo se encuentran todos los aspectos sociales, económicos y políticos que repercuten ineludiblemente sobre el recurso natural, el cual a su vez genera una cadena causativa que retorna nuevamente sobre el actuante.

Los estudios experimentales han permitido ir resolviendo gradualmente algunos problemas relacionados con el manejo y transformación de los recursos naturales. Simultáneamente, sin embargo, han emergido otros problemas que pasaban inadvertidos, lo cual ha conducido al desenvolvimiento de un escenario cada vez más complejo, cuya solución con una dialéctica puramente empirista se hace cada vez más lejana.

Esta realidad experimental ha ido paulatinamente forzando a los investigadores hacia el desarrollo de un planteamiento con un mayor poder resolutivo. En esta forma, y a través de diversos estudios conectados entre sí, se ha ido generando un enfoque empírico-racionalista.

La experiencia de campo unido al interés que debe existir en la resolución de problemas prácticos ha hecho ver desde un comienzo las ventajas que presenta la resolución de problemas de índole práctico con procedimientos y metodologías también prácticos. En la búsqueda de estas posibles soluciones, sin embargo, cada vez se ha ido haciendo más clara la necesidad de penetrar en los fundamentos y principios de las ciencias físicas y biológicas.

Las instituciones de investigación de recursos naturales donde las actividades agrícolas, pecuarias y forestales sobresalen por su prioridad en relación a los problemas del hombre y el medio, han planteado analíticamente el problema, a través de estudios donde se considera en detalle algunos aspectos del ecosistema dentro de un contexto no integrado, ignorándose estos elementos y sus interrelaciones. Esta situación no ha permitido resolver ni comprender el problema, tratando sólo de, a través de una analogía superficial, reproducir eventos exitosos del pasado y aplicarlos a circunstancias que no corresponden al presente. La inconsistencia de lo anterior radica en la falta de un planteamiento global que permita resolver los problemas.

Dada la complejidad de estos problemas, se considera que se requiere de un nivel de generalización y simpleza que sólo es posible encontrar en los principios básicos de la biología y de la materia inanimada, enmarcados dentro de un contexto ecosistémico. Cuando la imagen del fenómeno o ecosistema tiene como objetivo ser empleada en la resolución de problemas de manejo de recursos naturales, debe contener todos los elementos involucrados en el fenómeno, es decir, los aspectos biogeoestructu

rales o recurso natural en sí, al hombre organizado y a la tecnoestructura por él generada y al ambiente circundante, simultáneamente con otros fenómenos incidentes (Nava et al., 1979).

Desde un punto de vista conceptual y funcional resulta preferible considerar al hombre como un elemento interno del sistema, el cual en alguna forma dirige, modifica y planifica las acciones que se pueden ejercer sobre el sistema, del cual espera una respuesta determinada. Tal control sobre la materia y organización del recurso natural, le brindan un poder rector sobre el fenómeno, del cual es objeto y sujeto. A su vez es esta interacción entre el hombre organizado o socioestructura y la naturaleza o biogeoestructura, genera un tercer componente que corresponde a la tecnoestructura construida con elementos provenientes de los recursos naturales y diseñada por el intelecto humano.

Jerarquía

Los planificadores de recursos naturales han expresado interés en que las clasificaciones deben ser jerárquicas para ser de mayor utilidad a diferentes niveles de planificación (Pfister, 1978). Dos principios están íntimamente relacionados con la organización jerárquica y nivel de complejidad del sistema ecológico. El principio de Cuvier establece que entre los caracteres de los seres vivos y de los sistemas ecológicos existen correlaciones constantes, de tal modo que la presencia de uno exige constantemente la presencia de otro. El principio de Jussieu sostiene que los caracteres de los seres vivos y de los sistemas ecológicos están jerarquizados de tal modo que, algunos de ellos llamados dominantes, controlan un número importante de otros caracteres denominados subordinados.

Existe algo así como una autoridad central del sistema ecológico, lo cual se designa como su esencia interior. Contiene en sí las leyes ecológicas, en función de las cuales se desarrollan los procesos. De esta forma, órganos tales como hojas, raíces, y tallo están organizados en sí mismo como un todo, pero subordinados a la totalidad de la planta (Heitler, 1976).

Un sistema jerárquico ordena clases de objetos de tal forma que

sus relaciones son conocidas. Cada nivel o categoría superior corresponde a un conjunto de aquellas y sólo aquellas clases inmediatamente inferiores. Las clases de cada categoría son mutuamente excluyentes y el conocimiento de una clase de cualquier categoría en un sistema jerárquico, permite conocer automáticamente todas las clases que están sobre ella.

Las clases de ecosistemas de pastizal o su modelo requieren ser explicados desde el exterior formando parte de un sistema más amplio y éste a su vez como parte de otro sistema, aún más extenso. La estabilidad o persistencia de sistemas limitados, sólo se comprende porque forman parte de un sistema más amplio y éste a su vez, de otro más general, y la estabilidad de éste es consecuencia de su organización jerárquica (Margalef, 1977). Cada modelo se explica dentro de un metamodelo más amplio y más general lo que recuerda el teorema de Gödel, de amplias aplicaciones en todas las ramas de la ciencia. Adecuado a este contexto se puede anunciar en el sentido de que es imposible dar una descripción completa de una clase de pastizal, sin más referencia que el propio pastizal. En el sistema de clasificación jerárquico la secuencia de generalizaciones cada vez más amplia, está dada por la creciente jerarquía de clases que se suceden y contienen, lo cual permite ir de lo particular a lo general y viceversa, dependiendo de los objetivos que se persigan. El diseño del esquema clasificatorio jerárquico requiere del establecimiento de la jerarquía para las variables que lo definen y ordenarlas de acuerdo a la jerarquía propuesta.

En la clasificación de ecosistema y de recursos naturales en general muchas clasificaciones no son jerárquicas o lo son sólo parcialmente y por ello no son realmente susceptibles de expansión, precisión o modificación al ser utilizadas. Es por ello que frecuentemente se han combinado y adaptado parcialmente varios sistemas de clasificación. La ausencia de sistemas de clasificación estandarizados y de validez general ha determinado el énfasis en la discusión sobre las bases para nuevos sistemas de clasificación.

Escala y centro

En la comprensión y resolución de problemas de pastizales, debe establecerse el centro u origen en torno al cual debe resolverse el problema. Dado que el rango de valores posibles de las variables fluctúa entre extremos muy amplios, es necesario desarrollar la imagen a partir de su origen, que representa la tendencia central de los valores (Nava et al., 1979).

En la medida que los valores de las variables se alejan de su centro, hacia extremos muy altos o más pequeños, la variable tiende a gigantizarse o a miniaturizarse respectivamente, con lo cual pierden relevancia relativa en relación a la descripción del fenómeno en su escala natural. Entre las variables necesarias de precisarse a priori su escala resolutive, se tiene: espacio, tiempo, complejidad y jerarquía.

Una solución al problema de pastizales debe estar contenida en la escala natural de la actividad del hombre, en la cual se analiza y plantea. Ninguna solución, sin embargo, puede ser autocontenida si no incluye además escalas mayores y menores que aquellas referidas directamente al problema. En la escala temporal, además de resolverse el problema en referencia a horas, días, semanas y meses, debe conectarse también con escalas menores de años, décadas, siglos, milenios o aún menores. Lo opuesto es también válido en relación a escalas mayores de minutos, segundos o fracciones de segundos.

En la escala espacial el problema debe plantearse en un contexto del espacio natural de su resolución, que corresponde al ecosistema predial, es decir, en una escala de hectáreas y fracciones de hectáreas. Especialmente, el problema predial debe conectarse con escalas menores de km^2 y miles de km^2 , correspondientes a cuenca, región, país, continente, ecósfera y aún menores. Lo opuesto es también válido en la localización espacial del problema; escalas mayores permiten resolver problemas parciales contenidos dentro de un todo mayor, especialmente cuando se plantean aspectos relacionados con los componentes más pequeños que componen el ecosistema predial.

El nivel de complejidad del ecosistema predial debe centrarse en el correspondiente al predio. Las complejidades menores de los elementos

que componen el ecosistema al nivel predial, tales como los niveles moleculares, atómicos, subatómicos, edáficos, fitocenósicos y otros, son de importancia para comprender y plantear el problema. Las complejidades mayores de cuenca, ecósfera, sistema planetario y otros permiten localizar el problema de manera de establecer las conexiones con los niveles superiores, a los cuales el predio debe necesariamente estar conectado (Gastó et al., 1984).

Los niveles jerárquicos superiores e inferiores dentro de los que debe plantearse el problema, deben también ser considerados en el estudio. Entre éstos se tiene el metafísico y el físico, que se localizan sobre el problema analizado al nivel de ecosistema predial (Rodrigo, 1980). Bajo este nivel central se tiene el biocenósico, ecotópico, social, económico y político. A pesar de plantearse el problema en el contexto de ecosistema predial, las conexiones con los demás niveles jerárquicos deben ser formalizadas rigurosamente, por existir una estrecha conexión entre ellas, a pesar que en la medida que se alejan del centro u origen, su incidencia va siendo cada vez menor.

La necesidad de plantearse el problema predial dentro de un meta-problema, queda formalmente establecida a través del teorema de Gödel. Las cuatro dimensiones analizadas en el presente acápite: tiempo, espacio, complejidad y jerarquía, son las mínimas que deben considerarse en cualquier estudio de ecología, manejo o de utilización de pastizales.

Uno de los mayores problemas que enfrenta la elaboración de un sistema de clasificación de recursos naturales es tener validez en cualquier escala de tiempo y espacio requerida. Frecuentemente no se le da a la escala la importancia que tiene y no se considera en las clasificaciones. Una clasificación general debe tener la capacidad de resolver o estudiar problemas a la escala que corresponda, debido a que un mismo problema resuelto en otra escala presenta una solución diferente y hay problemas que sólo tienen solución en una determinada escala de tiempo y espacio. Por otra parte, muchos problemas de los ecosistemas de pastizales en particular son multiescalas, por tener elementos diversos tales como: sociales, tecnológicos y biogeoestructurales que presentan solución a escalas diferentes. Por ello el sistema no sólo debe considerar las soluciones en diferentes escalas sino también la existencia de un mecanismo que permita cambiar de escala y seleccionar aquella que corresponda.

A menudo se presentan además casos que pueden y deben ser resueltos en cualquier escala o en todas las escalas para que tengan una solución adecuada y permanente.

El problema de escala es también importante en la cartografía de las clases del sistema de clasificación. Tanto la elaboración de la carta como su uso debe considerar la posibilidad de escalas mayores o menores.

Para la planificación, manejo y desarrollo de los pastizales o re cursos naturales relacionados con una escala nacional, regional o local, se requiere de un sistema de clasificación que cubra todo el país y que sea de naturaleza jerárquica (Bailey, 1976). Además el mismo método de clasificación debe ser válido en cualquiera área geográfica que se quiera estudiar. El sistema jerárquico permite tanto un nivel amplio de generalización como un nivel altamente específico, considerando la incorporación de datos en los diferentes niveles o categorías, para enfrentar la necesidad de toma de decisiones a cualquier escala ya sea mundial, de continente, país, región o predio. El uso de una clasificación jerárquica permite además flexibilidad en la cartografía para aquellos ecosistemas complejos donde son impracticables niveles más detallados e intensos de cartografía o bien, se requiere de un tiempo excesivo. La secuencia jerárquica permite cartografiar a cualquier escala.

El establecimiento de una jerarquía de variables en un gradiente desde las más permanentes, es decir aquellas cuyo cambio se presenta en una escala mayor de tiempo, hasta las más circunstanciales, cuyos cambios son muy frecuentes, para la elaboración de un sistema de clasificación de ecosistemas de pastizales, considera la existencia de cambios de estado del ecosistema. aquellos ecosistemas de pastizales determinados por las variables más permanentes, presentan menor probabilidad de cambiar de es tado en escala de tiempo menor, abarcar superficies de mayor extensión geográfica y en su representación espacial cartográfica corresponden a es calas menores, es decir de mayor generalización. Las escalas de tiempo y espacio en un sistema de clasificación jerárquica de representación car tográfica están relacionadas, y aquellas clases que están definidas por variables más permanentes y que presentan cambios de estado más lento están representadas cartográficamente por escalas menores y viceversa.

Complejidad

Los recursos naturales pueden ser y han sido estudiados a cualquier nivel de complejidad, es decir desde el nivel atómico hasta el de la biósfera. Se requiere por lo tanto establecer un centro de referencia u origen desde el cual sea posible relacionar la complejidad de los recursos naturales.

Los recursos naturales como fenómenos pueden ser representados en una imagen o modelo que está dada por el ecosistema. Los fenómenos tal como se presentan en la naturaleza se manifiestan en forma difusa, por lo cual no es posible establecer límites nítidos entre cada unidad de estudio. Este problema no se hace patente hasta que se pretende transformar el fenómeno en su correspondiente imagen ecosistémica. Puesto que la imagen debe contener límites nítidos, es necesario explicitar los elementos contenidos y el nivel de integración del ecosistema.

En la resolución de problemas relacionados con los recursos naturales se requiere en una primera etapa plantear el nivel de complejidad en que se deba trabajar y el tipo de arquitectura que mejor se adapte al problema práctico de manera de optimizar el nivel de resolución.

Es posible plantear los problemas de los recursos naturales en distintos niveles de complejidad. Un nivel podría ser el subatómico. Este nivel de complejidad estructural permitiría posiblemente resolver algún problema de naturaleza física pero su poder resolutivo al nivel de los recursos naturales se reduciría considerablemente. Otro extremo en el nivel de complejidad sería el galáctico. Es posible plantear un problema del recurso natural y pretender su resolución a partir de esta complejidad, pero las posibilidades de resolución se reducen considerablemente o bien el esfuerzo es tan elevado que lo hace inconveniente.

Los ejemplos mencionados en los párrafos anteriores son extremos y frecuentemente no se presentan. En la práctica sin embargo, lo más usual es encontrar planteamientos y estrategias de solución que se inician en niveles de complejidad que no corresponden al del fenómeno.

Restricciones

Las clasificaciones deben desarrollarse a partir del conocimiento existente. En algunas instancias, no es posible inicialmente caracterizar niveles inferiores de la jerarquía debido al déficit de conocimiento en terreno. Cuando es este el caso, los planificadores del manejo deben basarse en el conocimiento existente en el nivel superior, aún cuando el déficit de conocimiento en los niveles inferiores puede restringir la exactitud en la planificación del manejo en áreas locales. Cuando la investigación y manejo gana en conocimientos adicionales y experiencia, pueden ser definidos los niveles inferiores de clasificación.

El marco o esquema teórico general de una clasificación probablemente jamás se genera o inspira en las propiedades primarias de observación. Todo esquema teórico requiere de decisiones racionales basadas en criterios externos o ajenos y por ello a veces se corre el riesgo de no querer ver lo que no entra en las regularidades canonizadas (Margalef, 1977).

A medida que se expanden los conocimientos nuevos, hecho o aproximaciones más cercanas a la verdad, no sólo hacen posible mejoras en la clasificación sino que a menudo las hacen cambiar imperiosamente. Entonces las clasificaciones no son estáticas sino que necesitan cambiar con la expansión de los conocimientos. Se ha dicho que la clasificación es el aspecto en que se refleja el estado presente de una ciencia. Una sucesión de clasificaciones refleja las fases de su desarrollo.

Una clasificación es el ordenamiento o sucesión de objetos en la mente y la disposición de los mismos en compartimentos. El propósito de una clasificación es disponer las ideas de los objetos de una clase dada con las ideas que las acompañan o suceden, de forma tal que dé el mayor dominio posible de nuestra información y conduzca más directamente a la adquisición de mayor conocimiento. Se clasifican entonces las cosas que conocemos y solamente en la magnitud de lo conocido podemos establecer nuestros casilleros. Una clasificación dada no puede ser más que la suma de los antecedentes conocidos, salvo que hagamos predicciones, lo cual es uno de los aspectos más importantes de las clasificaciones.

Es por ello que la clasificación y su teoría no puede corresponder

a un sistema rígido, debiendo tenerse una actitud favorable a volver a examinarlos una y otra vez los mismos datos desde puntos de vista diferentes, pues indudablemente existen diversas construcciones teóricas posibles y no sospechadas que resultarán más coherentes y satisfactorias que las que existen en un momento dado, las cuales deben considerarse por lo tanto contradictorias.

Existen numerosas clasificaciones de recursos, sitios y paisajes en uso. Algunos son unifactoriales, otros son multifactoriales, algunos son de gran escala y otros de escala pequeña. Los sistemas antiguos a menudo desaparecen y nuevos sistemas se originan. Se requiere constantemente replantear los fundamentos y contrastarlos con la información de terreno, lo cual necesita la interacción continua entre clasificadores y planificadores. Cuando la planificación cambia y continúan las necesidades para diferentes clasificaciones, es esperable que el conocimiento existente no sea descartado. Aquellas clasificaciones que proveían criterios precisos y oportunidades de revisión son susceptibles de perfeccionarlas y de permanecer.

Propósitos

Existen numerosas clasificaciones de diferentes tipos dependiendo de los objetivos o propósitos para los cuales fueron elaborados. Un mismo conjunto de objetos puede ser dividido o agrupado en forma diversa de acuerdo a los requerimientos que deban satisfacer el sistema de clasificación. Gilmour (1951) establece que cada clasificación debe ser construida separadamente de las otras y cada una es igualmente válida para su propio propósito.

Las clasificaciones son obviamente artificios hechos por el hombre para servir sus propósitos. No son por sí mismas verdades reveladas y por eso no hay una clasificación que sea verdadera. La mejor clasificación es aquella que mejor sirve a los propósitos para los cuales fue hecha o para los cuales se le usa. En general, una clasificación natural, que considera el máximo número posible de atributos del objeto o clasificación y selecciona los atributos más esenciales, permite hacer un gran número de afirmaciones acerca de las propiedades del objeto, de acuerdo a los

propósitos para los cuales es requerida.

Como se veía anteriormente, uno de los propósitos básicos de la clasificación es disponer las ideas de los objetos en una clase dada con las ideas que los acompañan o suceden, de forma tal de obtener el mayor dominio posible de nuestra información y conduzca más directamente a la adquisición de mayor conocimiento. La creación y aplicación de un sistema de clasificación, no sólo tiene como propósito ordenar y jerarquizar la información existente en una descripción en particular, sino que debe permitir también, identificar, describir y eventualmente cartografiar el objeto en estudio, lo cual es de gran importancia en el caso de los pastizales. De esta forma entonces una clasificación jerárquica tiene como propósito comprender mejor el objeto en estudio lo cual se debe a que una clase, por ejemplo de pastizales en este caso particular, requiere ser explicada desde el exterior formando parte de un modelo más amplio y éste a su vez, como parte de un modelo mayor o metamodelo, secuencia que está dada en un sistema de clasificación jerárquica, por la creciente jerarquía de categorías y clases que se suceden y contienen.

La mayor comprensión así determinada para el caso de pastizales, resulta útil al determinar las posibilidades de mejores decisiones para un buen desarrollo de la ganadería, en los diferentes niveles en que requieran ser resueltos los problemas ya sea a nivel de investigación ganadera, educación, extensión, etc.

Un sistema de clasificación puede tener como propósito inventariar los recursos de un país, una región, o un predio con el objeto de evaluarlos y conocer su disponibilidad, para lo cual debe constituirse en un buen sistema de almacenamiento de la información pertinente que exista. A menudo la información es abundante pero se presenta en forma parcializada, dispersa y desordenada. Al clasificar la información, se integra y ordena lo cual es un logro importante. Cuando se requiere utilizar la información con motivo de planificación, manejo y desarrollo permanente, el almacenamiento de datos resulta insuficiente. En este caso se requiere un sistema de clasificación jerarquizado que se constituya en la estructura de una base de datos, lo cual se ve facilitado por la presencia del computador. Sokal (1974) sostiene que la computación ha cambiado tanto los principios de clasificación como su práctica. Sin embargo, Williams (1967), sugiere precaución ante la excesiva pretensión de objetividad de las clasificaciones numéricas generadas a partir de la computación.

En el análisis final, el juicio y la decisión resultan esencial en el desarrollo de clasificaciones útiles.

La base de datos no sólo debe permitir el almacenamiento de la información existente, sino también ser capaz de producir nueva información y de permitir incorporar nuevos conocimientos. Es así como un sistema de clasificación jerárquico que permite generar una base de datos, puede cumplir con el propósito de planificación y manejo puesto que permite disponer de la información existente en forma, ordenada, jerarquizada y actualizada, lo cual redundará en mayores posibilidades de tomar mejores decisiones.

Se han formulado diversas opiniones respecto a los propósitos de la clasificación. Conforme a una opinión, todavía sostenida por algunos sistemáticos, se atribuye a la clasificación una función de inventario. Si por el contrario, se coloca a la clasificación dentro del ámbito de la ciencia, su propósito primordial sería ampliar el conocimiento acerca de los objetos y la comprensión más profunda de sus propiedades, semejanzas, diferencias e interrelaciones. De esto resulta que la clasificación es una ciencia teórica, con una gran dosis de descripción, pero no una ciencia puramente descriptiva.

Se podría, entonces, decir que el objetivo de la clasificación es el conocimiento, no de tal o cual organismo u objeto en particular, sino de las leyes generales que los rigen y de las relaciones causales existentes entre ellos. Por tanto, una clasificación será "mejor" que otra en la medida que sugiera más leyes científicas y contribuya mejor a la formulación de hipótesis explicativas. Una buena clasificación será fecunda como principio organizador de nuestro conocimiento.

La anterior definición de los objetivos de la clasificación puede traducirse a un lenguaje pragmático: la mejor clasificación será la más estable, la más robusta, la más predictiva. Entendiéndose por estable que no se modifica en forma drástica por la incorporación de nueva información, por robusta que no es alterada radicalmente por la incorporación de nuevas entidades y por predictiva que una propiedad conocida para la mayoría de las entidades de un grupo está garantizada, con una gran probabilidad, de que existe en aquellas entidades de ese grupo todavía no examinadas con miras a buscar esa propiedad (Crisci y López, 1983).

Un interesante ejemplo de clasificación con objetivos científicos, es la clasificación de los elementos químicos en la tabla de Mendeleiev; esta tabla ha demostrado en el curso del tiempo coherencia teórica, capacidad explicativa y predictiva, estabilidad y robustez; es decir, todos los requisitos que debe satisfacer una clasificación con objetivos que se circunscriben en el ámbito de la ciencia (Crisci y López, 1983).

SISTEMAS DE CLASIFICACION UTILIZADOS EN CHILE

Las clasificaciones relacionadas con los componentes del ecosistema de pastizal utilizadas en Chile, han sido en general poco numerosas. A menudo, estas clasificaciones han correspondido a esquemas clasificatorios de aceptación mundial adaptados a la realidad nacional para una mayor validez, otras veces han correspondido a esquemas personales de los autores y que han tenido un éxito variado. Muchas de estas clasificaciones han sido llevadas a cartas del país, las cuales con mayor o menor utilidad, constituyen el material bibliográfico disponible básico de consulta para cualquier clasificación más específica o global que se quiera desarrollar.

