



SISTEMAS EN AGRICULTURA

TEORIA
AVANCES

SITIO EN EL SISTEMA DE CLASIFICACION
DE PASTIZALES

DANIEL PANARIO
EDUARDO MORATO
SERGIO GALLARDO
JUAN GASTO

SITEMAS EN AGRICUTURA

IISA 88 18

SITIO EN EL SISTEMA DE CLASIFICACION
DE PASTIZALES

DANIEL PANARIO, ING. AGRONOMO
Facultad de Humanidades
Universidad de la República y Dirección de Suelos
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca,
Montevideo, Uruguay.

EDUARDO MORATO, ING. AGRONOMO, M.S.
Dirección de Suelos,
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Montevideo, Uruguay.

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

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

INFORME DE INVESTIGACION
SISTEMAS EN AGRICULTURA

EDITOR JEFE

Marilyn Gasman B. Ing. Agrónomo.
Departamento de Zootecnia, Fac. Agronomía
Pontificia Universidad Católica de Chile

DIRECCION

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 6177, Santiago

IMPRESION

Central de Apuntes
Ingeniería UC.

IISA 88 18

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 de los proyectos CONICYT-FONDECYT N°1409-86 y N°0289-88.

La interpretación gráfica de los Sitios fue realizada por Ofelia Gutiérrez, de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad de la República de Montevideo Uruguay, a quien se le agradece su colaboración.

PREFACIO

El Sitio corresponde al quinto nivel jerárquico del Sistema de Clasificación de Pastizales propuesto por Gallardo y Gastó (1987). Es la unidad que permite caracterizar los tipos de pastizales que se presentan en un predio o en un campo de terminado. Es la unidad de manejo y utilización del pastizal.

La unidad jerárquica superior al Sitio es el Distrito, el cual presenta como variable determinante a la geoforma. Por tratarse de la unidad que se describe y caracteriza en las escalas mayores, se requiere un grado de detalle consistente con el fenómeno, que en este caso es un área dada de territorio pascícola que se maneja con algún fin dado.

El Sitio está estrechamente vinculado con el suelo, pero no es el suelo. Algunos de los elementos utilizados en la caracterización taxonómica de los suelos, tal como material de origen y características de los horizontes pueden ser de escaso significado como condicionantes de la clase.

El concepto de Sitio, sin embargo, contiene además otros atributos ecosistémicos inherentes, relacionados con un potencial productivo, lo cual se expresa cuantitativamente y cualitativamente. Entre estos atributos es factible indicar la profundidad a la cual pueden penetrar las raíces en un clima dado, el grado hidromórfico, la pendiente, la exposición al sol y al viento, la fertilidad y la pedregosidad. El Sitio por lo tanto no es el suelo, aunque este tenga incidencia en sus atributos.

En una misma serie de suelos pueden presentarse, por lo tanto, varios sitios diferentes. O bien, a la inversa, distintas series de suelo que se presentan en una misma Provincia y Distrito pueden pertenecer al mismo Sitio, si presentan similares características para producir similar cantidad y calidad de vegetación.

Dado el fuerte fundamento edáfico del concepto de Sitio se solicitó al Profesor Daniel Panario, Ingeniero Agrónomo de

la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad de la República y especialista de la Dirección de Suelos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay, y al Ing. Agrónomo M.Sc. Eduardo Morató de la Dirección de Suelos, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay, su colaboración en el desarrollo de la conceptualización del Sitio y en el estudio de su aplicabilidad al sistema de pastizales.

El presente estudio, unido a otros dos en los cuales también ha colaborado, ha permitido desarrollar en rigor y sistemática el concepto de Sitio, e integrarlo con el de Distrito y Provincia. Las dificultades emergentes de las distancias a los puntos de trabajo de los autores hizo la tarea más difícil, especialmente en lo referente a la preparación del manuscrito. Fue necesario en un número limitado de sesiones con juntas de los autores, hacer un análisis detallado, discutir conceptos y pulir el lenguaje y presentación.