En relación a la clasificación y localización de tipos de vegetales de todo el país, se puede mencionar la carta de Pisano, publicada en 1950 a escala 1 : 4.200.000 y que divide al país en cinco zonas vegetacionales, tres de las cuales fueron denominadas desde un punto de vista climático vegetacional, considerando la disponibilidad de precipitación y las reacciones de las plantas a este factor ambiental. Se denominaron Zona Xeromórfica, Zona Mesomórfica y Zona Higromórfica. Las dos restantes se denominaron por su ubicación geográfica y son la Zona Andina y la Zona Patagónica.

Pisano se basa en el método florístico de clasificación de comunidades, que considera a las especies como signo de las relaciones de carácter sinecológico, singenético y sincorológico de la vegetación de una zona. De acuerdo al autor, permite por lo tanto, interpretar no sólo las características físicas y biológicas de un habitat, sino que también la etapa de desarrollo sucesional y la distribución geográfica de la comunidad vegetal.

La unidad básica de la vegetación en el método florístico es la asociación vegetal, una comunidad con composición florística definida y constante, al menos en lo que concierne a sus especies dominantes. Las asociaciones florísticamente más relacionadas se unen en Alianzas y el Orden reúne a las Alianzas y tiene sus especies características. Los Ordenes con numerosas especies o sociológicamente importantes, se agrupan en Clases, las que frecuentemente coinciden con las Formaciones Vegetales, fisonómicamente reconocidas y claramente establecidas desde antiguo, debido a lo cual resulta conveniente designarlas por medio de nombres afines a estas Formaciones.

El Círculo de vegetación es la unidad superior en el sistema florístico de clasificación de las comunidades de una región vegetacional natural. Se basa en el aislamiento climático y desarrollo evolutivo de la flora de una región. Corresponde en términos generales a las regiones biogeográficas del mundo y en Chile se identificaron cinco círculos de vegetación, las que corresponden a las Zonas Vegetacionales anteriormente mencionadas.

Las cartas de tipos vegetales de Schmithüsen (1956), Mann (1964) y Di Castri (1968) son a escalas inferiores a 1:10.000.000, lo que le otorga un carácter más general a las formaciones presentadas, en comparación con el mapa de Pisano, que presenta una distribución geográfica más precisa (Quintanilla, 1981). El mapa de Di Castri es fundamentalmente bioclimático y presenta al territorio continental de Chile dividido en seis zonas bioclimáticas, las que a su vez están subdivididas en quince regiones ecológicas, cada una de las cuales es analizada en sus aspectos geomorfológicos, pedológicos, climáticos, florísticos, faunísticos, etc., sintetizando así una gran profusión de trabajos aislados y dispares sobre zonas o localidades bien determinadas del país.

Quintanilla (1981) establece la distribución geográfica de las principales formaciones vegetales nativas del país en escala 1:3.000.000. La clasificación y cartografía de la vegetación se efectúa principalmente en base a criterios fitoecológicos. Para la jerarquización y distribución de las formaciones vegetales del país, se tomó en gran medida el criterio empleado por Schmithüsen (1956), por considerarlo fundamentalmente fitogeográfico y factible de aplicar a escalas más o menos pequeñas. También se consideró la clasificación internacional de cartografía de la vegetación de UNESCO (1973), sobre todo en el uso ecológico de colores.

La carta de Quintanilla presenta algunas modificaciones con respecto a los mapas de Pisano y Schmithüsen, especialmente en el sur del territorio, y establece 44 tipos de formaciones vegetales. El trabajo incluye una descripción breve y general de cada una de las formaciones vegetales susceptibles de identificar en la carta, considerando además algunas formaciones secundarias sin caracterizar su dinámica y sociología vegetal.

Más recientemente se efectuó un estudio, elaborado por un equipo de trabajo de la Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales de la Universidad de Chile, denominado "Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Nativa Chilena" (Gajardo, 1983), en el cual se utiliza un sistema de clasificación que establece cuatro categorías, considerando criterios ecológicos generales y vegetacionales específicos para la delimitación de las clases de regiones ecológicas, subregiones ecológicas, formaciones y asociaciones. Las categorías de formación y asociación se determinaron de acuerdo al sistema de Braun-Blanquet. Las clases de vegetación nativa chilena se presenta a nivel nacional en cartas a escala 1 : 3.000.000, por regiones administrativas a escala 1 : 500.000 y en algunos casos a escala 1 : 250.000. El trabajo está disponible para consulta a partir de 1983, si bien no ha sido publicado. A partir de mapas básicos como los de Pisano o Schmithüsen, se han elaborado otras cartas, que contienen en parte la información de los originales introduciendo algunas modificaciones y complementos. Se han elaborado a escala nacional o bien a escalas mayores para caracterizar regiones específicas con mayor detalle. El "Mapa Fitogeográfico de Chile" (1975), como resultado del proyecto "Expedición a Chile", recurre como fuente bibliográfica a Fuenzalida y Pisano (1965).

El componente climático de los ecosistemas de pastizales de Chile ha sido estudiado a nivel nacional por diversos investigadores, utilizando principalmente las clasificaciones climáticas de aceptación. Las más recurridas han sido las clasificaciones de Köppen, Thornthwaite y de Maronne entre otras, siendo el esquema de Köppen uno de los que ha tenido una utilización más generalizada.

Fuenzalida (1950) establece para Chile, de acuerdo a la clasificación jerárquica de Köppen, tres Zonas Fundamentales: clima seco, clima templado o meridional y clima polar, y 21 tipos de clima en total, de acuerdo a los criterios establecidos en la clasificación para definir Ti-

pos Fundamentales, Tipos Secundarios, Variedades Específicas, Variedades Generales y Alternativas Generales de clima. Los límites geográficos de las categorías y las clases de clima de Chile fueron delineados en una carta a escala nacional.

Con posterioridad al trabajo de Fuenzalida se publicó la carta de Tipos de Climas (Expedición a Chile, 1975), también de acuerdo a la clasificación de Köppen. Se establecieron 21 tipos climáticos en Chile: 8 tipos de clima seco, 8 tipos de climas mesotermiales y 5 tipos de climas polares.

Referente a la aplicación de fórmulas bioclimáticas al clima de Chile, Di Castri (1975) sostiene que sólo los índices que consideran las extremas térmicas y en consecuencia aprecian también la humedad (Emberger, 1956; Giaccobe, 1958; Giaccobe, 1953), o bien los métodos que consideran la humedad relativa y el rocío, tal como el índice xerotérmico de Bagnouls y Gaussen (Bagnouls y Gaussen, 1953; Gaussen, 1955), aportan conclusiones a la situación chilena; por el contrario, los métodos de clasificación de Köppen, de Martonne y de Thornthwaite no se aplican más que particularmente a las condiciones locales (Di Castri y Hajek, 1964). Especialmente, el sistema clásico de Thornthwaite (Thornthwaite, 1931 y 1948), muy seguido en América, muestra casi siempre una falta total de concordancia con la realidad bioclimática de Chile, particularmente desde el punto de vista de las relaciones del clima con los suelos y con la vegetación (Di Castri, 1975).

Entre los trabajos de clasificación de geoformas de Chile, se puede mencionar el estudio realizado por Börgel (1965) que utiliza como fuente bibliográfica los trabajos de Fuenzalida en "Geografía Económica de CORFO", Tomo I, Capítulo "Orografía" (CORFO, 1950), el Mapa Físico de Chile a escala 1 : 1.000.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM, 1955), Almeyda (1957) y Brügger (1950), entre otros. El estudio incluye un mapa geomorfológico de Chile a escala nacional, considera unidades y, en algunos casos, subunidades de geoformas, agrupadas en seis regiones, descritas en detalle en aquellos casos donde se disponía de mayor información. Posteriormente, en "Geografía de Chile" (IGM, 1983), Börgel presenta un mapa geomorfológico de Chile a escala 1 : 6.000.000 basado en el anterior.

Otro trabajo de clasificación y descripción relacionado con el curso geomorfológico es el "Bosquejo Geológico de Chile", compilado por

Muñoz y Flores y basado en el estudio de Brügger (1950) y en el "Mapa Geológico de Chile" del Instituto de Investigaciones Geológicas, entre otros.

Los sistemas empleados en el estudio de los suelos han sido muy numerosos a partir de la década 1940-1950. La metodología seguida, la escala declarada y la escala de publicación no siempre han seguido las líneas ortodoxas al respecto. Los sistemas de clasificación y criterio para el establecimiento de las unidades de mapas suelen en muchos casos revelar cierta confusión en lo que se refiere a diferenciación entre unidades de mapas y taxonómicas (Mickenberg, 1970).

Díaz (1958) hace una revisión de todos los estudios de suelos realizados entre 1948 y 1958 en Chile. Mediante una revisión de la literatura, el autor citado recopiló una colección de mapas preparados por personas que jamás visitaron el país y que en su mayor parte fueron confeccionados sobre la base de informes geológicos y climáticos. Díaz (1958) señala que el mapa más adecuado a la realidad nacional es el confeccionado por A. Gajardo sobre las bases de la discusión del clima y utilización de la fórmula dada por Thornthwaite.

El trabajo de Roberts (1959) corresponde a una tentativa en encuadrar los suelos de Chile dentro de grandes grupos de suelos ampliamente difundidos en aquella época. Para los conceptos y denominación de la mayor parte de los suelos principales, siguió los criterios del "Yearbook of Agriculture" de 1938, U.S.D.A., y para la descripción de horizontes y términos utilizados, el "U.S.D.A. Soil Survey Manual" (Soil Survey Staff, 1951). Si bien no se presenta una clave ni sistematización de la clasificación a nivel de Gran Grupo o de pequeños grupos, de suelo, sino una simple enumeración de Grandes Grupos, hace una definición resaltando los hechos más notables, descripción del área, información climática, vegetación dominante, topografía y geología, información sobre agricultura, morfología y suelos asociados (Mickenberg, 1970). El estudio se acompaña de un mapa donde se incluyen las clases de suelos tales como: Rojos del desierto, Aluviales, Grumosoles, Trumaos, etc. Considerado en su conjunto como una excelente contribución para el mejor conocimiento de los suelos de Chile, la clasificación ha sido superada por clasificaciones ulteriores desarrolladas también en Estados Unidos.

El Proyecto Aerofotogramétrico IREN-OEA-BID correspondió a la idea

de preparar un mapa de suelos definido como un estudio de recursos agrícolas y recolección de antecedentes en áreas rurales, utilizando como elemento básico la fotografía aérea, complementada con visitas a terreno. En las publicaciones del Proyecto Aerofotogramétrico, sin embargo, se insiste que no se han entregado mapas de suelos, sino que se dejó un material esencialmente cambiante, como es el mapa interpretativo de las capacidades de uso. Naturalmente se aprovechó material existente constituido por mapas de suelos, descripción de suelos, información de laboratorio, etc. Gran parte de las descripciones que aparecen en la publicación N° 2 del Proyecto Aerofotogramétrico IREN-OEA-BID no corresponden a series de suelo de acuerdo al criterio del Manual del Soil Survey del U.S.D.A. y publicaciones similares, sino más bien a Asociaciones y Complejos y otro tipo de unidades de mapeo, no taxonómicas.

El Plan de Desarrollo agropecuario 1965-1980, preparado conjuntamente por ODEPA, DICORA, IIA e IREN, determinó agrupaciones de suelos de Chile. Para el establecimiento de agrupaciones de suelos se juntaron e integraron las series y asociaciones de suelo que tienen mayor similitud por sus posibilidades de uso. Se consideró más conveniente hacerlo en base a este criterio que considerando los aspectos genéticos y morfológicos. Se hizo por separado para suelos regados, de riego eventual y de secano. Dado que se reconoce que no ha sido un criterio genético o morfológico el que ha guiado estas agrupaciones, deben ser consideradas como unidades fisiográficas, incluyendo grandes grupos de suelos, donde no están identificados los miembros que la integran ni sus proporciones, y que podrán o no coincidir con series de suelos heterogéneos (Mickenberg, 1970).

Además, corresponde señalar que en el agrupamiento seguido no se aplica un criterio de exclusión, el cual es fundamental en todo sistema de agrupación o clasificación. Como ejemplo, se puede citar el caso de un suelo que puede ser a la vez Rojo y derivado de granito, rocas metamórficas o productos micáceos. Naturalmente, en su presentación actual los suelos que se mencionaron no pueden correlacionarse con suelos de otras partes del mundo y esto limita su valor a ser una información de tipo local. Además, mientras no se definan con precisión los alcances dados a los términos utilizados, quedan pendientes muchas dudas que limitan su valor práctico de aplicación a proyecciones de desarrollo agropecuario a futuro (Mickenberg, 1970).

Existen además trabajos de clasificación y descripción de suelos

específicos, tales como la agrupación de suelos derivados de cenizas volcánicas (Wright, 1965) y de suelos de la zona árida de Chile (Díaz y Wright, 1965), definiendo en el último, los suelos presentes a nivel aproximado de Gran Grupo (clasificación aproximada a la de U.S.D.A., 1938) y siguiendo en líneas generales la denominación previamente utilizada por Roberts.

A partir de 1968, la séptima aproximación o taxonomía de suelos (Soil Survey Staff, 1960), fue adoptada en Chile en una reunión de especialistas en suelos, realizada en la ciudad de Valdivia, y actualmente constituye un sistema universal de referencia y de comunicación (Honarato, 1976).

Una de las clasificaciones más recientes de los suelos de Chile corresponde a la presentada por A. Rovira en "Geografía de Chile (I.G.M., 1983), donde se presenta un mapa a escala 1:6.000.000 de los tipos principales de suelo.

Otro sistema de clasificación relacionado con ecosistemas de pastizales corresponde a la clasificación desarrollada por Rodríguez (1959-1960) que divide al país en 8 regiones y 21 subregiones naturales en base a caracteres predominantemente fisiográficos, aunque considera también aspectos climáticos, vegetacionales y otros. Si bien sólo corresponde a una clasificación con dos categorías jerárquicas, las unidades de finidas tienen homogeneidad ambiental, por lo cual resulta apropiada su consideración a cierta escala de resolución. Los límites de las unidades están delineados en una carta de regiones naturales del país (Figura 4).

La clasificación de Montaldo (Montaldo, c. 1970) considera las condiciones climáticas, de vegetación, uso de suelos, producción de cultivos, características forrajeras y otros factores socioeconómicos y divide al país en ocho zonas agrícolas principales una de las cuales, la zona de secano de la Costa, por diversidad ecológica la separa en cuatro subzonas. El texto que describe las zonas se acompaña de un mapa donde se indica su ubicación y límites geográficos.

Entre las clasificaciones más atinentes al recurso del pastizal de Chile, y la única en su género, está la clasificación de Rogers (1953). Se sostiene en el trabajo que la diversidad de condiciones ecológicas y

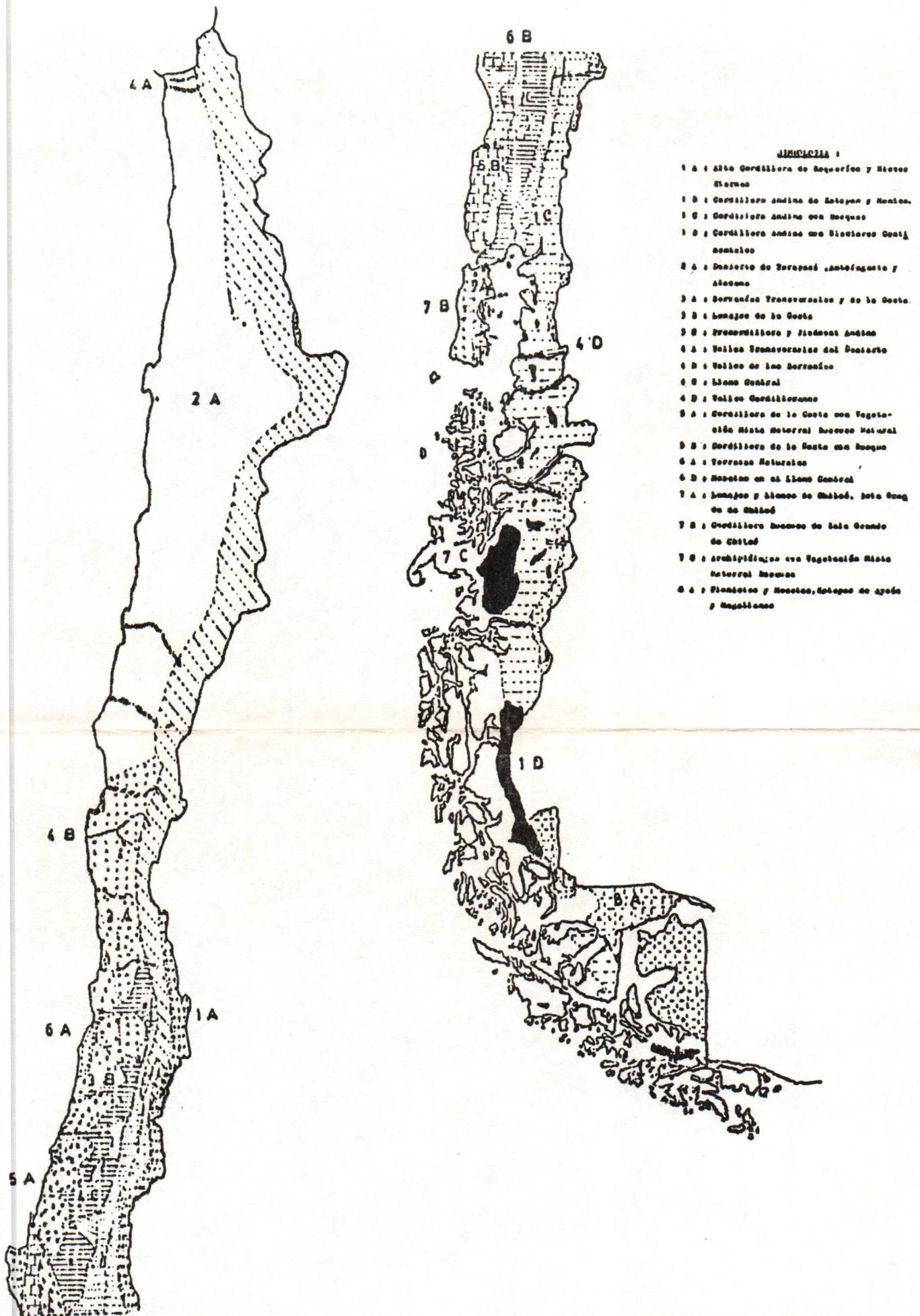


FIGURA 4. Regiones naturales de Chile de acuerdo a la clasificación de Rodríguez (1959-1960).

de climas que se presentan a lo largo del país determinan diferencias apreciables en sus características forrajeras. La adaptación de especies y las normas generales de establecimiento y manejo de la pradera difieren a menudo, fundamentalmente en relación con la condición ambiental de la localidad.

De acuerdo con sus condiciones de clima, suelo y altitud, se dividió al país en nueve zonas forrajeras. Esta división determinaría una mayor facilidad en los estudios de adaptación de nuevas introducciones y permitiría uniformar las recomendaciones de establecimiento de praderas. El estudio presenta un mapa con las nueve clases de zonas forrajeras de Chile (Figura 5).

Como un intento de clasificación de praderas no publicada y no aplicada a nivel nacional formalmente pero utilizada como material pedagógico en algunas universidades del país, se puede considerar el desarrollado por Gastó (Gastó, 1973). La clasificación considera la evaluación sinecológica del pastizal fundamentándose en que la estructura sinecológica ca pratense es una consecuencia de los cambios progresivos y retrogresivos que se producen al someter al sistema a modificaciones bióticas y antrópicas características. Ello ocasiona cambios en la composición botánica, que son la consecuencia final del manejo y utilización de la pradera. El estado ecológico de la pradera o condición se evalúa a través de su composición botánica.

Existen otras clasificaciones utilizadas en Chile, relacionadas con los ecosistemas de pastizales, ya sea generales o específicas, a nivel nacional o regional. Corresponden a esquemas clasificatorios que consideran en forma aislada o parcialmente integrados los componentes climáticos, edáficos, geomorfológicos o vegetacionales, en base a sistemas de clasificación aceptados universalmente, adaptados a la realidad nacional o bien a esquemas clasificatorios propios de los autores. Si bien las clasificaciones utilizadas en Chile constituyen una fuente de información valiosa tanto en aspecto conceptual como descriptivo del sistema nacional y de las zonas específicas, en general no se cuenta con un sistema de clasificación que considere a los ecosistemas del pastizal con una concepción global que incluya tanto sus aspectos biogeoestructurales como tecnológicos y sociales o de socioestructura y que considere categorías y clases que tengan validez a cualquier nivel de generalización o escala en que se pretenda estudiar o resolver los problemas del área.

Por otra parte, la incorporación de la computación en la planificación, administración, manejo y estudio de los recursos naturales, ha traído la necesidad de contar con un sistema de clasificación que pueda ser incorporado como base de datos computacionales, facilitando su utilización. Los sistemas de clasificación utilizados en Chile, en general no han considerado tal urgencia, la cual implica la elaboración de una clave sistemática codificada.

Otro déficit importante ha sido la ausencia de un lenguaje estándar en la denominación de zonas o unidades geográficas homogéneas de pastizales determinadas en los diferentes niveles de generalización de un sistema jerárquico. La terminología y conceptos utilizados en una clasificación deben considerar la posibilidad de intercambio de conocimiento e información entre países, para lo cual requieren tener validez y aceptación general.



PROPOSICION DE UN SISTEMA DE CLASIFICACION DE PASTIZALES

PRINCIPIOS GENERALES DE CLASIFICACION

Principios lógicos y materiales

Desde una perspectiva puramente lógica, una clasificación de un dominio de objetos no depende de la naturaleza de los criterios utilizados para determinar los miembros de las clases. La clasificación coincide con lo que en la teoría matemática de conjunto es denominado una partición (Körner, 1979). Una división de un conjunto de objetos o elementos en subconjuntos es una partición si y sólo si no existen dos subconjuntos que tengan algún elemento en común y los subconjuntos en total contienen todos los miembros del conjunto particionado. Es decir, los subconjuntos son mutuamente excluyentes y unidos son exhaustivos.

Una clasificación o partición puede ser refinada clasificando o particionando los subconjuntos, o sus subconjuntos, hasta que se logre una clase de un solo miembro. Si un conjunto es finito y manejable, su partición puede proceder sin el empleo de un criterio para determinar miembros de clase, por simple formación de conjuntos que satisfagan las dos condiciones para una partición. Por ejemplo, cuando el conjunto (a, b, c, d), está subdividido en los conjuntos (a, b) y (c, d). Si un conjunto es infinito o finito pero inmanejablemente extenso, entonces su partición requiere del uso de criterios. Por ejemplo, cuando el conjunto de los números enteros es particionado en pares e impares (Körner, 1979).

Un criterio para definir miembros de clases puede ser una característica simple, por ejemplo, ser par o impar, o una característica compuesta, por ejemplo ser divisible por 2 y 3 o divisible por 2 ó 3, de forma tal que la posesión de la característica es una condición necesaria y suficiente para definir un miembro en la clase. La teoría matemática de conjunto, sin embargo, supone que todo conjunto está definido exactamente o extensivamente, sin considerar la frecuente ocurrencia de casos bordes o formas de transición que se hallan en la zona fronteriza entre clases, poseyendo rasgos de una u otra clase, y que pueden ser aceptados o recha-

zados con igual corrección como miembro de una u otra clase. Estos casos
bordes, comunes a dos clases distintas, son relevantes en la clasificación
biológica, lo que explica que, a menudo, surjan dificultades al clasificar
los objetos.

Es necesario analizar detenidamente los objetos que se clasifi-
quen y se hallen en el linde de grupos distintos, a fin de delimitar el
conjunto de caracteres que resulte decisivo para determinar el lugar de
los objetos distribuidos en grupos en el sistema de una clasificación da-
da. A veces, los objetos cuyos caracteres corresponden a distintos miem-
bros de la división se agrupan en una clase especial, como miembros inde-
pendientes de aquella.

Siendo regidas por los mismos principios formales, las clasifica-
ciones pueden diferir ampliamente en los criterios de clasificación y en
los principios que determinan su elección. Es usual distinguir entre cla-
sificaciones naturales y artificiales o arbitrarias, entre esenciales y
empíricas y entre pragmáticas y justificables.

La clasificación puede ser natural o arbitraria. Se recurre a
la clasificación arbitraria para poder hallar con facilidad un individuo
u objeto cualquiera entre todos los clasificados. Puede servir de ejem-
plo de clasificación arbitraria la de los alumnos de una clase por orden
alfabético. La clasificación arbitraria no permite afirmar absolutamente
nada acerca de las propiedades del objeto, aunque sepamos que pertenece a
uno u otro grupo. Así, que el alumno figure en el primer lugar de la lis-
ta establecida por orden alfabético, nada indica de por sí de lo que es
como alumno. La clasificación natural, por otra parte, consiste en la
distribución de los objetos en grupos a base de sus caracteres esenciales.
El problema de la clasificación natural pertenece a la lógica formal en
tanto debe atenerse a ciertas reglas formales. A diferencia de la clasi-
ficación arbitraria, la natural permite realizar varias afirmaciones acer-
ca de las propiedades del objeto sabiendo que éste pertenece a tal o cual
grupo. Si sabemos que un animal pertenece a la familia de los félidos,
podemos afirmar con certeza que es carnívoro, que tiene uñas retráctiles,
etc. (Gorski y Tavants, 1960).

En algunos casos, la clasificación natural de los objetos deja pre-
ver la regularidad de los cambios que se producen en sus propiedades esti-

mulando con ello la ulterior investigación de los mismos. Se considera que la mejor clasificación natural es aquella que, al determinar a qué grupo de un sistema de clasificación pertenece un objeto, permite hacer un número máximo de afirmaciones acerca de las propiedades de dicho objeto. Ocurre esto, cuando la distribución de los objetos en grupos se realiza en base a los caracteres más esenciales (Gorski y Tavants, 1960). Los mismos objetos pueden clasificarse partiendo de fundamentos distintos con arreglo a las necesidades de orden práctico.

La distinción entre clasificaciones naturales y artificiales es relativa no sólo con respecto a culturas diferentes sino también con respecto a diferentes fases de la historia de una cultura, y esta relatividad se aplica aun cuando una clasificación natural es definida por clases cuyos miembros consideran el número máximo de atributos. (Körner, 1979).

La distinción entre clasificación esencial y empírica está basada en la asunción que la primera se origina de una idea a priori que es importante, mientras que la última deriva sólo de la observación. Sin embargo, ninguna clasificación científica es independiente de las asunciones teóricas como opuesta a observaciones no interpretadas.

La clasificación pragmática, en el sentido de pragmatismo filosófico, debe distinguirse de la clasificación pragmática meramente provisional, heurística (aiding discovery), auxiliar o elaborada independientemente de la teoría científica.

Dominio de la clasificación

En cualquier intento de clasificación de un dominio de objetos la extensión de la elección de los principios de clasificación debe considerar la naturaleza del objeto. Más específicamente, la elección de los principios debe depender de la extensión con que los objetos del dominio son dados en la percepción (Körner, 1979).

Gilmour (1951) presenta seis principios universales de clasificación claramente establecidos y que son resumidos por Crisci y López (1983):

1. Clasificación es un prerrequisito de todo pensamiento conceptual, cualquiera sea la materia del objeto de este pensamiento.
2. La función primaria de la clasificación es construir clases sobre las cuales podemos hacer generalizaciones inductivas.
3. Las clases particulares que se construyen, todas se originan en conexión de un propósito en particular.
4. La clasificación que se adopta para cualquier colección o serie de objetos depende del campo particular en el que se quiere hacer generalizaciones inductivas. Diferentes campos de generalizaciones conducen a diferentes clasificaciones.
5. Claramente algunas clasificaciones son de uso más general que otras. Aquellas que sirven un gran número de propósitos se llaman "naturales", mientras que aquellas que sirven a un número más limitado son denominadas "artificiales".
6. Resulta claro de lo anterior que no puede existir un esquema de clasificación absoluto e ideal para cualquier particular colección de objetos. Por esto, debe existir un número de clasificaciones diferentes en sus bases, de acuerdo al propósito para el que han sido construidas.

Según Gorski y Tavants (1960), la clasificación de un conjunto de objetos, sean organismos o no, no es única, ya que las posibilidades de clasificar un mismo conjunto son numerosísimas. Por ejemplo, si diez alumnos constituyen el conjunto a clasificar, aplicando el procedimiento más simple que es la división en dos subconjuntos, podemos dividirlos en los que tienen ojos claros y en los que tienen ojos oscuros; podemos dividirlos entre los que aprobaron Introducción a la Botánica y los que no lo lograron; podemos también dividirlos en hombres y mujeres, como así mismo construir numerosas clasificaciones más. Cada una de estas clasificaciones será válida y hasta óptima para un propósito en particular e irrelevante para otros. De esto se infiere que dado un conjunto de objetos, las exigencias lógicas de una clasificación son satisfechas por una inmensa variedad de soluciones.

El problema no es clasificar, lo que aparentemente no presenta serias dificultades, sino encontrar razones para elegir una solución entre las muchas que se nos presentan. ¿Qué elemento de juicio se utiliza para elegir una clasificación entre varias posibles de un mismo conjunto de objetos?. La solución a elegir depende del propósito para el cual va a ser utilizada la clasificación. Por lo tanto, carece de sentido preguntar si una clasificación es "mejor" que otra, si no se especifica el objetivo de la misma (Gorski y Tavants, 1960).

El proceso de clasificar

Las clasificaciones pueden ser construidas por aglomeración o división. Según sea el procedimiento utilizado en la formación de las clases las técnicas pueden ser aglomerativas o divisivas. Las técnicas aglomerativas comienzan con un universo de objetos individuales y se les agrupa en clases basado en sus similitudes. Los individuos se combinan por sus semejanzas hasta agotar las posibilidades de combinación o hasta que no queden individuos aislados.

El agrupamiento de objetos en clases debe cumplir ciertos requisitos lógicos para que sea considerada una clasificación (Crisci y López, 1983). Según Williams y Dale (1965) se deben cumplir tres axiomas:

- a. En cada clase de más de un objeto, es decir no unitarias debe existir para cada objeto de la clase, otro distinto que comparta con él como mínimo un atributo. Según esto, un objeto no puede ser clasificado si no se sabe nada de él.
- b. El ser miembro de una clase no es en sí mismo un atributo. Esto excluye cualquier formación de clases definida solamente por la posesión de un número establecido de objetos, por ejemplo, la división de un conjunto de objetos en clases de a cinco, y permite a cualquiera de las clases recibir nuevos objetos.
- c. Cada objeto de cualquier clase debe diferir al menos, en un atributo de cada objeto de cualquier otra clase. Lo cual dis

pone que los objetos idénticos no pueden ser dispuestos en clases diferentes y establece también un criterio para las clases unitarias.

La clasificación por división comienza con un todo y se divide en unidades cada vez más pequeñas. Las técnicas divisivas comienzan con la población completa de objetos y por divisiones consecutivas se van formando grupos cada vez más pequeños. En cada etapa de la división se buscan las diferencias dentro de un grupo para separar subgrupos que difieren entre sí. Las clasificaciones pueden basarse en la división de un concepto o de un conjunto de objetos. Si la clasificación se basa en la división del concepto, debe considerar que la división es una operación lógica en virtud de la cual la extensión del concepto divisible se dispone en ciertas clases desde el punto de vista de un determinado fundamento de división (Gorski y Tavants, 1960).

El carácter que sirve de punto de referencia para dividir la extensión de un concepto en las correspondientes clases se denomina "fundamento de la división". Un carácter puede servir de fundamento para la división únicamente si es susceptible de presentar diversas formas. Generalmente, las clases obtenidas por medio de la división, denominadas miembros de la división, pueden escindirse a su vez en subclases, es decir, pueden convertirse en conceptos divisibles. Esta especie de división se denomina "división consecutiva" (Gorski y Tavants, 1960).

En el proceso de la división pueden cometerse distintos errores y para evitarlos es indispensable observar las siguientes reglas (Gorski y Tavants, 1960):

1. La división ha de ser proporcionada. Esto significa que la extensión del concepto divisible ha de ser igual a la suma de las extensiones de los miembros de la división.
2. La división ha de realizarse partiendo de un solo fundamento.
3. Los miembros de la división han de excluirse mutuamente.
4. La división ha de ser ininterrumpida. Al dividir es indispensable pasar al género inmediatamente inferior. Si no se observa esta regla, se comete un error denominado salto en la división.

Estas reglas se observan con todo rigor únicamente cuando se prescinde del desarrollo o cambio de los objetos que se dividen. Donde se produce un cambio o desarrollo de los objetos, es indispensable introducir modificaciones esenciales en las reglas indicadas.

En la clasificación no se observan solamente las reglas de la división. Por ejemplo, la distribución de los objetos en clases ha de realizarse de tal suerte que las propiedades que sirven de fundamento para llevarlas a cabo sean las más útiles para buscar las cosas o para determinar otras propiedades de los objetos distribuidos en clases. Por otra parte, a diferencia de la división, con la cual se distribuyen los objetos en grupos al tenor de los problemas de orden práctico que a cada paso se plantean, la clasificación constituye un sistema duradero de distribución de objetos en grupos, sistema que, por lo común, es valedero en la ciencia en el transcurso de muchos años.

La clasificación está relacionada no sólo con la división del concepto, sino que también con su definición. Las propiedades que sirven de fundamento para la distribución de los objetos en grupos han de ser distintivas con respecto a los objetos de cada grupo. Indicar esta propiedad distintiva de un objeto significa definirlo. De ahí que si se conoce la clasificación de los objetos, se puedan establecer sus definiciones, las cuales serán tanto más completas cuanto mayor sea el número de propiedades esenciales que se hallen en el fundamento de la clasificación (Gorski y Tavants, 1960).

Las técnicas clasificatorias pueden permitir obtener clases de igual jerarquía, en cuyo caso la clasificación es reticulada. Otras técnicas estructuran las clases, de manera que algunas tienen mayor rango y cada una de ellas engloba varias de menor orden (Matteucci y Colma, 1982). Esta es una clasificación jerárquica. Una forma de clasificación jerárquica ordena las clases de objetos de tal manera que sus relaciones son conocidas. Con estas técnicas se puede seguir paso a paso la formación de las clases y conocer el nivel de similitud con el que se agrupa cada conjunto de individuos para formarlas. Cada clase es mutuamente excluyente de todas las demás. Si una clase es conocida en cualquier nivel o categoría en un sistema jerárquico, se conocen inmediatamente todas las clases sobre ella (Bailey et al., 1978).

Si se tiene en cuenta la cantidad de características que intervienen en la formación de clases, las técnicas de clasificación son monotéticas o politéticas. Las técnicas monotéticas aglomerativas resultan triviales. Utilizan una sola característica en cada subdivisión. En cambio, las técnicas politéticas emplean una función de semejanza basada en el conjunto de características. En la construcción de clasificaciones taxonómicas se recomiendan varias referencias (Crisci y López, 1983), Sokal (1974), Gilmour (1951), Soil Survey Staff (1975), Poore (1962),

Relaciones taxonómicas

Las posibles relaciones que se pueden establecer entre los objetos del conjunto a clasificar, o el concepto de relaciones taxonómicas ha sido objeto de diferentes interpretaciones, particularmente a lo largo de la clasificación biológica. La determinación de tales relaciones exige ante todo un análisis de las relaciones posibles entre los seres vivos y objetos, a fin de poder decidir cuál o cuáles de ellos se pueden considerar como parte de las relaciones taxonómicas (Crisci y López, 1983). Las relaciones posibles entre dos organismos o entre dos taxones son las siguientes:

- a. Relaciones fenéticas o de similitud. Se basan en el parecido entre los organismos o, en otras palabras, en las propiedades observadas en ellos, pero sin considerar el proceso genealógico por el cual aparecieron esas propiedades. Estas relaciones se expresan como proporción de las similitudes y diferencias existentes entre los organismos (Sneath, 1978).
- b. Relaciones de parentesco, llamadas también genealógicas o filogenéticas. Son aquellas que indican el grado por el cual dos o más organismos están relacionados a un antecesor común. Estas relaciones se expresan fundamentalmente por el grado de cercanía relativa con el antecesor común y el grado de cambio evolutivo que ha ocurrido desde él mismo.
- c. Relaciones cronísticas, denominadas también temporales, indican el grado de cercanía en el tiempo de dos o más organismos.

d. Relaciones geográficas o espaciales, denotan el grado de si-
tuación espacial relativa entre dos o más organismos.

Esta lista no agota las relaciones posibles, pero incluye las que pueden considerarse de mayor trascendencia.

Sin duda, la teoría de clasificación a adoptar es importante en el momento de definir relaciones taxonómicas. Por ejemplo, para un cladista o evolucionista, las relaciones de parentesco son las valiosas. Para un feneticista, relaciones taxonómicas es sinónimo de fenéticas. Todos ellos utilizan las relaciones espaciales como accesorias. Los feneticistas las incluyen en las relaciones fenéticas y los cladistas y los evolucionistas las consideran como elementos de juicio en la reconstrucción filogenética (Crisci y López, 1983).

CONCEPTOS Y TERMINOLOGIA GENERALES

En clasificación, a menudo algunos términos son aplicados con numerosos significados. El intento de un lenguaje común de clasificación, incluyendo conceptos y terminologías, puede ser necesario. Ningún vocablo está exento de ambigüedad, de ahí que sea necesario definir con la mayor precisión posible algunos términos importantes de la clasificación (Crisci y López, 1983).

Clasificar significa ordenar o arreglar objetos en grupos, o conjuntos, clases o series, en base a sus similitudes o relaciones. El producto de este proceso es un sistema de clasificación. Hay diversas formas de definir el concepto de clasificación. Gorski y Tavants (1960) definen a la clasificación como a la disposición de los objetos en clases de acuerdo a la semejanza que existe entre ellos; la disposición se realiza de tal manera que cada clase ocupa un lugar fijo y exactamente determinado en relación a las demás clases.

La clasificación consiste en agrupar las muestras u objetos según sus características y se denominan individuos a los objetos clasificados,

características a las propiedades que describen a los individuos y que asumen un valor o estado, población al conjunto completo de individuos y clases a los grupos de individuos que tienen propiedad en común y que difieren de los individuos de las otras clases (Matteucci y Colma, 1982).

Es preciso distinguir entre clasificación y determinación. La de terminación se define como la ubicación de un objeto no identificado en la clase o grupo al que le corresponde conforme a una clasificación construida previamente. Algunos matemáticos y filósofos incluyen dentro de clasificación a la determinación, pero es costumbre difundida, particularmente entre los biólogos distinguir con precisión ambos términos. Bailey et al. (1980) sostienen que el producto de el proceso de clasificar es un sistema de clasificación y la posterior disposición de objetos en el sistema es llamado identificación. Los mismos autores sostienen que la identificación de un objeto y su posterior delineación sobre un área geográfica cartográfica se denomina regionalización.

La taxonomía es el estudio teórico de la clasificación incluyendo sus bases, principios, procedimientos y reglas. El motivo de estudio de las clasificaciones son los objetos a clasificar. El motivo de estudio de la taxonomía son las clasificaciones. La taxonomía es la disciplina que trata de explicar como se clasifica y como se determina.

El vocablo "sistemático" se emplea a menudo para definir el estudio científico de las clases y la diversidad de los organismos y de sus interrelaciones, comprende la taxonomía, la clasificación y la determinación.

El término taxon (plural: taxa o taxones) se aplica a un grupo de organismos considerado como unidad de cualquier rango en un sistema clasificatorio. La familia Acanthaceae, el género Nassauvia, la especie Nassauvia ameghinoi son ejemplos de taxones. Un taxon es un grupo de organismos; sus componentes tienen existencia real.

Conviene distinguir claramente entre taxon y categoría. Este último vocablo designa un rango o nivel en una clasificación jerárquica; por ejemplo, la categoría género. Como es sabido, en la clasificación biológica se utilizan por convención las categorías de la jerarquía lineana: especie, género, familia, orden, clase, división (en zoología fi

lum), reino, etc.

Los procedimientos o técnicas de clasificación permiten obtener clases de igual jerarquía, en cuyo caso la clasificación es reticulada. Otras técnicas estructuran las clases de manera que algunas tienen mayor rango y cada una de ellas engloba varias de menor orden, determinando una clasificación jerárquica.

Grupo monotético es un grupo que ha sido constituido por rígidas y sucesivas divisiones lógicas en el cual todos sus miembros comparten un conjunto de atributos que son condición necesaria y suficiente para convertirse en integrante del grupo. En sistemática, la idea de grupo monotético se utiliza con frecuencia en la construcción de claves con fines de determinación.

Grupo politético es un grupo donde sus miembros comparten un gran número de atributos, pero ninguno de sus atributos es compartido por todos los miembros con la excepción del atributo de pertenecer a ese grupo. Cada miembro posee algunos atributos de ese conjunto. Por lo tanto, ningún atributo es condición necesaria o suficiente para convertir a un objeto en integrante del grupo. En general, los taxones son grupos politéticos ya que es muy difícil encontrar características esenciales (Matteucci y Colma, 1982).

BASES DE LA CLASIFICACION DE PASTIZALES

El pastizal se define en el presente estudio como un ecosistema, es decir, un arreglo de componentes bióticos y abióticos, conectados e interrelacionados formando una unidad o un todo, cuyas formas de vida vegetales características, originadas en el sistema natural o establecidas artificialmente, son capaces de producir tejido vegetal utilizable directamente por herbívoros de consumo humano. El sistema de pastizal está definido no sólo por variables o atributos del componente natural o biogeoes-structura, sino también por los elementos tecnológicos o tecnoestructura y el componente antrópico o socioestructura como partes integrantes activas del ecosistema.

Definido el pastizal como un ecosistema con componentes biogeoes-
tructurales, tecnoestructurales y socioestructurales, se determinan como
variables relevantes y características de las estructuras a las relativas
a: clima, suelo, geoforma, biocenosis, tipo y grado de artificialización.

Se establece un ordenamiento jerárquico de las variables ecosistémicas de acuerdo a un gradiente de permanencia o circunstancialidad, dependiendo de su susceptibilidad a posibles modificaciones naturales o antrópicamente inducidas. Las variables ordenadas de mayor a menor permanencia permiten determinar la siguiente jerarquía: climática, geomorfológica, edáfica, biocénosis y de artificialización.

Las variables definen diferentes estados del pastizal que son modificados ya sea por fenómenos naturales, principalmente sucesión ecológica o por la intervención antrópica con una tecnología, cultura y tradiciones propias. Los diversos estados generados deben ser susceptibles de disponer en categorías y clases de un sistema de clasificación jerárquico de pastizales. La definición y delimitación de las categorías deben considerar por lo tanto, los posibles estados en que se puede encontrar el conjunto de variables pertinentes en un momento dado.

El ecosistema en general y el pastizal en particular, experimenta un proceso natural de cambio de estado que tiende a una etapa última de equilibrio o climax y que se explica mediante su sistemogénesis (Nava et al., 1979; Locker, 1973). El estado de un sistema en un momento determinado es su modo o condición de existir y, en ciencias de sistemas, el estado está dado usualmente en una definición operacional en términos de sus variables. En otras palabras, el estado del sistema es la condición de las variables de estado, estando definido por sus partes componentes, atributos observables o agrupamiento arbitrario de partes (Patten, 1971).

La génesis del estado ecosistémico o sistemogénesis, puede ser definido como el proceso de cambio de estado del ecosistema, es decir, las relaciones dinámicas de la forma y del ambiente, incluyendo tanto a la variación de la arquitectura como la de los estímulos que la transforman. Este proceso natural representa la trayectoria más probable del ecosistema desde su origen hasta una condición terminal de estabilidad.

El proceso de génesis del ecosistema natural hasta transformarse

en uno con un cierto grado de artificialización, pasa por diversas etapas intermedias, de breve longevidad, hasta alcanzar algún estado de mayor longevidad, el cual puede mantenerse, en algunos casos, como un estado de equilibrio climax o disclimax. Lo anterior es indicativo de la existencia de ecosistemas más permanentes o climax y de otros sólo circunstanciales o de las etapas intermedias del proceso sistemogénico. Las características culturales de la población son determinantes en el predominio de ciertos estados, dada la búsqueda de las modalidades más convenientes de utilización de los ecosistemas (Figura 6). Las etapas principales del desarrollo de un ecosistema son las siguientes:

1. Desarrollo natural de la biogeoestructura. Formación del escenario natural del hombre.
2. Descubrimiento del territorio por el hombre.
3. Asentamiento humano, ocupación del territorio.
4. Ocupación de nichos ecológicos a través de procesos progresivos de intensificación del estilo de agricultura; recolectores, ecocultivadores, rotativa, tecnoestructural, etc.
5. Crecimiento de los asentamientos humanos y desarrollo de villorrios y ciudades, lo cual puede concluir en dos situaciones diferentes
 - a. Degradación o destrucción del ecosistema, en el caso que se trate de un proceso de retroalimentación positiva, en el cual, mientras más se crece, más se destruye o bien,
 - b. Armonización de los componentes urbano-campo del ecosistema hasta alcanzar un estado climácico, que permita optimizar la socioestructura dentro de un marco de simetría con la biogeoestructura y la tecnoestructura.