El trabajo que se presenta es, por lo tanto, el punto de partida de un cuidadoso estudio, que viene a concluir en un planteamiento formal sobre la materia. La participación del profesor Panario y de Eduardo Morató ha sido fundamental para llevar a cabo esta tarea.

Juan Gastó
Sergio Gallardo

Santiago, diciembre de 1987

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
CLASIFICACION DE PASTIZALES Y SITIO	1
CONCEPTO DE SITIO	5
Orfgen y evolución	5
Definición	6
Sitio y serie de suelo	12
CARACTERIZACION	15
Bases	15
Elementos	20
CLASIFICACION DE SITIOS	25
Primera variable	25
Segunda variable	26
Variable complementaria opcional	31
Nomenclatura y código	36
RELACION DISTRITO SITIO	37
Depresional	40
Plano	42
Ondulado	45
Cerrano	45
Montano	47
CUENCA	47
Antecedentes	47
Distribución de Sitios	52
BIBLIOGRAFIA	55

INTRODUCCION

Cuando se clasifica un paisaje o pastizal se realiza una subdivisión del complejo de la geosfera en unidades. Esta clasificación se puede realizar a diversos niveles jerárquicos. Neef (1967) citado por Zonneveld (1972), distingue tres dimensiones de trabajo: una dimensión topológica, una dimensión corológica y una dimensión geosférica. De acuerdo con este autor, los métodos utilizados para clasificar el paisaje difieren de acuerdo al nivel o dimensión en que se esté trabajando. En la dimensión geosférica la clasificación comienza desde lo general, la superficie global de la tierra y desciende hacia los detalles. La clasificación en las otras dos dimensiones comienza con las unidades homogéneas más pequeñas y construye con estas unidades, estructuras sistemáticas más generales.

La unidad de tierra-paisaje es un complejo homogéneo del ecosistema y se comporta a su vez como una unidad integrada que podrá o no coincidir con el concepto fisiográfico de suelo. La definición de la unidad o clase que en la clasificación de pastizales (Gallardo y Gastó, 1987) se denomina Sitio, es el objetivo del presente trabajo.

CLASIFICACION DE PASTIZALES Y SITIO

El sistema de clasificación de pastizales es una clasificación integrada de ecosistemas, de carácter jerárquico, cuyas divisiones son exhaustivas y mutuamente excluyentes. De acuerdo a la proposición realizada por Gallardo y Gastó (1987), la clasificación de pastizales esta formada por las siguientes categorías: Reino, Dominio, Provincia, Distrito, Sitio, Uso, Estilo y Condición.

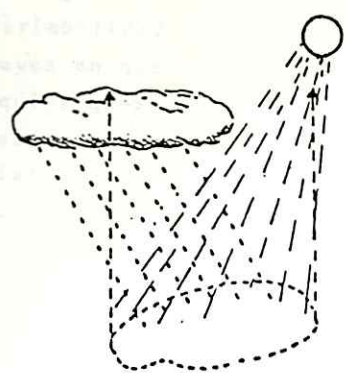
La presente contribución trata la quinta categoría, el Sitio, unidad definible en condiciones naturales no perturbadas por un biotopo y un edafotopo. El criterio general de la clasificación que se propone, es el de utilizar como diagnóstico el elemento más permanente que en este caso es el edafotopo, es sobre éste que se basa la tarea en cuestión.

Según Zonneveld (1972) las clasificaciones de sistemas geográficos integrados parten de la definición de las unidades de paisaje, las cuales pasan a ser agrupadas en unidades de rango jerárquico superior. Es por esta razón que la correcta definición de esta unidad es la clave del éxito de todo sistema de clasificación utilitario de unidades territoriales o geosistemas.