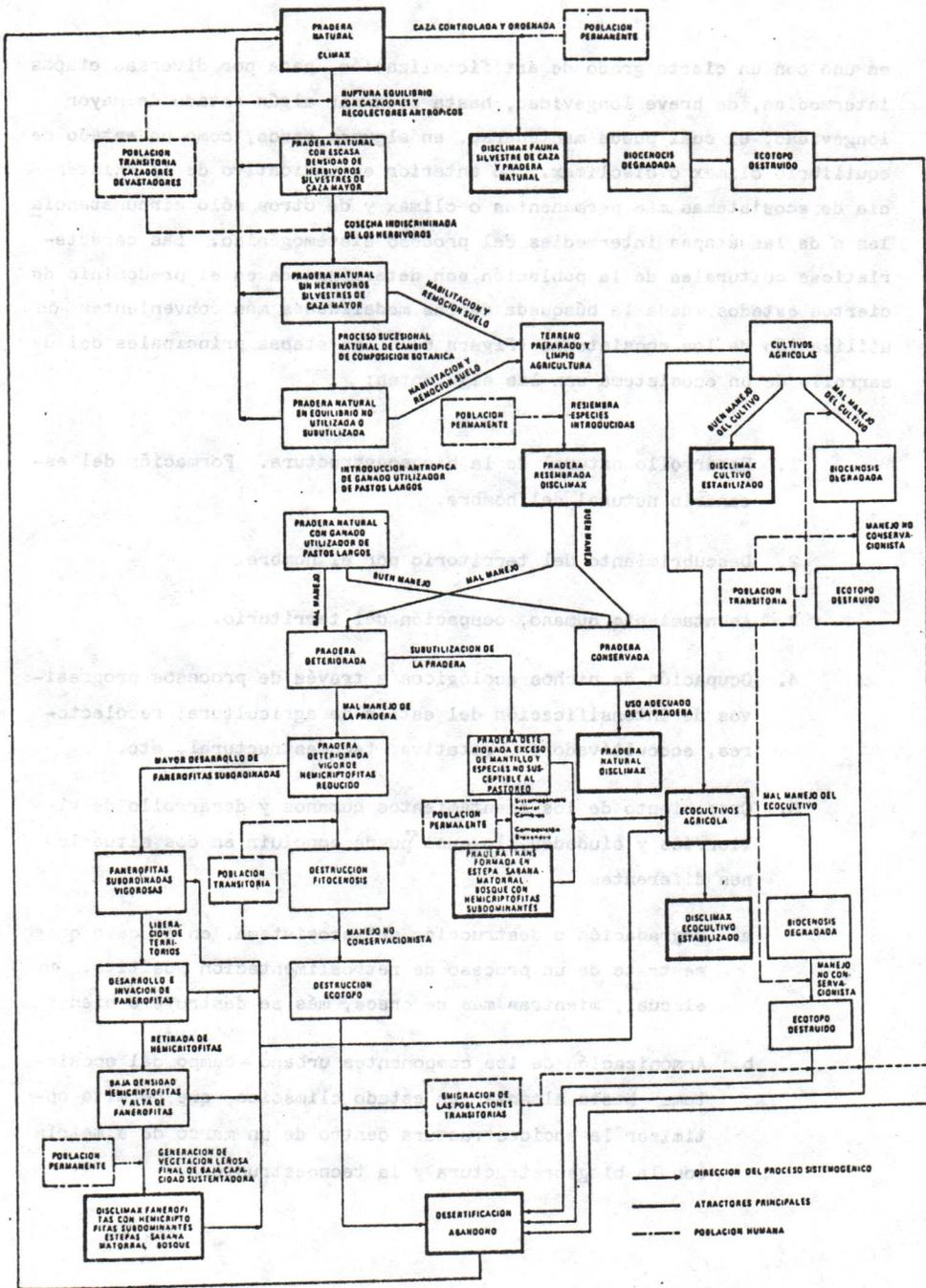


FIGURA 6. Esquema general del proceso de retrogradación y progresión de los ecosistemas de pastizal con climax pradera. Los procesos generales de cambio de estado corresponden principalmente a la sucesión ecológica y a los diversos tipos y grados de artificialización (Gastó, 1979).

CATEGORIAS Y CLASES

El sistema de clasificación propuesto consta de ocho categorías o niveles que, ordenados en una jerarquía de mayor a menor permanencia de acuerdo a las variables ecosistémicas que las definen, corresponden a:

- Reino,
- Dominio,
- Provincia,
- Distrito,
- Sitio,
- Uso,
- Estilo y
- Condición.

Cada categoría y, clase además de la variable que lo define, se caracteriza por las restantes propiedades o atributos ecosistémicos, sea clima, vegetación, geoforma, artificialización u otros según corresponda, en el nivel de generalización pertinente a la categoría o clase. Cada categoría y las clases en que se subdivide, están determinadas por una variable ecosistémica, de acuerdo a sistemas de clasificación específicos, ya sea de otros autores o propuestos o adaptados por los autores del estudio (Cuadro 10). Una categoría corresponde a un determinado nivel de resolución en el cual son válidas las decisiones que se tomen, por ejemplo para un determinado problema de desarrollo o planificación, o las generalizaciones que se hagan de acuerdo a la información que entrega esa categoría.

El nivel de resolución de una determinada categoría tiene una escala cartográfica en que puede ser representada la ubicación y delimitación espacial geográfica de las unidades taxonómicas y toda la información que contengan y sea factible de representar en un mapa.

El número de categorías o niveles puede ser aumentado en caso que se estime necesario detallar con mayor precisión alguna categoría en particular. Para ello se sugiere anteponer el prefijo "sub" a la categoría en cuestión. Ejemplo: Distrito - Subdistrito, etc.

CUADRO 10. Características fundamentales del sistema de clasificación de pastizales.

Jerarquía de permanencia	Categoría	Variables de terminantes	Clasificación	Nivel de Resolución	Escala carto gráfica aproximada
Alta	Reino	Climática	Zonas Fundamentales de Küppen (1923).	Mundial	1:50.000.000
	Dominio	Climática	Tipos Fundamentales de Küppen (1923).	Continental	1:10.000.000
	Provincia	Climática	Variedades Específicas, Variedades Generales y Alternativas Generales de Küppen (1923).	Nacional	1:2.000.000
	Distrito	Geomorfológica	Regiones Topográficas de Murphy (1967, 1968)	Regional	1:250.000
	Sitio	Edáfica y Vegetacional	Pendiente, textura, exposición, vegetación natural, drenaje, etc.	Local o predial	1:10.000
	Uso	Producto principal de canalización antrópica	Usos de la Tierra (Forest Service, 1965; Mc Ardle, 1960)	Cercado	≤ 1:10.000
	Estilo	Tipo y grado de artificialización	Estilos de Agricultura (Gastó, 1984)	Cercado	≤ 1:10.000
Baja	Condición	Estado del pastizal	Estado estimado según escala relativa desde excelente a muy malo	Unidad de paisaje	≤ 1:10.000

Reino

La categoría a nivel de Reino corresponde a los ecosistemas de pastizal determinados en el nivel de generalización correspondiente a las variables que definen las Zonas Fundamentales en el sistema de clasificación de Köppen (1923). Se tiene, de esta forma, en esta categoría, cinco clases de pastizales:

- | | |
|--|----------------|
| - Pastizal de clima seco | Reino seco |
| - Pastizal de clima templado moderado lluvioso | Reino templado |
| - Pastizal de clima tropical lluvioso | Reino tropical |
| - Pastizal de clima boreal o de bosque | Reino boreal |
| - Pastizal de clima polar o nevado | Reino nevado |

Los límites de las clases están expuestos anteriormente cuando se describió el sistema de clasificación de climas de Köppen, en el capítulo de antecedentes bibliográficos.

Dominio

Cada clase de Reino está subdividido en Dominios de pastizal, los cuales corresponden a los Tipos Fundamentales de clima en el sistema de clasificación de Köppen y son los siguientes:

Categoría y Clases

Características

Reino tropical

Pastizal de clima tropical lluvio

so

Dominio selva

Pastizal de clima de selva

Dominio sabana

Pastizal de clima de sabana

Reino seco

Pastizal de clima seco

Dominio desértico

Pastizal de clima de desierto

Dominio estepario

Pastizal de clima de estepa

Reino templado

Pastizal de clima templado moderado

Dominio secoinvernal

Pastizal de clima de invierno seco no riguroso

Dominio secoestival

Pastizal de clima de verano seco caluroso

Dominio húmedo

Pastizal de clima de temperie húmeda

Reino boreal

Pastizal de clima boreal o nevado de bosque

Dominio húmedoinvernal frío

Pastizal de clima de invierno húmedo frío

Dominio secoinvernal frío

Pastizal de clima de invierno seco frío

Reino nevado

Pastizal de clima nevado o boreal

Dominio nival

Pastizal de clima de nieve perpetua sin vegetación

Dominio tundra

Pastizal de clima de tundra sin árboles

Dominio seco alta montaña

Pastizal de clima seco de alta montaña, de tundra o de nieve perpetua.

Los límites de cada clase de Dominio están definidos en la descripción del sistema de clasificación de Köppen en lo correspondiente a Tipos Fundamentales de clima.

Provincia

La categoría Provincia corresponde a la subdivisión de los Dominios de pastizales y están definidos por las Variedades Específicas, Variedades Generales o Alternativas Generales del sistema de clasificación de Köppen. De acuerdo a la cantidad de información climática existente y al número de estaciones meteorológicas, estas divisiones pueden alcanzar mayor precisión o subdivisión. Eventualmente, puede ser necesario estable

cer de acuerdo a ello, subprovincias de pastizal cuando las diferencias climáticas en una Provincia sean lo suficientemente marcadas como para definir una nueva categoría. Las clases de Provincia son numerosas y no están determinadas todas las posibles clases debido a que la información disponible es insuficiente.

Distrito

El Distrito se define como un ecosistema de pastizal caracterizado por una geofорма determinada por la clasificación de geofórmulas propuestas por Murphy (1967, 1968). Corresponde a la segunda categoría del sistema de Murphy, en la que se consideran seis tipos de regiones topográficas utilizándose parámetros cuantitativos, como relieve y elevación en su caracterización:

- Planos,
- Cerros y mesetas bajas,
- Mesetas altas,
- Montañas,
- Montañas ampliamente espaciadas y
- Depresiones.

Sitio

La categoría Sitio de pastizal se define como una unidad geográfica o de paisaje, que tiene una combinación de factores edáficos, climáticos y bióticos naturales, que es significativamente distinta del área adyacente, siendo capaz de producir vegetación natural en una cantidad y calidad características (Range Term Glossary Committee, 1964). Estas áreas ambientales de paisaje son consideradas como unidades para propósitos de discusión, investigación y manejo.

Los cambios de un Sitio a otro representan diferencias significativas en la producción potencial de forraje o diferencias en requerimientos de manejo para el uso propio de la tierra. Se puede asociar al Sitio

con las características ambientales que determinan la vegetación climax de un lugar.

Anderson (1983) y Daubenmire (1984) discuten definiciones relativas al Sitio. Anderson sostiene que a diferencia de sitio-pastizal (range site), el habitat-tipo no tiene implicación de manejo para pastizales (rangelands). El habitat-tipo es un término colectivo para todas las partes de la superficie terrestre que soporta o es capaz de soportar, el mismo tipo de asociación de plantas, esto es el mismo climax. La asociación de plantas debe tener los mismos potenciales dominantes en todos los estratos.

Para Daubenmire, el concepto de sitio-pastizal sugiere un objetivo con un solo propósito, cual es el manejo de la tierra para producir forraje. En contraste, habitat-tipo enfatiza similitudes y diferencias en ecosistema que tiene implicancias para una variedad de manejos, tal como ganado, fauna silvestre y producción de bosques, para predecir riesgo de enfermedades, para indicar ciclos hidrológicos, etc. El concepto de habitat-tipo coincide en su sentido usual, con el concepto de sitio ecológico (Daubenmire, 1984).

En una situación ideal la categoría de Sitio debe estar determinada por la vegetación natural que lo caracteriza. Lo más frecuente, sin embargo, es encontrar alterada o ausente la vegetación natural de un Sitio, ya sea debido a la intervención antrópica o por catástrofes naturales. Es por ello que la identificación de las clases de Sitio deben estar definidas no sólo por aquellos atributos más distintivos sino también aquellos más permanentes que lo caracterizan. Se consideran como los más relevantes los siguientes:

- Vegetación natural potencial,
- Pendiente del relieve,
- Textura del suelo,
- Roccosidad o pedregosidad,
- Exposición u orientación de la pendiente,
- Drenaje externo,
- Salinidad,
- Profundidad del suelo,
- Posición fisiográfica,
- Capacidad de Uso y
- Reacción del suelo.

Cada atributo presenta diferentes opciones respecto a las cuales se caracteriza el Sitio.

Vegetación natural potencial

Se caracteriza de acuerdo a las unidades de formación y asociación. Resultan apropiadas en este caso las unidades de formación definidas por Whittaker (1975) por ejemplo, que incluye: bosque, matorral, arbustal, prado, arbustal semidesértico y desierto. La asociación puede ser determinada por el método de Braun-Blanquet. La vegetación natural potencial es el atributo del Sitio que debe considerarse siempre que sea posible, o sea, cuando esté presente, utilizando el método que considere más adecuado.

Pendiente

El rango de pendiente se puede agrupar en doce clases, a saber:

1. 0 - 0,9%
2. 1 - 3,9%
3. 4 - 8,9%
4. 9 - 15,0%
5. 16 - 24,0%
6. 25 - 35,0%
7. 36 - 48,0%
8. 49 - 63,0%
9. 64 - 80,0%
10. 81 - 91,0%
11. 100 - 275,0%
12. > 275,0%

Textura del suelo

La textura del suelo es de importancia indirecta en la determinación de las características del suelo. Indica la proporción de partículas de arcilla, limo y arena. Conociendo esa propiedad es posible inferir al-

gunas propiedades del suelo tales como la permeabilidad, infiltración, retención de agua, fertilidad, porosidad y otras que están en alguna forma relacionadas con la textura. Las clases de textura pueden corresponder a:

1. Arcilloso,
2. Arcillo-limoso,
3. Arcillo-arenoso,
4. Franco,
5. Franco-arcilloso,
6. Franco-limoso,
7. Franco-arenoso,
8. Franco-arcillo-limoso,
9. Franco-arcillo-arenoso,
10. Limoso,
11. Arenoso,
12. Caso particular.

Roccosidad o pedregosidad superficial

La pedregosidad es modificable dentro de límites muy amplios, aún cuando no modifica mayormente las características propias del suelo, pero es de importancia porque hace más difícil las labores cultivables y el empleo de maquinaria agrícola, por ejemplo. Es por ello que cambia la Capacidad de Uso de la tierra. Se pueden establecer clases de acuerdo al porcentaje de cubierta:

1. Sin piedras,
2. Piedras a más de 30 m aparte y 0,01% del área,
3. 10 - 30 m aparte y 0,01 - 0,1% del área,
4. 1,5 - 10 m aparte y 0,1 - 3,0% del área,
5. 0,7 - 1,5 m aparte y 3 - 15% del área,
6. 0,7 - 1,5 m aparte y 15 - 30% del área,
7. 30 - 60% del área,
8. 60 - 90% del área,
9. Prácticamente cubierta de piedra, 100% del área.

Exposición u orientación de la pendiente

La exposición del Sitio a la radiación solar de acuerdo a los puntos cardinales es de importancia porque modifica tanto el clima general como el suelo. La temperatura del aire y de el suelo, la infiltración, el escurrimiento superficial, el transporte de partículas, la lixiviación, el drenaje, la aireación y otras propiedades están directamente influenciadas por la pendiente y exposición del suelo. Se puede clasificar en:

1. Terreno plano, sin exposición definida,
2. N
3. NE
4. E
5. SE
6. S
7. SO
8. O
9. NO

Drenaje externo

El drenaje externo o escurrimiento superficial, describe la tasa de extracción natural del agua no infiltrada en el medio edáfico. Durante los períodos de lluvia o durante el riego la altura de la capa de agua acumulada puede sobrepasar el poder desecante de la atmósfera, más la capacidad de escurrimiento interno y permanecer almacenada sobre el suelo hasta provocar daños cuantiosos a la biocenosis. El suelo queda dañado, y el daño causado por el agua estancada sobre el terreno es de magnitud variable, de acuerdo con la época del año, con el lapso que permanece y con el grado de oxigenación y de circulación. Las clases de drenaje corresponden a:

1. Estancado o nulo,
2. Lento,
3. Medio,
4. Rápido y
5. Muy rápido.

Salinidad del suelo

La importancia de la salinidad del suelo en la determinación de la salud ecológica del sistema se origina más en el habitat que en los recursos. La concentración salina modifica el potencial hídrico del suelo, el intercambio iónico de la planta y de las partículas del suelo y sólo de manera muy leve afecta directamente a las disponibilidades de nutrientes de las plantas. Las clases son las siguientes:

1. No salino: 0 - 0,15% y 0-4 mmhos/cm,
2. Levemente salino: 0,15 - 0,35% y 4-8 mmhos/cm,
3. Moderadamente salino: 0,35 - 0,65% y 8-15 mmhos/cm y
4. Fuertemente salino: 0,65% y 15 mmhos/cm.

Profundidad del suelo

La profundidad del suelo indica el límite hasta donde pueden penetrar las raíces, el cual puede estar regulado por algún horizonte edáfico que impida la penetración radical hasta profundidades mayores o por alguna napa hídrica. Las clases pueden ser las siguientes:

1. 0 - 30 cm - Muy delgado
2. 30 - 60 cm - Delgado
3. 60 - 90 cm - Moderado
4. 90 - 120 cm - Profundo
5. 120 cm - Muy profundo

Posición fisiográfica

Es la ubicación del sistema en relación a la posición general dentro de la fisiográfica de la región y puede clasificarse en:

1. Cumbre redondeada,
2. Cumbre aguda,
3. Escarpado,
4. Parte alta de ladera,
5. Parte media de ladera,
6. Parte baja de ladera,

7. Piedemonte
8. Depresión abierta
9. Depresión cerrada
10. Terreno plano, valle,
11. Terreno plano, meseta y
12. Caso particular.

Capacidad de Uso

La Capacidad de Uso es la posibilidad de producir de un Sitio con servándolo y generando beneficios económicos máximos. Cuando se decide la utilización de la tierra o de un pastizal, debe considerarse que existen siempre varias alternativas entre las cuales se debe elegir. Esta de cisión no debe ser en ningún caso, al azar, puesto que existen principios bien fundamentados que deben considerarse para la correcta utilización de la tierra o del pastizal (Gastó y Gastó, 1970).

En relación a esta idea, las tierras han sido clasificadas inter nacionalmente en ocho grupos de Capacidad de Uso. (Soil Conservation Ser vice, 1959), basándose en las consideraciones que se adjuntan en el Cua dro 11. La forma más adecuada de destinar los pastizales según el princi pio de uso múltiple, corresponde a menudo al manejo sistemático para dos o más casos. El uso múltiple de los recursos terrestres renovables es una necesidad que surge de la escasez de recursos y de la abundancia de la población que los requiere.

Reacción del suelo

Corresponde al pH del suelo y se establecen las siguientes clases:

- | | |
|--------------------------|-----------|
| 1. Extremadamente ácido | — 4,5 |
| 2. Muy fuertemente ácido | 4,6 - 5,0 |
| 3. Fuertemente ácido | 5,1 - 5,5 |
| 4. Acidez media | 5,6 - 6,0 |
| 5. Levemente ácido | 6,1 - 6,5 |
| 6. Neutro | 6,3 - 7,3 |
| 7. Levemente alcalino | 7,4 - 7,8 |

CUADRO 11. Clasificación de la capacidad de uso múltiple de la tierra (Gastó y Gastó, 1970, modificado en Gastó y Gallardo, 1985).

CLASE DE USO	CARACTERISTICAS	USO PRIMARIO	USO SECUNDARIO
<u>Tierras Arables</u>			
I	Tierras excelentes sin limitaciones de uso. Planas o con pendientes muy ligeras, profundas, fértiles, buena textura y permeabilidad, no erosionables. Pueden ser de riego o de secano.	Frutales Cultivos	Cultivos forrajeros Vida silvestre Recreación
II	Tierras buenas con ligera limitación de uso. Planas o ligeramente inclinadas en cuyo caso pueden estar expuestas a la erosión. La textura puede variar entre extremos algo más arenosos o arcillosos que la clase anterior; profundidad media. Puede ser de riego o secano.	Cultivos Frutales Cultivos forrajeros	Vida silvestre Recreación
III	Tierras moderadamente buenas, con limitaciones moderadas de productividad. Planas, ligeramente inclinadas o lomajes con pendientes moderados. Susceptibles de erosión, requieren de fertilizantes, escasa profundidad; y los rendimientos son generalmente medios. Puede ser de riego o secano.	Cultivos Cultivos forrajeros Praderas	Frutales Vida silvestre Urbano-industrial Recreación
IV	Tierras regulares con limitación para cultivos. Escasa profundidad, excesiva pedregosidad, baja fertilidad, textura arenosa o arcillosa, salinidad, pendiente sobre 5% u otras limitaciones. Pueden ser de riego o secano.	Praderas Cultivos Forestal Urbano-industrial	Cultivos forrajeros Vida silvestre Recreación
<u>Tierras No Arables</u>			
V	Tierras ganaderas. Suelos planos o ligeramente inclinados, potencialmente cultivables. Sus problemas pueden ser de drenaje, inundaciones frecuentes, pedregosidad excesiva, climáticos u otros, algunos de los cuales se pueden resolver con inversiones específicas.	Praderas Forestal Producción de agua Urbano-industrial	Vida silvestre Urbano-industrial
VI	Tierras forestales sin limitaciones importantes. El porcentaje de pendiente, el riesgo de erosión, el clima y otras causas impiden cultivarlas.	Forestal Pradera Produc. de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial
VII	Tierras forestales con limitaciones mayores. Se acentúan las características que imposibilitan su uso en cultivos. Su uso ganadero es restringido.	Forestal Produc. de agua	Vida silvestre Urbano-industrial
VIII	Tierras no aptas para pastoreo ni cultivo forestal. Serias limitaciones de uso, debido a topografía, clima, etc. Agrupa a los terrenos constituidos por roqueríos, nevados, glaciales, pantanos no drenables, dunas, desiertos, sin posibilidades de riego, etc.	Produc. de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial

8. Moderadamente alcalino	7,9 - 8,4
9. Fuertemente alcalino	8,5 - 8,9
10. Muy fuertemente alcalino	9,0

Determinación y denominación del Sitio

En la determinación y denominación del Sitio se considera adecuado tomar en cuenta los dos atributos o propiedades más relevantes que la caracterizan entre las once consideradas y designarle un nombre propio de acuerdo a esas propiedades. Ejemplo: Matorral de Quillaja saponaria y de Lithraea caustica en depresión abierta; Bajo de ladera con exposición norte; Terreno plano fuertemente salino, etc.

En la medida que sea posible, se prefiere utilizar en la denominación del Sitio la vegetación natural potencial, por considerarse la propiedad más diferenciante en el nivel correspondiente a esta categoría.

Uso

La categoría Uso se define de acuerdo al tipo general de utilización que se hace del ecosistema de pastizal en el momento en que se describe. Los posibles usos generales que se le pueden dar a un pastizal, o a la tierra en general, son (Forest Service, 1965; Mc Ardle, 1960):

1. Producción de cultivos,
2. Producción de pasto para el ganado doméstico,
3. Producción de madera,
4. Manejo de cuencas hidrográficas para producción de agua,
5. Vida silvestre de pesca y caza,
6. Recreación al aire libre y
7. Urbano - Industrial.

Aunque la expresión de uso múltiple o utilización simultánea de la tierra para dos o más usos, no es muy conocida en todas partes, su práctica se ha implantado en muchas regiones naturales bien manejadas.

Es habitual entonces que un mismo ecosistema de pastizal presente simultáneamente varios usos. Para la determinación de las clases en esta categoría se considerará al menos el uso principal y el uso secundario del pastizal en caso que sea necesario.

Estilo

El desarrollo de la utilización de los ecosistemas de pastizal en diversos ambientes, lugares geográficos y períodos de la historia ha tendido hacia distintas metas. Durante las últimas décadas, la tendencia general ha sido hacia una intensificación creciente de la artificialización del sistema natural, transformándolo en cultivos intensivos, los cuales son usualmente los más productivos y los de mayor canalización antrópica de la productividad. Sin embargo, el cultivo puede corresponder a Estilos muy diversos que abarcan desde una artificialización cero, en las reservas de la biósfera hasta una artificialización máxima en la agricultura tecnoestructural. Se considera por ello importante incluir en la clasificación de los ecosistemas de pastizal una categoría que incluya el estilo con que se utiliza el recurso. Se distinguen las siguientes clases de Estilo:

1. Reserva de la ecósfera,
2. Recolectores,
3. Ecocultivo,
4. Cultivos y ganado,
5. Intermitente,
6. Tecnoestructural e
7. Industrial

Reserva de la ecósfera

Corresponde a aquellos sectores de la ecósfera que se destinan actualmente como lugares de preservación de los ecosistemas naturales en su estado original. Diversos países han establecido santuarios de la naturaleza donde se preservan los elementos originales, a través de disposiciones legales y administrativas que evitan el uso y la transformación del recurso. Uno de los objetivos que a menudo se persigue lograr de este uso de la tierra es preservar algunos ecosistemas naturales y el germino-

plasma existente que actualmente se encuentra en peligro de extinción, con el propósito de ser empleado eventualmente en las generaciones futuras. En la clase de reservas de la ecósfera están incluidos parques nacionales, reservas forestales, santuarios de la naturaleza, etc. que en diferentes objetivos son excluidos de la transformación antrópica mediante las respectivas disposiciones legales.

Recolectores

El estilo de recolectores se practica luego de la aparición del Homo sapiens, el cual en una primera etapa se comporta como hombre-animal. Se transforma de recolector natural a recolector con elementos naturales propios de la naturaleza. Es el recolector organizado, que cosecha con la ayuda de palos y piedras, con lo cual su capacidad recolectora se incrementa considerablemente. Su acción transformadora del ecosistema es mayor al ocupar nichos recolectores que originalmente correspondían a otras especies y al destruir y cambiar el arreglo tecnológico de los elementos utilizados en la captura. Algunas especies animales y vegetales desaparecieron por la acción del hombre cosechador organizado y técnico incipientemente.

El estilo de cosechadores posteriormente se practica con la ayuda de algunas herramientas manuales, que hacen más eficiente la labor de cosecha, tales como cuchillos, machetes, picotas, hachas, tracción animal y otros que elevan la eficiencia antrópica de cosecha. En esta etapa se utilizan los avances en la tecnología de metales y mecánica a través del empleo de la tracción animal.

La acción destructora del hombre cosechador con herramientas manuales varía en intensidad de acuerdo al ambiente donde la ejerce. En ambientes con alta capacidad de recuperación su acción es moderada a leve, ya que los mecanismos endógenos de recuperación reaccionan y recuperan al sistema más rápidamente que la acción del hombre. La agricultura de cosechadores con herramientas manuales es común en los países en desarrollo y, en general, ha permitido la subsistencia de diversos pueblos por períodos prolongados sin destruir al ecosistema en forma irreparable. Cuando existen centros urbanos, mineros o comerciales con capacidad de generar demandas elevadas, simultáneamente con una densidad demográfica también elevada, este estilo de agricultura puede ser destructivo. En cambio, cuando

la densidad poblacional es baja y la cosecha se emplea solamente para la sobrevivencia de la población cosechadora, el efecto degradativo es generalmente leve.

La etapa de mayor intensificación de la cosecha ocurre cuando se desarrollan procesos industriales de elaboración y recolección que permiten recolectar la totalidad de los componentes más valiosos, dentro de un marco de demanda prácticamente ilimitada de empresas nacionales y transnacionales, capaces de industrializar y comercializar volúmenes mayores que los existentes en los ecosistemas naturales.

La cosecha devastadora ocurre usualmente en ecosistemas frágiles y de muy baja resiliencia, donde el cosechador está conectado con poblaciones periféricas que le suministran las herramientas para la cosecha y efectúan el trueque o venta de los insumos que requiere la población que cosecha hasta devastar al sistema. Las poblaciones periféricas, a la vez, envían posteriormente los productos cosechados a los centros de consumo, los cuales mantienen una alta tasa de demanda, la cual es constante y de difícil saturación. Los mercados mundiales actuales son de esta naturaleza. Los cosechadores periféricos van avanzando radialmente en la medida que van cosechando y devastando los ecosistemas. Este estilo de cosecha y utilización de los ecosistemas requiere por lo tanto el traslado constante a nuevos ecosistemas no cosechados o destruidos.

Las culturas primitivas se diferencian de las modernas en tres hechos principales: tamaño de la población, sofisticación tecnológica y actitud frente al medio. El tamaño actual de la población genera una demanda prácticamente ilimitada de los recursos naturales, lo cual estimula su cosecha indiscriminada y la destrucción masiva de la naturaleza. La sofisticación tecnológica estimula un mayor consumo y proporciona las herramientas necesarias para la cosecha indiscriminada. La posibilidad de migrar hacia lugares naturales no destruidos se hace cada vez más remota.

Un ejemplo del estilo de recolectores es la cosecha generalizada de los mares para el suministro de productos animales y vegetales. La cosecha de madera de los bosques naturales es otro ejemplo de estilo de recolectores y la ganadería que utiliza las praderas naturales. La recolección de frutos silvestres de diversas plantas con el fin de ser utilizadas en la alimentación humana corresponde también a este estilo de agricultura. La cosecha intensiva de pasto del pastizal, por el herbívoro, sin nin

guna práctica de manejo y conservación del ecosistema, corresponde a este estilo de agricultura.

Ecocultivos

Es un estilo de utilización de los ecosistemas semejante al de recolectores. Se basa, al igual que el anterior, en la recolección de productos naturales del ecosistema. Se diferencia del anterior en que no sólo se cosecha el ecosistema natural, sino que también se maneja de manera de mantener su estado natural o mejorársele. El grado de artificialización del sistema es leve a moderado, lo cual le da la apariencia de un recurso natural no intervenido, aunque realmente se le esté optimizando en lo referente a productividad y conservación.

Un ejemplo de este estilo de utilización es el manejo silvícola del bosque natural. A través de un programa racional de ordenamiento del ecosistema, se controlan algunos de los elementos menos deseables, se introducen otros y se mejoran, a través de la poda y tala selectiva, a los restantes de manera de mejorarse el sistema como un todo, sin perder los elementos esenciales de su estructura natural. Lo anterior significa una artificialización leve. Es la silvicultura del bosque nativo.

Un caso semejante al anterior es el del manejo y utilización racional de la pradera nativa o naturalizada. Ello se logra con una leve intervención antrópica a través de prácticas generales de ordenamiento de la utilización por el ganado, manejo de la fertilidad del suelo y control de las especies menos deseables, todo lo cual da un grado de artificialización relativamente leve. Lo anterior contrasta con la utilización descontrolada de los grupos cosechadores de praderas a través de un manejo inadecuado del ganado, lo cual conduce inevitablemente a una degradación del pastizal natural. Un caso similar se presenta con el manejo ecológico de ecosistemas naturales productores de fibras, frutos, latex, savia, o algún otro producto, los cuales son manejados de acuerdo a prácticas ecológicas de manejo de poblaciones que permiten compatibilizar la cosecha sostenida de una parte de la productividad con la conservación del sistema dentro de un contexto de artificialización moderada.

Un factor de estabilización es el enriquecimiento de la dieta humana, en base a alimentos de calidad, provenientes de plantas perennes y

de larga vida, además de los productos provenientes de plantas anuales, tales como los cereales. En el Cercano Oriente esto ocurrió con los olivos, higueras, palmas datileras y otras plantas. En un comienzo debe haberse tratado de plantas silvestres. Estas plantas son perennes y para cosecharse sus frutos se requiere vivir en la vecindad o por lo menos volver a ellos cada año. Pronto, estas plantas fueron cultivadas. Ello implicó una táctica agrícola enteramente nueva. El hombre tuvo que aprender por experiencia los secretos de la poda, para obtener leña o frutos, del injerto y de la fertilización. En el país esto puede ocurrir con los palmares nativos (Jubae chilensis) y con los bosques abiertos de pehuén (Araucaria araucana), los cuales se destinan a la producción de frutos comestibles y ganadería.

Cultivos y ganado

La agricultura de plantas anuales pioneras se desarrolla en ambientes originalmente ocupados por ecosistemas en estado cercano al clímax, usualmente dominadas por bosques, praderas o matorrales. Para ello se requiere destruir la vegetación y fauna original, usualmente por medio del fuego o por medios mecánicos, de manera de disponer de un suelo con un alto grado de desarrollo, contenido de materia orgánica, fertilidad y libre de competencia de los organismos originales del sistema. Esta agricultura, en su origen es de naturaleza destructiva, pues basa su permanencia en la migración constante hacia lugares no destruidos, los cuales habilitan para continuar con el cultivo.

El Estilo de cultivos o de labranza máxima ha sido definido como el sistema tradicional de cultivación que se inicia usualmente por una rotura profunda general seguida de otras para preparar la cama de semilla, y posteriormente se controlan las malezas en pre o post emergencia por medio de cultivadora o herbicidas.

La agricultura de cultivos tuvo su origen en los ecosistemas naturales que fueron intervenidos por el hombre. La intervención continuada y el desarrollo de herramientas de piedra y metálicas, simultáneamente con el empleo del fuego, permitió una mayor intervención y la creación de estados, cada vez más alterados. Fue en estas condiciones donde debió haberse originado la agricultura de cultivos, que con el tiempo se transformó en una agricultura de alta artificialización.

La agricultura primitiva de cultivos, debió haber sido del tipo de mínima labranza. El desconocimiento de la tracción animal y de la tecnología de metales no le permitía al hombre roturar el suelo ni cultivar la tierra. Es por ello que debido a la baja capacidad de artificialización la escasa población humana debió haber invertido su esfuerzo principalmente en las labores de establecimientos. Las herramientas primitivas de labranza que se conocen, son principalmente de establecimientos. Luego de la emergencia del cultivo, la competencia de las especies malezas complementarias se controlaban en algunos casos con fuego, el cual alcanzaba a chamuscar a la especie cultivada, la cual luego se recuperaba rápidamente. Este estilo era usual en algunos lugares de América. Otra forma de hacerlo era por medio del control manual de las especies asociadas competitivas. Los cultivos forrajeros y las pasturas cultivadas corresponden a este estilo de agricultura.

Durante los últimos años, ha comenzado a difundirse lo que se denomina agricultura de mínima labranza o cero labranza, la cual se caracteriza por la no roturación del suelo, simultáneamente con no cultivarse los espacios entre las plantas. Además de ello, el éxito de esta agricultura depende del empleo generalizado de herbicidas para controlar las especies invasoras complementarias que invaden al sistema ocupando los nichos y territorios libres del cultivo. Mínima labranza ha sido definida como un sistema de cultivación en el cual la manipulación mecánica del suelo se limita al tránsito y a la preparación de la cama para la semilla.

Debido a la carencia de una tecnología adecuada de herbicidas, esta agricultura no pudo desarrollarse en el pasado. Fue más exitoso, en cambio, el control físico de las malezas invasoras y del manejo de la fertilidad y agua a través del empleo de implementos manuales de roturación. El descubrimiento del empleo de la tracción animal permitió posteriormente comenzar sistemáticamente a roturar y cultivar el suelo.

La agricultura de cultivos se inventó en forma independiente tres veces, hace alrededor de diez mil años en lugares distanciados y con especies diferentes. En Asia Menor, en el Kurdistán se inventó la agricultura del trigo -cebada -centeno, es decir la agricultura de cereales pequeños cultivados al voleo. En el sudeste asiático, por otro lado, se inventó la agricultura del arroz. Finalmente, en América, en México y Guatemala, se inventó la agricultura del maíz.

Las tres agriculturas tienen un objetivo común, cual es la producción de un grano, con alta concentración de energía digestible. Pero tienen, además, en común el ser gramíneas y el ser la especie dominante de las etapas pioneras de las sucesiones ecológicas secundarias.

La agricultura de cultivos se caracteriza en general por la roturación intermitente del suelo, la alta artificialización y la introducción de cultivos herbáceos, forestales, frutales, ganado u otras modalidades intensivas de intervención.

Diversas etapas de avance tecnológico se han ido descubriendo y aplicando al cultivo, incrementándose la intensidad de artificialización. Las etapas más importantes de desarrollo son la roturación y cultivación con el empleo de la tracción animal; el empleo del barbecho descubierto, que ya se emplea en tiempos romanos; el uso de las leguminosas en la rotación para mantener el nivel de fertilidad en forma natural; el riego generalizado; la fertilización mineral, especialmente durante el último siglo; los herbicidas e insecticidas; el empleo de variedades genéticas mejoradas; la cosecha mecanizada y la industrialización de la cosecha. Todo ello permite en la actualidad la práctica de una agricultura intensiva, con alta artificialización y rendimientos elevados. Es la agricultura que se practica exitosamente en los valles con suelos profundos y de alta calidad química y física tanto del suelo como del agua.

Este Estilo de agricultura de alta artificialización alcanza su culminación durante la década pasada con lo que se ha denominado la revolución verde, cuyo éxito se basa en la aplicación de la más alta tecnología a los cultivos, y bosques y ganadería. Su éxito es notable en los mejores ambientes ecológicos. También se practica esta agricultura en ambientes marginales, pero con resultados cuestionables.

La agricultura altamente intensificada también se practica en otros tipos de cultivos entre los que sobresalen los árboles frutales, frutales menores, cultivos forestales, verduras, hortalizas, ganadería, y otras, teniendo en todos los casos modalidades similares de aplicación elevada de estímulos exógenos, grado de artificialización alto, corta vida, roturación del suelo, y otros atributos en común.

Intermitente

Una modalidad muy especial de cultivación en ambientes adversos, donde la vegetación predominante es de leñosa, arbustivas y arbóreas, en el trópico y ambientes áridos, es lo que se denomina corrientemente roza, tumba y quema. Esta agricultura se caracteriza por la destrucción de la vegetación original de manera de dejar el suelo desnudo, pero con alto nivel de materia orgánica y fertilidad, donde se establece el cultivo, el cual se repite por algunas temporadas, mientras dura la fertilidad natural del suelo. Luego se abandona por algunos años, lo cual estimula la reinvasión de la vegetación original y la recuperación de la fertilidad del suelo. En esta forma año a año se van despejando nuevos sectores e incorporándose al cultivo.

El período de descanso es necesario para recuperar el suelo para su cultivo. Se trata por lo tanto de una agricultura intermitente caracterizada por un período prolongado de carga de fertilidad y ordenamiento del sistema, alternado por un período breve de descarga intensiva de la fertilidad, durante el cual se establece el cultivo, el cual es usualmente de elevados rendimientos.

Otra modalidad de agricultura intermitente es la de rotación cultivos-pradera.

Tecnoestructural

Este Estilo de agricultura se practica en ambientes artificializados en su grado máximo. El desarrollo de la tecnoestructura es máximo, tal como ocurre en el caso de los invernaderos, cámaras de crecimiento, corrales de engorda de ganado, crianza artificial de aves y cerdos, y otras en las cuales el desarrollo de la tecnoestructura es máximo, minimizándose, por lo tanto, el recurso en su estado natural.

En algunas circunstancias, se trata del Estilo de agricultura que optimiza al sistema. Debe destacarse, sin embargo, que este estilo no es necesariamente el más eficiente ni el mejor, aún cuando en algunas circunstancias específicas puede ser el más conveniente. No se trata tampoco de un estilo de agricultura autosuficiente, pues para su funcionamiento se

requiere del aporte de estímulos externos, los cuales a menudo pueden ser empleados más eficientemente en otros sistemas y estilos de agricultura. Los estímulos más frecuentes son los aportes de energía, fertilizantes, granos para la alimentación, plásticos, maquinarias y otros, todos los cuales para producirse presentan también un costo ecológico y opciones alternativas.

Industrial

Es el estilo que se practica en ambientes artificiales sin la intervención del ecosistema agrícola convencional en el cual interviene el suelo, agua, clima, vegetación y faunación. Este estilo de agricultura se practica en condiciones muy particulares donde la síntesis orgánica se practica sin la intervención de los organismos vivos o bien empleando materia prima fósil. Un ejemplo de ello puede ser la producción de proteínas para la alimentación humana a partir del petróleo.

Condición

La categoría Condición se establece para determinar el estado en que se encuentra un ecosistema de pastizal de acuerdo al Uso que se le está dando y al Estilo en que se utiliza. Es decir, cada Uso y Estilo tienen una escala relativa propia con la cual se establece una clase de Condición. Las clases de Condiciones son cinco:

1. Excelente
2. Buena
3. Regular
4. Mala
5. Muy mala

El concepto de Condición ha sido ampliamente desarrollado para pastizales de pradera y con Uso ganadero y de Estilo ecocultivo, en el sentido planteado en este trabajo. La primera mención que se encuentra en la literatura sobre el concepto de Condición proviene de Sampson, entre los años 1917 y 1919. Según Sampson, el valor de la pradera como productora de tejido vegetal útil, está esencialmente determinada por la eta

pa de sucesión ecológica. Posteriormente el concepto de etapa de Sampson fue transformado en Condición. Diversos autores han definido y desarrollado el concepto de Condición para praderas (Costello, 1945; Bailey, 1945; Humphrey, 1945, 1947 y 1949; Ellison, 1949 y 1960; Wilson y Tupper, 1982; Tainton, 1981, entre otros).

Una de las definiciones más generales y que indica lo que es la Condición, corresponde a la definición planteada por Humphrey. En términos generales es preferible definir Condición en la siguiente forma: Es la productividad de tejido vegetal útil de la pradera en un momento determinado en relación a la productividad potencial del Sitio. Condición es, por lo tanto, una proporción entre dos cantidades: una que representa el valor actual de producción y la otra, el máximo absoluto del Sitio. La relación es en base a materia seca producida en ambas etapas sucesionales.

Condición representa una proporción que en sí, no es ecológica. Sin embargo, tiene fundamentos ecológicos, porque considera que la producción potencial y la actual corresponden a dos etapas sucesionales diferentes en una misma serie (Gastó, 1973).

Para la clasificación de la Condición de una pradera se pueden utilizar diversos elementos ecosistémicos indicadores, tal como microorganismos del suelo, insectos y otros grupos de animales inferiores edáficos, microflora, características físicas o químicas del suelo, plantas forrajeras y árboles o arbustos. Dyksterhuis (1949) determinó una técnica para clasificar Condición, basada en la proporción de plantas climax presentes en la pradera en un momento determinado. Relativo a ello planteó la teoría concepto de climax-sitio (Dyksterhuis, 1949, 1958a), que se refiere a climaxes climáticos, edáficos o fisiográficos y es usualmente sinónimo de vegetación original.

El término climax-sitio es referido a la teoría climática en relación con la clasificación de suelos de pradera. Constituye la opción más lógica para satisfacer uno de los objetivos principales de una clasificación, cual es proveer herramientas útiles para determinar qué y cuánto es modificable; y es en la actualidad ampliamente usada por el USDA SOIL CONSERVATION SERVICE, y el USDI Bureau of Land Management y Bureau of Indian Affairs (Mecker y Merkel, 1984).

Para que una comunidad de plantas sea considerada climax de acuerdo a este concepto, no requiere madurez en el desarrollo del suelo o en el desarrollo geomorfológico, como en el caso de la teoría del monoclimax (Clements, 1916, 1936), del policlimax (Cowless, 1899, 1901; Moss, 1913; Tansley, 1939) o del climax policlimático (Tuxen, 1933; Tuxen y Diemont, 1937 y Ellenberg, 1959).

Dyksterhuis sostiene que se acepta el producto de la erosión originada por la acción antrópica en suelos intrazonales o azonales, como suelos o sitios potencialmente estables y considera a la relativamente estable comunidad de plantas en equilibrio con tales suelos como comunidades climax. La vegetación original como la usa Dyksterhuis se refiere a la población de plantas nativas y excluye las especies introducidas, sean naturalizadas o no.

En los casos donde una serie particular de suelo ha sido erosionado o ha ocurrido otro disturbio mayor, como en el caso que un suelo caracterizado por tener napa superficial la presente profunda, el habitat modificado afecta a la asociación de plantas climax del Sitio. También afecta a aquella serie de suelo particular o fase, debido a que no tiene ya las mismas características distintivas. De esta forma, una fase de aquella serie de suelo o una nueva serie de suelo, necesita desarrollarse en orden a reflejar estos cambios. Esto va a determinar un cambio en la asociación de las plantas climax de tal forma que el mismo climax-sitio que ocurrió antes del disturbio, no es capaz de expresarse en ese Sitio. Para ello, la mayor sucesión de plantas que es capaz de desarrollarse ahora en este suelo erosionado, es considerado como el climax del Sitio. Dyksterhuis (1958b) sostuvo que la vegetación climax para un sitio puede ser medido cuantitativamente para mostrar las diferencias entre sitios resultantes de diferentes suelos y climas.

La determinación de la vegetación climax del sitio puede ser difícil para algunas áreas. Shiflet (1973) da cinco métodos para utilizar en la determinación de la vegetación donde ésta está ausente:

1. Evaluar vegetación climax en suelos asociados sujetos a mínimos disturbios.
2. Comparar áreas que presentan varios grados de utilización con áreas similares que no tienen utilización.

3. Evaluar e interpretar la investigación relacionada con comunidades naturales de plantas y suelos.
4. Revisar literatura histórica y botánica reciente.
5. Extrapolar la información existente de vegetación a áreas de suelo, clima y microambiente similares.

Es necesario conocer la serie de suelo y las fases cuando es aplicable, para establecer una comunidad de plantas que se separa desde el climax en el climax-Sitio concreto. Si una comunidad de plantas está en un estado ecológico bajo, la única característica que tendrá en común con la comunidad del climax-Sitio es la serie de suelo y la fase.

Aunque una clasificación debe basarse en la vegetación climax, existe la necesidad de conocer la vegetación presente de un área. La información sobre la vegetación presente es requerida para establecer el estado ecológico y la tendencia de la vegetación necesaria para tomar decisiones de manejo. El climax-Sitio propuesto aparece como una opción lógica para las bases de una clasificación con propósitos de manejo (Mecker y Merkel, 1984).

Desde un comienzo, cuando se desarrolló y clasificó tanto la mecánica como los principios involucrados en la evaluación de praderas mediante el método que se denominó Condición, la determinación de la composición botánica en el momento en que se realiza la evaluación de la pradera y de la composición botánica climax correspondiente al sitio respectivo, han sido los fitómetros principales de la evaluación (Gastó, 1973).

Por tratarse de praderas naturales, las cuales se caracterizan por tener una composición botánica variada de organismos vegetales en la estrata herbácea pratense, las diversas especies han sido clasificadas en grupos. Numerosos autores han contribuido a tal clasificación, entre los que se pueden mencionar a Hanson *et al.* (1931), Smith (1940), Daubenmire (1940), Weaver y Clements (1941), Dyksterhuis (1949), Voight y Weaver (1951), Parker (1951) entre otros, y básicamente, a pesar de encontrarse una relativa variedad de denominaciones, cada uno de estos grupos corresponden en general, a conceptos similares.

Los objetivos de este trabajo indican que es conveniente clasifi-

car a los organismos vegetales pratenses en cuatro grupos: decrecientes, crecientes, invasores e indiferentes (Figura 7). Los tres primeros grupos corresponden aproximadamente a la definición de Weaver y Hansen (1941) y Dyksterhuis (1949) (Figura 8). En cuarto grupo, el que representa las plantas indiferentes, está basado en las ideas de Smith (1940).

De acuerdo a tales autores, las plantas decrecientes son todas aquellas típicas de la etapa sucesional del climax, pero que al ser utilizadas por herbívoros ajenos al climax, disminuyen su porcentaje en la composición botánica. Las plantas crecientes son también típicas del climax pero bajo condiciones de pastoreo y a medida que la Condición alcanza un cierto grado de deterioro, la situación se invierte y ellas comienzan también a decrecer. Las plantas invasoras no son típicas del climax, pero se encuentran presente en el área que ha sido alterada. Las plantas indiferentes son aquellas especies que son relativamente no afectadas por las etapas sucesionales o Condiciones.

Cada uno de los organismos vegetales o animales modifican la tasa de cambio de la población al ser sometidos a influencias de los factores ambientales de distintas magnitudes. Por ello, cada uno de los organismos reacciona independientemente, pero dentro de marcos generales que permite su clasificación en los tres o cuatro categorías indicadas en los trabajos revisados. El único mecanismo fitosociológico responsable del aumento o disminución de la densidad poblacional a medida que se producen progresiones sucesivas o retrogresivas es la tasa de natalidad, mortalidad y migración de cada población (Gastó, 1969 y Gastó y West, 1970).

Dos consideraciones debe tenerse en cuenta al utilizar la clasificación de los organismos vegetacionales para determinar la Condición. La primera de ellas es que de acuerdo a las ideas presentadas en este trabajo, cualquier organismo animal o vegetal puede utilizarse para determinar la condición. Por esta razón, en lugar de utilizar el término de planta, debe reemplazarse éste, por organismo.

La segunda consideración implica la existencia de un grupo de organismos no indicadores de cambios sucesionales dentro de los límites de las etapas sucesionales pratenses. Este grupo, por no demostrar buena correlación con la producción real de la pradera no deben ser utilizados como una medida de la Condición. Los otros tres grupos de organismos indi-

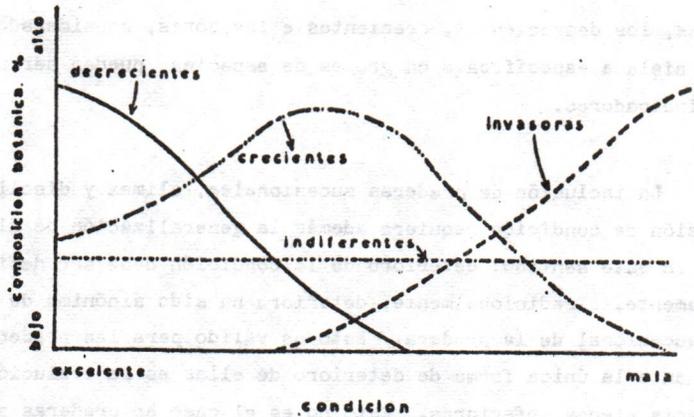


FIGURA 7. Porcentaje de composición botánica de los diversos grupos de organismos de acuerdo a la Condición de la pradera.

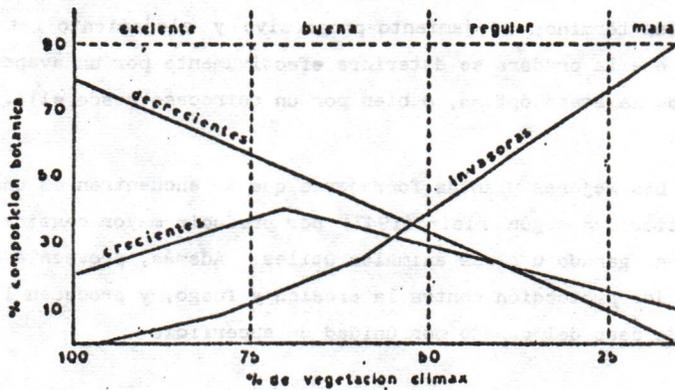


FIGURA 8. Porcentaje de composición botánica de los diversos grupos de organismos de acuerdo a la Condición de la pradera (según Dyksterhuis, 1949).

cadores, los decrecientes, crecientes e invasores, considerados tanto en forma aislada específica o en grupos de especies pueden ser utilizados como indicadores.

La inclusión de praderas sucesionales, climax y disclimax en la discusión de condición requiere además la generalización de algunos términos. En este sentido, deterioro de la condición debe ser definido más exactamente. Tradicionalmente, deterioro ha sido sinónimo de retrogresión sucesional de la pradera. Esto es válido para las praderas climax por cuanto la única forma de deterioro de ellas es la evolución sucesional hacia etapas inferiores. Esto no es el caso en praderas sucesionales o disclimax donde tanto las sucesiones progresivas o retrogresivas pueden ser la causa de la degradación pratense.

La denominación y clasificación de los grupos de organismos que se encuentran en las diversas etapas sucesionales de importancia pratense no debe hacerse sólo en relación al climax. El fitómetro de comparación debe ser la etapa sucesional de óptima producción pratense, sea ésta, climax, subclimax o cualquier otra etapa de mayor productividad. En lugar de usarse retrogresión como un sinónimo de deterioro de la pradera, debe usarse los términos alejamiento progresivo y alejamiento retrogresivo ya sea, que la pradera se deteriore efectivamente por un avance sucesional desde la etapa óptima, o bien por un retroceso desde ella.

Las mejores plantas forrajeras que se encuentran en una pradera se caracterizan según Blair (1947) por producir mayor cantidad de alimento para el ganado u otros animales útiles. Además, proveen a la pradera de la mejor protección contra la erosión y fuego, y producen la mayor ganancia de peso del ganado por unidad de superficie.

Toda la gama de categorías de plantas pueden estar representadas en una pradera, algunas de ellas pueden ser excelentes desde el punto de vista de protección del suelo y producción de forrajes y, otras, pueden ser muy malas. La persona encargada de manejar la pradera necesita conocer cuáles plantas proporcionan alimento de mejor calidad y cantidad para el ganado y vida silvestre útil, en qué lugar de la pradera ellas se encuentran y cuándo es su mejor época de utilización.

Las características más sobresalientes que en general deben tener

las plantas pratenses para pertenecer a cada grupo son, según Blair (1947), las siguientes:

Plantas pratenses deseables

Aceptables por el ganado.

Altamente nutritivas.

Libres de sustancias tóxicas agudas u otras características morfológicas poco deseables.

Altos rendimientos.

De más larga vida y con un período de utilización más prolongado.

Buenas protectoras y mejoradoras de suelo.

Abundantes en praderas utilizadas adecuadamente.

Disminuyen a medida que la condición se deteriora.

Plantas pratenses intermedias

Consumida por el ganado o vida silvestre útil con menor preferencia.

Sólo moderadamente buenas como mejoradoras de suelo y desarrolladoras de estructura.

Con aristas duras u otras características inconvenientes para el ganado o vida silvestre útil.

Con sistema radical superficial.

De vida más corta.

Anuales y deben provenir de semillas cada año, o bien, de menor longevidad cuando se trata de praderas de plantas anuales.

Peligro de fuego después de secas (en el caso de praderas de especies perennes).

Aumentan temporalmente a medida que la condición se deteriora y luego disminuyen.

Plantas pratenses menos deseables

No consumidas preferentemente por el ganado.

Pobres mejoradoras de suelo y desarrolladoras de su estructura.

Crecen densamente en suelos pobres.

Tóxicas o causan daño mecánico.

Proporcionan buen forraje sólo por un período muy corto.

Producen sólo pequeña cantidad de forraje.

Valor nutritivo bajo.

No se encuentran presentes en la pradera óptima, aumentan posteriormente y luego continúan aumentando con un mayor deterioro de la pradera.

Las especies que se encuentran en cada sitio y en las más variadas condiciones deben ser clasificadas considerando algunas de estas características en los grupos respectivos. Además, debe considerarse al cuarto grupo formado por aquellas especies no afectadas en su densidad y cubierta en praderas de variadas condiciones.

Algunas de las más importantes características relacionadas con una mayor persistencia de los diversos componentes de la pradera están vinculadas con características fisiológicas y anatomo-morfológicas de los individuos. Las características más sobresalientes han sido determinadas como directamente relacionadas con la persistencia de las especies, son de acuerdo a Neil y Curtis (1956) y otros autores, las siguientes:

Incremento del retardo en la elevación y elongación del meristema apical sobre la altura mínima de pacimiento.

Disminución de la tasa de crecimiento de los individuos.

Hábito rizomatoso.

Producción de tallos y macollas laterales sin la influencia del corte o pacimiento.

Retardo en la época de germinación y rebrote.

Disminución de la altura y hábito de crecimiento,

Proporción de tallos florales/vegetativos alta.

Ubicación de los lugares de almacenamiento de carbohidratos no estructurales bajo el suelo o altura de pacimiento.

Cualquiera que sean las categorías de organismos que se utilizan para calificar la condición no significa como resultados diferencias básicas en el método. La relación fundamental se logra determinar sólo después de conocer la relación que existe entre productividad potencial y producción real de la pradera con la composición botánica, densidad, abundancia, importancia relativa o cualquier otra característica de una o varias especies que presenta una alta correlación y regresión con la producción de la pradera.

Clasificación de la Condición

Diversos puntos de vista han sido utilizados para clasificar la condición de la pradera. La Condición de cualquier Sitio pratense está basada principalmente en dos grupos de factores: vegetales y edáficos. Diversos autores han establecido clases de Condición en un gradiente de deterioro y con diferentes indicadores o criterios de agrupamiento (Costello y Turner, 1944; Dyksterhuis, 1949; Humphrey, 1947; Ellison et al., 1951). En general, si la pradera está compuesta principalmente de plantas decrecientes y algunas crecientes, pero muy pocas o ninguna invasora, la condición debe calificarse como excelente. Condición buena, regular, mala y muy mala son los calificativos corrientemente usados para describir diferentes grados de deterioro de la condición de la pradera (Blair, 1947). La categoría en que se clasifica la pradera indica la relativa proporción en la composición botánica de plantas decrecientes, crecientes o invasoras y la cantidad de erosión y mantillo presente.

Las praderas de condición excelente, son aquellas que producen aproximadamente todo el forraje que el ecosistema es capaz de producir bajo el mejor manejo práctico.

Las praderas en condición buena tienen generalmente un porcentaje más alto de especies crecientes. Los organismos representativos de especies crecientes son generalmente menos vigorosos que aquellos encontrados en praderas en condición excelente. Praderas en condición buena son consideradas por los ganaderos como el óptimo que se puede obtener bajo el mejor manejo práctico. A medida que se deteriora, se observa que las mejores especies han sido reemplazadas por otras de inferior calidad y que, además, no tienen el vigor necesario para producir de acuerdo a su capacidad potencial. La pradera produce sólo tres cuartos de lo que el sitio es potencialmente capaz de producir.

Las praderas en condición regular producen solamente la mitad del rendimiento máximo posible, mientras que aquellas en condición mala producen solamente un cuarto del rendimiento máximo posible. Finalmente, las praderas en condición muy mala producen solamente tejido vegetal útil mediante el crecimiento de especies invasoras y sus rendimientos, son generalmente inferiores a un cuarto del máximo que se podría obtener bajo el mejor manejo práctico.

La erosión del suelo está íntimamente asociada con una condición mala y muy mala. Plantas en pedestal, pequeñas cárcavas, pavimento de erosión y movimiento de suelo, acumulación de ripio y arena, todo esto indica condición no satisfactoria de la pradera.

Las características del suelo son también indicadoras de la condición. Un suelo de buena estructura es blando y esponjoso, absorbe el agua y está asociado con una condición satisfactoria, mientras que un suelo duro y compacto está generalmente asociado con praderas en condición mala o muy mala.

El mantillo es aquella fracción de la materia orgánica vegetal presente en la pradera sobre la superficie del suelo y que está separada de las plantas vivas. Al juzgar la condición de la pradera es importante medir la cantidad y distribución del mantillo. Cuando se trata de praderas en condición buena el mantillo se encuentra uniformemente bien distribuido y proporciona protección a la totalidad de la superficie del suelo (Blair, 1947).

Las praderas en condición muy mala generalmente exhiben un modelo de características vegetales, edáficas y de erosión que le permiten al ganadero experimentado o al técnico determinar el grado de destrucción y la solución para recuperar el área o sector. Necesitan medidas especiales de manejo para su recuperación (Range Division, 1942).

Las áreas deterioradas necesitan especial cuidado y manejo para su recuperación el cual depende, primeramente, del control del movimiento del ganado y otros consumidores primarios y de la reducción de la intensidad de utilización. Sin embargo, a menudo es más fácil mejorar áreas en condición muy mala de gran tamaño que sectores aislados, pequeños que se encuentran dentro de unidades de pastoreo tales como senderos de ganado, dormideros y sectores en condición muy mala alrededor de aguadas, saladeros y comederos. Las áreas aisladas son de importancia no tanto por la superficie que presentan sino porque una vez la vegetación ha sido deteriorada en grado mayor, aumentan rápidamente de tamaño a expensas de áreas vecinas (Range División, 1942).

Los mismos autores han puntualizado las características generales del suelo, relaciones hídricas y de erosión de praderas en condición muy mala:

Falta de residuos vegetales consistentes en partes secas o muertas de plantas. La recuperación se observa solamente cuando la acumulación de residuos se hace evidente.

Falta de suficiente cantidad de suelo orgánico superior tal como el que normalmente prevendría la compresión y sellado del suelo contra una rápida infiltración del agua.

Deficiente en humus y nutrientes.

Extensas áreas de suelo desnudo, sin cubierta vegetal.

El suelo se remueve y vuela durante la estación seca si se le altera o pisotea.

Los suelos pesados exhiben la apariencia de ser duros, desecados y arenosos; los livianos son muy sueltos.

Excesivo escurrimiento superficial del agua de lluvia y de derretimiento de nieve, lo que generalmente le ocasiona un alto contenido de limo y arcilla.

Fluctuaciones extremas del caudal fluvial y de vertientes.

Lenta penetración de la humedad en el suelo y baja capacidad de retención hídrica.

Vertientes que corrientemente fluyen ininterrumpidamente durante la estación o todo el año se transforma en ocasionales durante cortos períodos de tiempo.

Erosión de la capa superior de suelo es severa.

Pequeñas piedras y ramas son visibles desde gran distancia.

Caminos y senderos se transforman rápidamente en cárcavas debido a la acción acelerada del viento y agua.

Excesiva penetración del hielo en el suelo.

La nieve invernal se vuela y se acumula fuera de áreas desnudas, así en esta forma reduce la humedad proveniente del derretimiento de la nieve y aumenta, por lo tanto, la deficiencia hídrica.

Determinación de la Condición de la pradera

La Condición puede determinarse luego de calcularse la comparación botánica del Sitio, tanto en su etapa óptima como la del momento. Las especies, luego se agrupan en tres categorías: decrecientes, crecientes e invasoras, de acuerdo a las características que presenten en cada sitio. La categoría a la cual corresponde la especie no es una característica propia de ella en sí, sino que indica el comportamiento de cada especie en cada sitio. La misma especie puede, por lo tanto, representar diferentes etapas sucesionales en diferentes sitios.

La primera etapa en la determinación de la condición debe consistir en clasificar el sitio donde se encuentra. Luego, se determina la composición botánica y, en seguida, se clasifica la condición de la pradera dentro del sitio en que se encuentra.

La composición botánica de la pradera climax que se encuentra en un sitio determinado debe ser conocida de antemano. Las especies climax y aquellas que se desarrollan en etapas de sucesivo deterioramiento de la pradera se utilizan para establecer los patrones de comparación para cada sitio y, finalmente, clasificar las especies en los tres grupos de acuerdo a su comportamiento en las sucesiones vegetales pratenses.

En el Cuadro 12 se incluye una lista de las especies que se encuentran en la región natural de laderas en el Estado de Montana y su clasificación de acuerdo al sitio. Algunas de las especies indicadas siempre son decrecientes en cualquiera de los sitios que se les encuentre, dentro de una misma región natural de laderas. Las especies decrecientes pueden ocupar cualquier porcentaje de cubierta de suelo y siempre se las incluye en su totalidad, por cuanto por definición en ninguna etapa sucesional pueden representar una cubierta mayor que en el climax. En esta forma, se tiene que cualquier porcentaje que de ellos exista en una pradera, debe ser considerado en su totalidad.

El grupo de plantas crecientes debe ser analizado en distinta forma. Este grupo está representado por organismos que aumentan temporalmente su porcentaje en la composición botánica a medida que la pradera se deteriora, es decir, que se produce un alejamiento retrogresivo. Luego su porcentaje, si continúa el deterioro de la pradera, también comienza a

CUADRO 12. Gufa para la determinación de la condición de la pradera en los diversos sitios de la zona de laderas de la parte central del Estado de Montana, EE.UU., con una precipitación de 250 a 300 mm (Soil Conservation Service, 1962).

Especies Decrecientes	Especies crecientes en cada sitio	Sitio*																				Especies invasoras (el total debe ser igual o menor que 2,5% en el climax)							
		TH	Sb	SS	In	SI	Ar	SV	Arn	Lim	Arc	ArnD	LimD	ArcD	RipS	LinS	NLimS	Mo	ArcD	AD	Ri		MS	SA	E	TM			
		----- Porcentaje máximo de peso seco producido anualmente en el climax -----																											
1.	Agropyron smithii	--	5	d	d	30	5	15	10	25	35	10	25	30	d	d	30	30	d	30	20	d	d	d	d	d	Bromus anuales		
2.	Spartina spp.	Festuca idahoensis	--	--	--	--	--	d	d	30	d	d	d	d	d	d	d	--	--	d	d	d	d	d	d	--	Vulpia spp.		
3.	Deschampsia caespitosa	Stipa comata	--	--	--	5	30	20	35	25	--	40	30	00	00	d	25	25	d	--	d	d	d	--	--	d	Poa pratensis		
4.	Calamagrostis spp.	Sporobulus cryptandrus	--	--	--	--	5	--	5	--	--	5	--	--	--	5	--	--	--	--	5	10	d	--	--	--			
5.	Festuca scabrella	Koeleria cristata	--	--	--	--	5	5	5	5	--	5	10	5	5	15	10	10	10	--	10	d	d	--	--	--	Todas las otras anuales y exóticas		
6.	Elymus canadensis	Calamagrostis montanensis	--	--	--	--	--	5	5	5	10	5	5	10	10	d	d	d	15	15	d	d	d	--	d	--	Hordeum jubatum		
7.	Bromus spp.	Muhlenbergia cuspidata	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10	15	5	5	15	--	--	--	--	10	10	15	--	d	d	Schenonnardus paniculatus		
8.	Poa ampla	Bouteloua gracilis	--	--	--	--	--	5	5	10	5	10	10	5	5	10	10	--	10	--	10	15	15	--	d	25	Aristida longiseta		
9.	Calamovilfa spp.	Poa secunda	--	--	--	--	--	--	--	5	5	--	5	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	--	10	10	Estoquillos invasores		
10.	Festuca sp.	Hordeum jubatum	--	--	--	10	--	--	--	--	--	--	--	5	5	5	5	--	5	--	--	--	--	d	d	--	Grindelia squarrosa		
11.	Sporobulus airoides	Junquillos y estoquillos crecientes	25	15	10	5	5	--	--	5	5	--	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	d	d	Conium maculatum
12.	Poa juncifolia	Muhlenbergia richardsoni	--	5	10	--	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
13.	Stipa viridula	Distycklis stricta	--	--	15	30	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	d	d	--	Taraxacum officinalis	
14.	Agropyron spicatum	Hierbas crecientes	10	10	--	--	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	--	--	5	10	15	--	15	5	Cirsium lanceolatum		
15.	Danthonia parryi	Eurotia lanata	--	--	--	--	--	--	--	10	5	--	d	d	d	--	--	--	d	d	d	d	d	d	d	d	d	Cirsium arvense	
16.	Agropyron trachycaulum	Artemisia tridentata	--	--	--	--	--	--	--	5	5	--	5	--	5	--	--	--	--	--	5	--	--	--	--	--	--	Euphorbia asula	
17.	Stipa sp.	Artemisia sp.	--	--	--	5	--	--	5	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5	--	--	--	--	--	--	5	Ceuntaurea repens	
18.	Trisetum spicatum	Sarcobatus vermiculatus	--	--	5	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10	10	--	Tetradymia spp.		
19.	Oryzopsis hymenoides	Coníferas	--	5	--	--	--	10	--	--	--	--	--	5	5	5	5	--	--	10	--	5	--	--	--	--	--		
20.	Andropogon scoparius	Otras plantas leñosas	10	15	--	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	--	--	5	5	5	--	5	5			
21.	Bouteloua curtipendula																												
22.	Poa canbyi																												
23.	Puccinellia spp.																												
24.	Carex sp.																												
25.	Hierbas decrecientes																												
26.	Leñosas decrecientes																												

* El símbolo "--" significa que la especie tiene menos de 2,5% de cubierta o que no está presente en la vegetación climax del sitio. El símbolo "d" significa que la especie es decreciente en ese sitio. Los sitios corresponden a los siguientes: TH: tierras húmedas; Sb: subirrigado; SS: subirrigado salina; In: inundadas; SI: salinas inundadas; Ar: arenas; SV: savanas; Arn: arenoso; Lim: limoso; Arc: arcilloso; ArnD: arenoso delgado; LimD: limoso delgado; ArcD: arcilloso delgado; ArcS: arcilloso superficial; RipS: ripio superficial; LinS: limoso superficial; NLimS: no limoso superficial; Mo: moteado; ArcD: arcilla densa; AD: afloramientos delgados; Ri: ripio; MS: muy superficial; SA: salinos altos; E: exquisitos; TM: tierras malas.

disminuir. Por esta razón sólo se acepta una determinada porción de ellos. El máximo aceptable para cada especie es aquél que existe en el climax. El Cuadro 11 indica también el porcentaje de ellos que debe aceptarse en cada sitio, para el ejemplo citado anteriormente. Cualquier porcentaje de plantas crecientes superior al encontrado en el climax debe ser descartado.

El tercer grupo de plantas está representado por las especies invasoras. Este grupo de especies no son típicas del climax y, por lo tanto, deben de ser descartadas en su totalidad. En el ejemplo que se ha estado citando, sin embargo, se acepta hasta un máximo de 2,5% de especies invasoras, pues en la etapa climax existe hasta ese porcentaje. Por consiguiente, el porcentaje combinado de todas las plantas invasoras se limita a un máximo de 2,5%, sin considerar presente de cada especie en particular.

Finalmente, se suma el porcentaje total de plantas decrecientes, más el porcentaje aceptable de especies crecientes e invasoras. El valor resultante de la adición de estos tres componentes es el que se utiliza para calcular si la condición está excelente, buena, regular, mala o muy mala.

Relaciones entre Productividad, Producción y Utilización

Al estudiar la condición de la pradera, no se debe olvidar que existen tres conceptos fundamentales que dicen relación con la producción real y potencial de la pradera y del sitio.

Productividad Potencial del Sitio. Este valor se determina mediante la utilización de exclusiones u otros elementos, los cuales permiten conocer la composición sinecológica óptima que es posible esperar en el sitio en relación a la producción pratense. Es sinónimo de potencial del sitio.

Productividad Potencial de la Pradera. Es la capacidad de producir forraje de una pradera determinada en un momento dado cuando está sometida a la mejor utilización posible. Se entiende por esto que la producción de la pradera es la máxima para la composición sinecológica real de un momento

to determinado. Este concepto incluye el no deterioro de la pradera o producción sostenida de ella y, por lo tanto, conservación de ella o tendencia estabilizada. Es sinónimo de potencial de la pradera.

El mantenimiento de la productividad de la pradera a un nivel cercano al de la productividad del sitio requiere una buena estructura edáfica. Para ello es necesario dejar remanentes sin utilizar sobre la superficie. Sin embargo, no existen pautas generales sobre que cantidad debe quedar, lo cual a menudo se expresa en porcentaje de la cosecha, en cm de altura o en kg de materia seca.

Wilson y McGuire (1961) por ejemplo, indicaron que el hecho de dejar un remanente no utilizado de 10 cm de altura, en lugar de la mitad, significa una considerable reducción en los rendimientos, lo cual puede deberse a una menor cantidad de energía luminosa utilizada por la planta, ya que los restos vegetales pueden causar condiciones excesivamente sciofilas sobre los componentes vegetales vivos.

Producción Real. La producción real puede ser diferente para un mismo sitio y composición sinecológica de la pradera al ser sometida a diferentes sistemas de utilización, aún cuando esto no signifique modificar la condición o producir una tendencia diferente a la estabilizada. Refleja directamente la utilización y manejo presente de la pradera. El Cuadro 13 es un ejemplo de la variabilidad en la producción real que se puede lograr para un sitio y pradera que tiene una sola productividad potencial. El mal manejo de la pradera ha inducido retrogresión de ella a tal punto de presentar características desfavorables y, por ende, baja producción.

La determinación de la condición es sólo una técnica para calcular la productividad potencial de la pradera en relación a la productividad potencial del sitio. No es de ninguna manera una forma de calcular forraje consumido de la pradera por cuanto no incluye ningún factor o medida que lo relacione con la utilización. Sin embargo, bajo condiciones normales de manejo, producción real y productividad potencial de la pradera son equivalentes y, por lo tanto, bajo estas condiciones es posible utilizar la condición como una manera de calcular la capacidad productora de la pradera en un momento determinado y suponer que ésta es similar a la producción bajo el sistema de utilización al cual será sometida.

CUADRO 13. Producción real de materia seca en kg/ha de una pradera en tres categorías diferentes de condición, en la región sur-oriental de Oregon, EE.UU. (Hyder, 1953).

Condición de la Pradera	Materia Seca kg/ha
Mala	88
Regular	195
Buena	322

Rendimiento. Es la fracción de la productividad neta susceptible de ser utilizada; es decir, se refiere sólo a los tejidos cosechables por la especie a la cual se le destina y sin que le ocasione daño fisiológico o de otros tipos los organismos o a la población productora.

Intensidad de Utilización. Es el porcentaje de productividad neta o de biomasa en pie removido o destruido por la especie o población que utiliza la biocenosis y que implica adecuación de la utilización, es decir, si se trata de pastoreo liviano, moderado o pesado. Sólo indica cantidad o proporción removida.

Condición en otros Usos y Estilos

Para aquellos Usos y Estilos diferentes al ganadero y de ecocultivo, el concepto de Condición no ha sido desarrollado formalmente. Cada Uso y su Estilo tiene un gradiente propio que comprende desde la Condición excelente hasta la Condición muy mala, de acuerdo a un estado óptimo previamente determinado y que corresponde al potencial. De esa forma el Uso urbano-industrial, por ejemplo, para un pastizal determinado de acuerdo a cierto Estilo con que se quiera desarrollar, va a tener un potencial de acuerdo a ello. El estado en que se encuentre en un momento dado va a corresponder a una clase de Condición de acuerdo a la escala o gradiente previamente establecida.

Si bien el esquema clasificatorio de pastizales está enfocado con una tendencia hacia el manejo de praderas, el vacío que presenta el siste-

ma propuesto en relación a esta categoría, corresponde a una de sus debilidades. Se sugiere para superarlo establecer clases de acuerdo a lo que resulte lo más adecuado a las características que presente la situación a clasificar.

CLAVE NUMERICA

Se establece una clave numérica que permita identificar las clases de pastizal que contiene el sistema de clasificación propuesto. La clave sistemática codificada debe facilitar la implementación computacional eventual de la clasificación, y así constituirse en una base de datos de ecosistemas de pastizal. Resulta recomendable para efectos nemotécnicos y operativos separar el código numérico en tres secciones. Una sección agrupa aquellas categorías y clases de ecosistemas, determinados principalmente por factores climáticos y cuyo nivel de generalización o escala de resolución corresponde al nivel mundial, continental o nacional, y están definidas por la categoría Reino, Dominio y Provincia. La segunda sección agrupa a las categorías de Distrito y Sitio, y corresponden a un nivel de generalización regional, local o predial. Las categorías Uso, Estilo y Condición corresponden a la tercera sección (Cuadro 14).

CUADRO 14. Secciones de la clave numérica propuesta para el sistema de clasificación de pastizales.

CATEGORIA	ESCALA		
	Nacional	Regional	Manejo
	1	2	3
	0 0 00	0 00	0 0 0
Reino		Distrito	Uso
Dominio		Sitio	Estilo
Provincia			Condición

La clave numérica considera espacios numéricos para cada categoría de pastizal. La cantidad de espacios numéricos puede ser uno o dos cuando el número de clases de la categoría es menor o mayor que nueve respectivamente. El número 0 se utiliza cuando no se ha determinado la clase de la categoría (Cuadro 14).

A cada clase, en cada categoría se le asigna un número entero en forma consecutiva. La categoría Reino tiene cinco clases, por lo que se le asigna un espacio numérico y a las clases se les asignan los números 1, 2, 3, 4, y 5.

Cada Reino de pastizal, de acuerdo al sistema de clasificación, presenta menos de diez clases de Dominios, por lo que se le asigna un espacio numérico a la categoría Dominio. De esta forma el sistema se separa en la clave numérica de acuerdo al Reino y clases de Dominio de diferentes Reinos pueden presentar la nueva numeración.

Si bien cada clase de Dominio puede ser numerado en forma distinta, resulta más adecuado no hacerlo debido a que las clases del Dominio son más de diez, con lo cual la categoría Dominio requerirá de dos espacios numéricos, y la clase se extendería más allá de lo conveniente. Lo mismo es válido para categorías inferiores, cuando así suceda. Los Reinos y Dominios tienen el siguiente código:

Código	Reino
1000 - 000 - 000	Pastizal de clima tropical lluvioso.
	Dominios
1100 - 000 - 000	Pastizal de clima tropical lluvioso de selva.
1200 - 000 - 000	Pastizal de clima tropical lluvioso de sabana.
	Reino
2000 - 000 - 000	Pastizal de clima seco.
	Dominios
2100 - 000 - 000	Pastizal de clima seco de estepa.
2200 - 000 - 000	Pastizal de clima seco de desierto.

- Reino**
- 3000 - 000 - 000 Pastizal de clima templado moderado.
- Dominios**
- 3100 - 000 - 000 Pastizal de clima templado moderado de invierno seco no riguroso.
- 3200 - 000 - 000 Pastizal de clima templado moderado de verano seco caluroso.
- 3300 - 000 - 000 Pastizal de clima templado moderado de temperie húmeda.

- Reino**
- 4000 - 000 - 000 Pastizal de clima boreal o nevado y de bosque.
- Dominios**
- 4100 - 000 - 000 Pastizal de clima boreal o nevado y de bosque de invierno húmedo frío.
- 4200 - 000 - 000 Pastizal de clima boreal o nevado y de bosque de invierno seco y frío.

- Reino**
- 5000 - 000 - 000 Pastizal de clima nevado o polar.
- Dominios**
- 5100 - 000 - 000 Pastizal de clima nevado o polar de tundra: sin árboles.
- 5200 - 000 - 000 Pastizal de clima nevado o polar de nieve perpetua: sin vegetación.
- 5300 - 000 - 000 Pastizal de clima nevado polar de alta montaña: de tundra o de nieves eternas.

La categoría Provincia que comprende las Variedades Específicas, Variedades Generales y Alternativas Generales del sistema de clasificación de Köppen, puede presentar más de diez opciones y menos de cien divisiones por Dominio, por lo que se le asignan dos espacios numéricos. La información existente, sin embargo, no es suficiente para numerar las posibles Provincias, por lo que es necesario que el usuario deba tomar una decisión al respecto, de acuerdo a lo que sea lo más conveniente.

El Distrito corresponde al primer espacio numérico de la sección

dos y de acuerdo a las clases de Dominio, se determina la siguiente numeración:

Código	Distrito
0000 - 100 - 000	Plano
0000 - 200 - 000	Cerro y meseta baja
0000 - 300 - 000	Meseta alta
0000 - 400 - 000	Montaña
0000 - 500 - 000	Montaña ampliamente espaciada
0000 - 600 - 000	Depresión

La categoría Sitio de pastizal ocupa los espacios numéricos siguientes. Su codificación definitiva se ve dificultada por el desconocimiento de la cantidad exacta de Sitios existentes y la ausencia de la denominación de cada uno de ellos. Se tienen las evidencias suficientes, sin embargo, como para sostener que en cada distrito el número de Sitio es mayor que diez y menor que cien. En forma análoga al caso de Provincia, se asignan dos espacios numéricos al Sitio y el usuario debe asignar un número a cada Sitio, una vez que lo haya identificado y denominado de acuerdo a sus dos propiedades más relevantes, como se estableció anteriormente.

La categoría Uso corresponde a la primera categoría considerada en la tercera sección del código. Se establece la siguiente clave:

Código	Uso
0000 - 000 - 100	Producción de cultivos
0000 - 000 - 200	Producción de pasto para ganado doméstico
0000 - 000 - 300	Producción de madera
0000 - 000 - 400	Manejo de cuenca hidrográfica para producción de agua
0000 - 000 - 500	Vida silvestre de pesca y caza
0000 - 000 - 600	Recreación al aire libre
0000 - 000 - 700	Urbano-industrial

El código correspondiente a la categoría Estilo corresponde al siguiente:

Código	Estilo
0000 - 000 - 010	Reserva de la biósfera
0000 - 000 - 020	Recolectores
0000 - 000 - 030	Ecocultivo
0000 - 000 - 040	Cultivos y ganado
0000 - 000 - 050	Intermitente
0000 - 000 - 060	Tecnoestructural
0000 - 000 - 070	Industrial

La categoría Condición presenta la siguiente codificación:

Código	Condición
0000 - 000 - 001	Excelente
0000 - 000 - 002	Bueno
0000 - 000 - 003	Regular
0000 - 000 - 004	Mala
0000 - 000 - 005	Muy mala

La clave sistemática establecida codifica las categorías del sistema de clasificación a excepción de las categorías Provincia y Sitio. Estas categorías que no están codificadas por ausencia de información existente o suficiente, deben ser codificadas por el usuario en la medida en que éste identifique, denomine y enumere las clases correspondientes. Para ilustrar la utilización del código, se puede tomar el siguiente ejemplo:

2100 - 100 - 252

Este código corresponde a:

Reino	Clima seco
Dominio	Clima de estepa
Provincia	No determinada
Distrito	Plano
Sitio	No determinado
Uso	Producción de pasto para ganado
Estilo	Intermitente
Condición	Buena

O bien se puede describir o denominar como: pastizal de clima seco estepario, en plano, destinado a producción de pasto para ganado con Estilo intermitente y en condición buena.

APLICABILIDAD EN CHILE

La información y literatura existente en Chile, determina la factibilidad de aplicar el sistema de clasificación propuesto. En relación a la determinación de las categorías del sistema de pastizales que corresponden a Reino, Dominio y Provincia, determinadas principalmente por variables climáticas de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, se dispone de numerosos trabajos que han determinado la clasificación climática de Chile.

Estos antecedentes y las cartas presentadas a diferentes escalas ya sea a nivel local, regional o nacional, constituyen elementos valiosos para una delimitación lo más exacta posible de las unidades de pastizal a una escala 1:1.500.000 como el que se propone. La información climática básica proveniente de las estaciones meteorológicas a lo largo del país, si bien no cubren todos los puntos que debieran ser registrados y en algunas estaciones meteorológicas no se tienen suficientes datos climáticos como para determinar con exactitud las variables que caracterizan un lugar determinado, resulta suficiente para contar con cierto grado de precisión.

La categoría Distrito, de acuerdo al sistema utilizado por Murphy, no es de uso común en el país. Sin embargo, sus clases, es decir sus unidades geomorfológicas, son bien definidas y no deben presentarse mayores dificultades de aplicabilidad en Chile. El Sitio debe determinarse fundamentalmente en terreno y corresponde al usuario tal labor, de acuerdo a las pautas establecidas en el sistema de clasificación propuesto. En Chile se ha utilizado escasamente tanto el concepto como la unidad Sitio, si bien en otros países es de amplia utilización.

El Uso de un pastizal corresponde a clases de aceptación y utilización generalizadas. La determinación de las clases de Uso no debe presentar entonces mayores dificultades para el usuario que tenga cierto ni-

vel de conocimientos en el área.

Las clases de Uso de un pastizal presenta distintas opciones de Estilo de utilización. La categoría Estilo que se presenta en este sistema de clasificación de pastizales, está definida con detalle, si bien no ha sido utilizada formalmente en el país, su consideración es importante desde el punto de vista de manejo y evaluación de la Condición de los pastizales.

El pastizal que presenta un Uso y Estilo determinado de utilización puede ser evaluado en su Condición de acuerdo a gradientes de Condición pertinentes a ese Uso y Estilo. La categoría Condición ha sido bien desarrollada para el caso de praderas con uso ganadero y Estilo, desarrollado fundamentalmente en Estados Unidos. En Chile su aplicabilidad es aún escasa en relación a la utilización que podría tener. Para pastizales con otros Usos y Estilos el sistema de clasificación no está suficientemente desarrollado y para tales casos el usuario puede establecer sus propias categorías.

En general el sistema tiene factibilidad en su aplicabilidad en la determinación de las diferentes categorías y clases tanto de acuerdo a la información existente como a los antecedentes propios del sistema. La determinación de las clases de un sistema de pastizal corresponde a una etapa primera y fundamental en la comprensión del recurso. Sin embargo, complementariamente resulta necesario caracterizar con más detalle propiedades de los pastizales que pueden ser importantes para una comprensión más acabada o para problemas más específicos que requieran ser estudiados o resueltos. La caracterización debe incluir además de las propiedades que determinan, las clases de pastizales, otros atributos que contribuyan al mayor conocimiento del pastizal en estudio, principalmente a escalas mayores, ya sea para trabajo de terreno o bibliográfico.

La información obtenida se puede trasladar a cartas, que en un sistema jerárquico de clasificación como el propuesto, puede ser a una escala cualquiera, ya sea a nivel nacional, regional o predial, etc. Para la categoría de Reino, Dominio y Provincia existen cartas de referencia que facilitan una cartografía relativamente precisa. Las categorías Distrito, Sitio e inferiores no presentan cartografía de referencia, que hayan considerado formalmente los criterios utilizados en tales categorías, si bien existe cartografía y referencias de estudios pertinentes, que resultan útiles como antecedentes básicos.

La utilidad y posible aplicación del código numérico resulta actualmente una necesidad dadas las facilidades que puede brindar el avance en computación tanto en el manejo de información como en el almacenamiento y recuperación de datos. La creación de una base de datos de pastizales para el país requiere de un sistema de clasificación que considere un código numérico para la incorporación y recuperación de la información existente y por obtenerse. La tendencia actual en el país es a la incorporación masiva de elementos de computación y en el área de recursos naturales su utilidad es de consideración.

LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, E. 1955. Geografía de Chile. Santiago.
- ALMEYDA, E. y F. SAEZ. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Producción Agraria y Pesquera. Santiago.
- ANDERSON, E.W. 1983. Rangelands. Agosto 1983. pp. 187-188.
- BAGNOULS, F. y H. GAUSSEN. 1953. Saison Sèche et Indice Xéro - thermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88: 193-239
- BAILEY, R.W. 1945. Determining trend of range watershed condition essential to success in management. Jour. Forestry, 43: 733-737.
- BAILEY, R.G. 1976. Ecoregions of the United States. USDA For. Serv. Interm. R. Ogden, Utah. Map scale 1:7.500.000.
- BAILEY, R.G. 1977. Ecoregions in the Intermountain Region. USDA For. Serv. Interm. R. Ogden, Utah. Map scale 1:750.000.
- BAILEY, R.; R. PFISTER y J. HENDERSON. 1978. Nature of Land and Resource classification. A review reprinted from the Journal of Forestry, Vol. 76, N° 10. Oct. 1978.
- BAYLEY, R. 1980. Integrated approaches to classifying land as ecosystems. En: Proceeding of the workshop on land evaluation for forestry. pp. 95-109. International Workshop of the IUFRO/ISSS. Wageningen, Holanda.
- BEARD, J.S. 1944. Climax Vegetation in Tropical America. Ecology, 25: 127-158.
- BEARD, J.S. 1946. Los climax de vegetación en la América Tropical. Rev. Fac. de Agronomía, Universidad de Antioquia, Colombia. 6: 225-293.
- BEARD, J.S. 1973. The Physiognomic Approach. En: Whittaker R. (ed): Ordination and classification of communities. Part V, Handbook of Vegetation Science. Dr. W. Junk bv. Pub., La Haya.

- BLAIR, R.F. 1947. Range condition. A clasification of the grass - sage-brush range in the Mayfield. Soil Conservation District. U.S. Dept. Agric. Soil Cons. Service. Mayfield Soil District. 13 p.
- BOCK, W.J. 1973. Philosophical foundations of classical evolutionary classification. Syst. Zool. 22: 375.
- BÖRGEL, R. 1965. Mapa geomorfológico de Chile. Descripción morfológica del territorio. Central de Publicaciones, Escuela de Periodismo, Instituto de Geografía, Universidad de Chile.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1928. Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Berlin, Springer Verlag.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1932. Plant sociology. The study of plant communities. Trad. por G.D. Fuller y H.S. Conard. Mc Graw-Hill, Nueva York.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1951. Pflanzensociologische Einheiten und ihre Klassifizierung. (French Summ). Vegetatio 3: 126-133.
- BROWN, D.; C. LOWE y C. PASE. 1977. The biotic community of the Southwest (Mapa escala 1:1.000.000). USDA, Forest Service. General Technical Report, R.M-41, 1 p. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colorado.
- BROWN, D. y C. LOWE. 1973. A proposed classification for natural and potential vegetation in the Southwest with particular reference to Arizona. Arizona Game and Fish Department. Federal Aid Project Report W-53, R-22 y WP-4 jl.
- BROWN, D. y C. LOWE. 1974. A digitized computer-compatible classification for natural and potential vegetation in the Southwest with particular reference to Arizona. Journal of Arizona Acad. of Science. 9(2): 1-11.
- BROWN, D.; C. LOWE y C. PASE. 1980. A digitized systematic classification for ecosystems with an illustrated summary of the natural vegetation of North America. General Technical Report RM 73. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Forest Service U.S.D.A.
- BRÜGGEN, S. 1950. Fundamentos de la geología de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile.

- BRUNDIN, L. 1969. Application of phylogenetic principles in systematics and evolutionary theory. Nobel Syrq. 4: 473.
- CAILLEAUX, A. y J. TRICART. 1956. Le problème de la classification des faits geomorfologiques. Ann. Geogr. Vol. 65: 162-186.
- CLEMENTS, F.E. 1916. Plant Succession. Carnegie Inst. Pub. 242, Washington.
- CLEMENTS, F.E. 1936. Nature and structure of the climax. J. Ecol. 24: 253-284.
- CLINE, M.G. 1949. Basic principles of soil classification. Soil Sci. 67: 381-392.
- CORLISS, J. 1974. ECOCLASS: A method for classifying ecosystems. En: Foreresters in Land-use Planning. 1973. Nat. Conv. Soc. Amer. For. 264-271. Washington, D.C.
- CORFO. 1950. Geografía Económica de Chile.
- COSTELLO, D.F. 1945. Reading the Range. Amer. Hereford Jour. 1(1).
- COSTELLO, D.F. 1956. Factors to consider in the evaluation of vegetation Condition. J. Range Manage. 9: 73-74.
- COSTELLO, D.F. y G.T. TURNER. 1944. Vegetation changes following exclusion of livestock from grazed ranges. Jour. Forestry. 39: 310-315.
- COSTELLO, D.F. y G.T. TURNER. 1944. Judging Condition and Utilization of Short Grass Ranges on the Central Great Plains. U.S.D.A. Farmer's Bulletin, 1949.
- COWLESS, H.C. 1899. The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. Bot. Gaz. 27: 95-116, 167-202, 281-308, 361-391.
- COWLESS, H.C. 1901. The physiographic Ecology of Chicago and Vicinity; a study of the origin, development and classification of Plant Societies. Bot. Gaz. 31: 73-108, 145-182.

- COX, B.C.; I.N. HEALY y P.D. MOORE. 1976. Biogeography, an ecological and evolutionary approach. 2ª Ed. Blackwell Science. Pub. Oxford y Londres, Inglaterra.
- CRISCI, J.V. y M.F. LOPEZ. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica. Serie de Biología. Monografía N° 26. OEA.
- CROWLEY, J. 1967. Biogeography. Cam. Geog., 11: 311-326.
- DANSERAU, P. 1951. Description and recording of vegetation upon a structural basis. Ecology. 32: 172-229.
- DANSERAU, P. 1952. The varieties of evolutionary opportunity. Rev. Canad. Biol. 11: 305-388.
- DANSERAU, P. 1957. Biogeography, an ecological perspective. Ronald Press. New York.
- DAUBENMIRE, R.F. 1940. Plant Succession due overgrazing in the Agropyron-bunchgrass prairie of Southeastern Washington. Ecology, 21: 55-64.
- DAUBENMIRE, R.F. 1984. Viewpoint: Ecological Site/Range Site/Habitat Type. Rangelands. Soc. for Range Management. Vol. 6, N° 6 - Diciembre.
- DAVIS, T.A.W. y P.W. RICHARDS. 1933. The vegetation of Maraballi Creek, British Guiana: An ecological study of a limited area of Tropical Rain Forest. I, J. Ecol. 21: 350-384.
- DAVIS, T.A.W. y P.W. RICHARDS. 1934. The vegetation of Maraballi Creek, Britain Guiana: An ecological study of a limited area of Tropical Rain Forest. II, J. Ecol. 22: 106-155.
- DAVID, L. y J.A. HENDERSON. 1976. ECOSYM: A classification and information system for management of wildland ecosystems; The conceptual framework. Utah State University, Logan.
- DE MARTONNE, E. 1925. Traité de Géographie. Tomo I, Capítulo VI "Types de Climats". pp. 220-231.

- DIAZ, C. 1958. Desarrollo de los estudios de suelos de Chile durante el decenio 1948-1958. Agricultura Técnica. Año XVII, N° 2 - Diciembre 1958.
- DIAZ, C. y CH. WRIGHT. 1965. Soils of the Arid Zones of Chile. FAO, Soils Bulletin N° 1, Roma.
- DI CASTRI, F. y E. HAJEK. 1964. Introducción a la Bioclimatología de Chile. Suplem. Bol. Prod. Anim.
- DI CASTRI, F. 1968. Esquisse écologique du Chili. En: Biologie D'Amérique Australe. Vol. IV: 7-52. C.R. Acad. Sci. Paris.
- DI CASTRI, F. 1975. Esbozo ecológico de Chile. Ministerio de Educación. Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigación Pedagógica.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1949. Condition and management of Range Land upon quantitative Ecology. J. Range Manage. 2: 104-115.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1958a. Ecological principles in range evaluation. Botanical Rev. 24: 253-272.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1958b. Range conservation based on Sites and Condition classes. J. of Soil and Water Conser. 13: 104-115.
- EDWARDS, A.W.F. y L.L. CAVALLI-SFORZA. 1965. A method for cluster analysis. Biometrics, 21: 362-375.
- ELTON, C.S. y R.S. MILLER. 1954. The ecological survey of animal communities, with a practical system of classifying Habitat by a structural characters. Jour. Ecol. 42: 460-496.
- ELLENBERG, H. 1959. Typen tropischer Urwälder in Peru. Schweiz. Z. Forstw. 110: 169-187.
- ELLENBERG, H. y D. MUELLER-DOMBOIS. 1966. A tentative physiognomic-ecological classification of the formation of Earth. Veroff Geobot. Inst. ETH Stif. Rübel N° 37: 21-55.

ELLISON, L. 1949. The ecological basis for judging condition and trend on Mountain Rangeland. Jour. Forestry 47: 787-795.

ELLISON, L. 1960. Influence of grazing on plant succession of rangelands. Bot. Review 26: 1-78.

ELLISON, L.; A.R. CROFT y R.W. BAILEY. 1951. Indicators of condition and trend on high range watersheds of the Intermountain Region. USDA Handbook 19.

EMBERGER, L. 1942. Une project d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. Soc. Hist. nat. Toulouse, Bull. 77: 97-124.

EMBERGER, L. 1955. Project d'une classification biogéographique des climats. Ann. Biol. 31 (5-6): 248-255.

ENGELN, V.O.D. 1942. Geomorphology. Mc Millan 655. Sixth Printing, 1957.

EXPEDICION A CHILE. 1975. Tipos de Clima.

FOREST SERVICE. 1965. In your service. The work of Uncle Sonn's forest rangers. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. AIB 136: 24 p.

FOSBERG, F.R. 1961. A classification of vegetation for general purposes. Trop. Ecol., 2: 1-28.

FUENZALIDA, H. 1950. En: Geografía Económica de Chile. Corfo. Santiago.

FUENZALIDA, H. 1965. En: Geografía Económica de Chile. Corfo. Santiago.

GAJARDO, R. 1983. Sistema básico para la clasificación de la vegetación nativa chilena. No publicado.

GASTO, J. 1973. Evaluación sinecológica de praderas. Centro de Información de Zonas Áridas. Esc. Sup. de Agricultura "Antonio Narro", Universidad Autónoma de Coahuila, México.

- GASTO, J. y J. GASTO. 1970. Uso de la tierra. El Campesino, Abril 1970. pp. 34-49.
- GASTO, J. 1969. Comparative autoecological studies of Eurotia lanata and Atriplex confertifolia. Utah State University. Disertación Ph. D. Logan, Utah. 278 p.
- GASTO, J. y N.E. WEST. 1970. Population dynamics studies of the causes of range condition and trend. Annual Meeting Amer. Soc. Range Management, Denver, Colorado. February 12, 1970.
- GASTO, J. 1979. Ecología. El hombre y transformación de la naturaleza. Universitaria, Santiago.
- GASTO, J.; R. ARMIJO y R. NAVA. 1984. Bases heurísticas del diseño predial. Pontificia Universidad Católica de Chile. Sistemas en Agricultura 84-07. Santiago.
- GASTO, J. y S. GALLARDO. 1985. Ecosistema terrestre. En: F. Soler (editor). "Medio Ambiente en Chile". Santiago.
- GAUSSEN, H. 1955. Expression des milieux par des formules écologiques. Leur représentation cartographique. Ann. Biol., 31(5-6): 257-269.
- GIACOBBE, A. 1958. Ricerche Ecologiche sull'Aridità Nei Paesi del Mediterraneo Occidentale. Webbia 14(1): 1-79.
- GILMOUR, J.S.L. 1951. The development of Taxonomic theory since 1851. Nature, 168: 400-402.
- GOODALL, D.W. 1953. Objective methods for the classification of vegetation. I, The use of positive interspecific correlation. Aust. J. Bot. 1: 39-63.
- GORSKI, D.P. y P.V. TAVANTS. 1960. Lógica. Edit. Grijaldo, S.A. México.
- HAMMOND, E.H. 1964. Class of land-surfaces form in the fortyeight States, U.S.A. Annals Assoc. Amer. Geog. v. 54. Maps Supp. N° 4, scale 1:5.000.000

- HANSON, H.C.; D. LOVE y M.S. MORRIS. 1931. Effect of different systems of grazing by cattle upon a western wheatgrass type of range. Colorado Agr. Exp. sta. Bull. 377. 82 p.
- HARBAUGH, W.J. 1979. Geological Science. Enciclopedia Británica. Vol. 7: 1053-1065.
- HENNIG, W. 1968. Elementos de una sistemática filogenética. Eudeba, Buenos Aires.
- HILLS, G.A. 1960. Regional Site research. Forestry chron. 36: 401-423.
- HILLS, G.A. 1960. Comparison of forest ecosystems (vegetation and soil) in different Climatic zones. Silva Fennica, 105: 33-39.
- HOLDRIDGE, L. 1979. Life Zone Ecology. Rev. Ed. Tropical Science Center, San José - Costa Rica.
- HONORATO, R. 1976. Clasificación de suelos. Introducción a la "Taxonomía de Suelos" (Clasificación U.S.A.), Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía, Depto. de Suelos. Programa de Post-Grado de Suelos.
- HULL, D.L. 1970. Contemporary Systematic Philosophies. Annual Rev. Ecol. Syst. 1: 19-25.
- HUMPHREY, R.R. 1945. Some fundamentals of the classification of Range Condition. Jour. Forestry, 43: 646-647.
- HUMPHREY, R.R. 1947. Range forage evaluation by the Range Condition Method. Jour. Forestry, 45: 10-16.
- HUMPHREY, R.R. 1949. Field comments on the Range Condition Method of forage survey. J. range Manage. 2: 1-10.
- HYDER, D.N. 1953. Grazing capacity as related to Range Condition. Jour. Forestry, 51: 206.
- I.G.M. 1955. Mapa Físico de Chile. Escala 1:1.000.000.
- I.G.M. 1983. Geografía de Chile. Santiago.

- JANVIER, P.; P. TASSY y H. THOMAS. 1980. Le Cladisme. La Recherche 117: 1396.
- KLEINER, E.F. 1983. Successional Trends in an ungrazed, arid grasslands over a decade. J. Range Manage. 36(1): 114-118.
- KNOX, E. 1965. Soils individual and soil classification. Soil Sci. Amer. Prod. 29(1): 79-84.
- KÖPPEN, W. 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geogr. Zeitschr. 6: 593-611.
- KÖPPEN, W. 1923. Die Klimate der Erde, Grundriss der Klimakunde. Berlin, Leipzig. de Gruyter.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica - México. Primera Ed. en Español.
- KÖRNER, S. 1979. Classification Theory. Enciclopedia Británica. Vol. 4: 691-694.
- KRAJINA, V.J. 1965. Biogeoclimatic Zones and Classification of British Columbia. En: Ecology of Western North America, V. J. Krajina ed. pp. 1-17. Vancouver-Univ. Brit. Columbia.
- KÜCHLER, A.W. 1947. A geographic system of vegetation. Geogr. Rev. 37: 233-240.
- KÜCHLER, A.W. 1948. A new vegetation map of Manchuria. Ecology 29: 513-516.
- KÜCHLER, A.W. 1950. Die physiognomische Kartierung der Vegetation. Pe termanns Geogr. Mitt. 94: 1-6.
- KÜCHLER, A.W. 1964. Potential Natural Vegetation of the conterminous United States. (Map and Manual). Am. Geogr. Soc. Spec. Publ. 36. 116 p.
- KÜCHLER, A.W. 1967. Vegetation mapping. Ronald Press. New York.

- LACATE, D.S. 1969. Guidelines for bio-physical landclassification for classification of forest land and associated wildlands. Car. For. Serv. Publ. 1264, Ottawa.
- LAMB, H.H. 1978. Climate. Present, past and future. Vol. 1, Fundamental and climate now. Methuen and Co. Ltd. 11 New Fetter Lane, London EC 4. 1^o ed. 1972.
- LAMB, H.H. 1979. Climate. Enciclopedia Británica. Vol. 4: 714-728.
- LAYSER, E.F. 1974. Vegetation classification: Its application to Forestry in the Northern Rocky Mountains. Journal of Forestry 72: 354-357.
- LÖBECK, A.K. 1939. Geomorphology. An introduction to the study of landscapes. Mc Graw-Hill Co. Inc. New York & London. Primera ed.
- LOWE, Ch. 1961. Biotic communities in the Sub Magollon Region of Inland Southwest. Journal of the Arizona Academy of Science, 2: 40-49.
- Mc ARDLE, E.R. 1960. Concepto de uso múltiple de bosques y tierras forestales. Su Valor y Limitaciones. Fifth World Forestry Congress Proceeding. pp. 149-152.
- MANN, G. 1964. Regiones biogeográficas de Chile. Revta. Geográfica de Chile, Santiago.
- MARGALEF, R. 1977. Ecología. Ed. Omega S.A. Barcelona, España.
- MATEUCCI, S. y A. COLMA. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía OEA.
- MAYR, E. 1969. Principles of systematic Zoology. Mc Graw-Hill, New York.
- MECKER, O.D. Jr. y D.L. MERKEL. 1984. Climax Theories and a recommendation for vegetation classification - A view point. J. of Range Management. 37(5): 427-430.
- MICKENBERG, N. 1970. Los suelos de Chile. Ensayo de clasificación. In forme mimeografiado. Proyecto UNSF. 113 CHI/LA/FAO.

- MONTALDO, P.c.** 1970. Zonas agrícolas de Chile. Mimeografiado.
- MOSS, C.E.** 1913. Vegetation of the Peak District. Cambridge University Press. Mass.
- MURPHY, R.E.** 1967. A spatial classification of landforms based on both genetic and empirical factors: a revision. *Ann. Assoc. Am. Geog.*, v. 57: 185-186.
- MURPHY, R.E.** 1968. Landforms of the world. *Map Supp. N° 9. Ann. Assoc. Am. Geog.*, v. 58.
- NAVA, R.; R. ARMIJO y J. GASTO.** 1979. Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre.
- NEILAND, B.M. y J.T. CURTIS.** 1956. Differential responses to clipping of six prairie grasses in Wisconsin. *Ecology*, 37: 355-365.
- ORLOCI, L.** 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *Journal Ecol.* 55: 193-205.
- PAPADAKIS, J.** 1979. Soils. *Enciclopedia Británica*. vol. 16: 1018-1028.
- PATTEN, B.C.** 1971. A primer for ecological modeling and simulation with analog and digital computers. Ed. Patten, B.C. *System Analysis and Simulation*.
- PARKER, K.W.** 1951. A method for measuring trend and range condition on national forest ranges. U.S.D.A. Forest Service, Washington D.C. 26 p.
- PFISTER, R.D.** 1977. Ecological classification of forest land in Idaho and Montana. Reprinted from: 1977. *Proc. Ecological classification of forest land in Canada and Northwestern U.S.A.*, Univ. of British Columbia, Vancouver.
- PFISTER, R.D.; B.L. KOVALCHIK, S.F. ARNO y R.C. PRESBY.** 1977. Forest Habitat types of Montana. U.S.D.A. Forest Service, Interm. Forest and Range Experiment Station. Ogden, Utah.

- PISANO, E. 1950. Mapa de formaciones vegetales. En: Fuenzalida, V.H.: Biogeografía. Geografía Económica de Chile. CORFO, Santiago.
- PITTY, A.F. 1971. Introduction to Geomorphology. Methuen y Co. Ltd.
- POORE, M.E.D. 1962. The method of successive approximation in descriptive Ecology.
- QUINTANILLA, V. 1981. Carta de las formaciones en Chile. Contribuciones Científicas y Tecnológicas N° 47. Area Geociencias. Edit. Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Santiago de Chile - Area Geociencias I.
- RANGE TERM GLOSSARY COMMITTEE. 1964. A glossary of term used in Range Management. Donald L. Huss. Chairman.
- RANGE DIVISION. 1942. Some examples of depleted rangeland in the Pacific Northwest. U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service, Portland, Oregon. 8 p.
- RAUNKIAER, C. 1905. Types biologiques pour la Géographie Botanique. K. Danske Vidensk, Selsk. Uvers. Over Forhandl. 1905: 347-438.
- RAUNKIAER, C. 1910. Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. Bot. Centralbt. Beih., Abt. 2, 27: 171-206 d.
- RAUNKIAER, C. 1934. The Life Forms of plants and statistical Plant Geography; being the collected papers of C. Raunkiaer and translated into English by H. Gilbert Carter, A.G. Tansley and Miss Fawboll. Oxford, Clavender.
- RAUNKIAER, C. 1937. Plant Life Forms. Oxford, Clavender.
- RAY, G.C. 1975. A preliminary classification of coastal and marine environments. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Occasional Paper, 14-26 p.
- RICHARDS, P.W.; A.G. TANSLEY y S. WATT. 1939. The recording of structure, life-forms and flora of Tropical Forest Communities as a basis for their classification. Jour. Ecol. 28: 224-239.

- ROBERTS, R.C. 1959. Report of the Government of Chile on Soil Survey, Soil Classification.
- RODRIGUEZ, M. 1959-1960. Regiones Naturales de Chile y su Capacidad de Uso. Agricultura Técnica-Chile, 19-20: 307-399.
- ROGERS, M. 1953. Zonas Forrajeras y adaptación de las especies forrajeras en el país. Simiente XXIII (1-4).
- SAMPSON, A.W. 1917. Succession as a factor in relation to Range Management. Jour. Forestry 15: 593-596.
- SAMPSON, A.W. 1919. Plant Succession in relation to Range Management. U.S.D.A. Bull. 791.
- SCHIMPER, A.F.W. y F. von FABER. 1935. Pflanzengeographie auf Physiologischer Grundlage. Fischer Verlag, Jena. 3ª ed. vol. I y II.
- SCHLEE, D. 1969. Hennig's Principles of Phylogenetic Systematics, an "intuitive" statistico-phenetic Taxonomy. Syst. Zool. 18, 127.
- SCHMITHÜSEN, J. 1956. Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. En: Forschung in Chile. Bonner Geogr. Ab. 17 (1-89). Bonn.
- SHIFLET, T.H. 1973. Range Sites and soil in the United States. pp. 26-33. En: Society for Range Management. Publ., Arid Shrublands.
- SHIMWELL, D.W. 1971. The description and classification of vegetation. Sigdwick and Jackson, Londres.
- SIMPSON, G.G. 1961. Principles of Animal Taxonomy. Columbia University Press. Nueva York, N.Y.
- SMART, P.F.M. 1978. Sampling for vegetation survey. A flexible systematic model for sample location. J. Biogeograf. 5: 43-56.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1962. Technicians guide to range site, condition class and recommended stocking rates in soil conservation districts of the Foothill Area of Central Montana's 10-14. Precipitation Belt. U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service, Lincoln Nebraska. 2 p.

- SOIL SURVEY STAFF. 1951. Soil Survey Manual. Handbook 18, Washington D.C.
- SOIL SURVEY STAFF. 1960. Soil classification, a comprehensive system. 7^a Approximation.
- SOIL SURVEY STAFF. Suplementos de la 7^a Approximation: Revisión 1964; revisión 1967. Histosols. Sept. 1968.
- SOIL SURVEY STAFF. 1970. Soil Taxonomy. Selected Papers. U.S. D.A. Printing Office, Washington, D.C.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Agric. Handbook 436. U.S.D.A. Soil Conservation. Washington D.C.
- SOKAL, R.R. 1974. Classification: purposes, principles, progress, prospects. Science 185: 1115-1123.
- SOKAL, R.R. y C.D. MICHENER. 1958. A statical method for evaluating systematic relationships. Univ. Kansas. Scie. Bulletin 38: 1409-1438.
- TAINTON, N.M. 1981. Veld and pasture management in South-Africa. Shuter y Shooter (Ed.). pp. 46-56.
- TANSLEY, A.G. y T.F. CHIPP (eds.). 1926. Aims and method in the study of vegetation. Brit. Emp. Vegetation Committee and Crown Agents for Colonies. Londres.
- TANSLEY, A.G. 1939. The British Islands and their vegetation. Cambridge Univ. Press.
- THORNTHWAITE, C.W. 1931. The climates of North America according to a new classification. Geog. Rev. 21: 633-655.
- THORNTHWAITE, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climates. Geogr. Rev. 38: 55-94.
- TREWARTHA, G.T. 1943. An introduction to weather and climate. Mc Graw-Hill, New York.

- TRICART, J. 1965. Principies et méthodes de la Geomorphologie. Musson, Paris.
- TUTTLE, D.S. 1975. Land-forms and landscapes. W.M. Brown Company. Publisher. Dubuque, Iowa.
- TUXEN, R. 1933. Klimaxprobleme des nordwest-europäischen Festlandes. Nederl. Kriud-kund. Arch. 43: 293-309.
- TUXEN, R. y H. DIEMONT. 1937. Klimaxgruppe and Klimaxschwarm. Jahresber. Naturhist. Ges. Hannover 88/89: 73-87.
- UNESCO. 1973. Clasificación internacional y cartografía de la vegetación. Ecology and Conservation N° 6. UNESCO, Paris.
- USDA FOREST SERVICE. 1973. ECOCLASS: A method for classifying ecosystems. USDA For. Serv.
- VIERS, G. 1975. Climatología. 1ª Ed. en Español. Oikos - Tau S.A. Edic., Barcelona.
- VOIGHT, J.N. y J.E. WEAVER. 1951. Range condition classes of native southwestern pastures; an ecological analysis. Ecol. Monogr. 21: 30-60.
- WALTER, H. 1973. Vegetation of the Earth in relation to climate and the ecophysiological conditions. English University Press Limited. London, Inglaterra.
- WALLACE, A.R. 1876. The geographical distribution of animals, with a study of the relations of living and extinct forms for elucidating the past changes of the earth's surface. Mc Millan & Co., Londres, Inglaterra.
- WEAVER, J.E. y F.E. CLEMENTS. 1938. Plant Ecology. Mc Graw-Hill Co., New York.
- WEAVER, J.E. y W.W. HANSEN. 1941. Native midwestern pastures; their origin, composition and degeneration. Nebraska Cons. Bull. 22. 93 p.

- WERTZ, W. y J.A. ARNOLD. 1973. Land Systems Inventory. USDA, For. Serv. Intern. Reg., Ogden, Utah.
- WHITTAKER, R.H. 1962. Classification of natural communities. The Bot. Rev. 28: 1-239.
- WHITTAKER, R.H. 1975. Communities and ecosystems. Mc Millan, N. York. 2ª ed.
- WHITTAKER, R. 1978. Approaches to classifying vegetation. En: Whittaker, R.H. (ed.). Classification of plant communities. Dr. W. Junk bv. Pub. La Haya. pp. 1-31 (1978).
- WILEY, E.O. 1981. Phylogenetics. The theory and practice of phylogenetic systematic's. Wiley, New York.
- WILSON, D.B. y W.S. Mc GUIRE. 1961. Effects of clipping and nitrogen on competition between three pasture species. Canad. J. Plant. Sci. 41: 631-642.
- WILSON, D.B. y G.J. TUPPER. 1982. Concepts and factors applicable to the measurement of range condition. J. Range Manage. 35: 684-689.
- WILLIAMS, W.T. y J.M. LAMBERT. 1959. Multivariate methods in Plant Ecology. I. Association Analysis in plant communities. J. Ecol. 47: 83-101.
- WILLIAMS, W.T. 1960. Multivariate methods in Plant Ecology II. The Use of an electronic digital computer for association analysis. J. Ecol. 48: 689-710.
- WILLIAMS, W.T. y M.B. DALE. 1965. Fundamental problems in Numerical Taxonomy. Adv. Bot. Res. 2: 35-68.
- WRIGHT, Ch.A. 1965. Report to the Government of Chile on the Volcanic Soils of Chile. FAO Report N° 2017. Roma.

Wm. H. ...
...