Por otra parte, la unidad de paisaje que en la presente clasificación se denomina Sitio, es la porción del territorio con potencialidades y riesgos homogéneos y por tanto debe ser concebida a una escala de resolución usualmente del orden de 1:1.000 a 1:25.000, según las características del terreno y la finalidad para la cual se la utilice. Dado que la misma está pensada para atender a la resolución de problemas prediales, en realidad debe ser cartografiable y resolutive, incluso a escalas mayores que las señaladas.

Para atender a estos fines debe por tanto presentar una uniformidad de respuesta a estímulos tal que permita extrapolar e interpolar toda la investigación fundamentalmente agronómica y ecológica existente. Desde este punto de vista, el mayor interés se centra a partir del tercer orden de jerarquía. En efecto, dado que la Provincia, unidad que agrupa Distritos, compuestos por padrones de Sitios, está definida climáticamente, existirá necesariamente un parentesco debido a una génesis común entre Sitios de distintas provincias. Este parentesco será aún mayor en aquellos Sitios que por analogía podrían ser denominados azonales como los de depresiones. En estos casos podría establecerse un gradiente de parentesco, así los más emparentados serían los Sitios azonales, luego seguirían aquellos Sitios zonales pero en sustratos alotígenos dentro de un mismo proceso morfogenético como el caso de las terrazas aluviales y finalmente aquellos Sitios formados por suelos desarrollados sobre sustratos rocosos autógenos cuya evolución desde el sistema de intemperismo en adelante va a estar más condicionado al clima. De esta forma y conocido el gradiente climático entre distintas provincias, podría establecerse factores de corrección para la extrapolación o interpolación de datos experimentales (Figura 1).

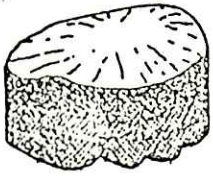
LE ANTES...
 Asociación del...
 estructuras genera...
 propia y...
 más breves...
 con...
 Ello...
 territorio...
 en que...
 más...



CLIMATOPO



BIOTOPO



EDAFOTOPO



LITOSFERA

SITIO

Figura 1. Componentes relacionados con el Sitio, que caracterizan a diversas jerarquías del sistema de clasificación de pastizales.

La enorme diversidad de estructuras que la evolución estocástica del geosistema produce, más la persistencia de estructuras generadas bajo condiciones paleoclimáticas y la propia variabilidad climática durante los tiempos necesariamente breves en que se plantean los ensayos empíricos, hacen que cualquier generalización de resultados sea peligrosa. Ello es especialmente válido si no se cuenta con una unidad territorial homogénea desde el punto de vista del ambiente en que se desarrollaron comunidades vegetales, o en términos más generales de los seres vivos.

La desagregación en unidades de nivel jerárquico inferior al Sitio, no implica necesariamente la subdivisión de estas unidades, sino que debería atender a modificaciones reversibles del mismo, debido a la acción antrópica o eventualmente catástrofes naturales.

Tales unidades pueden o no subdividir un Sitio. Expresado de otra forma, la diferencia entre la clasificación de pastizales y su desagregación en unidades de rango jerárquico inferior, es la diferencia entre ser y estar.

La presión de uso que la acción humana ejerce sobre el ecosistema induce innumerables transformaciones, que se manifiestan o bien en la sucesión ecológica o bien en cambios permanentes e irreversibles del medio físico, fundamentalmente el sustrato.

La primera situación es transitoria y el descanso del pastizal o su manejo adecuado, que puede incluir estímulos tales como la reposición de nutrientes o la remoción mecánica o química de malezas, puede retornar el sistema si no a su condición original, al menos a una arquitectura y productividad comparable a la original.

La segunda situación se produce cuando la alteración del sistema, es de tal magnitud que puede retornar a una situación comparable debido a las características de las modificaciones del sustrato original. Así, un Sitio que ha sufrido una erosión tal, que le ha hecho perder parcial o totalmente los horizontes superficiales o incluso la totalidad del solum, debe considerarse como otro Sitio, independientemente

de su origen o estado inicial. El Sitio representa lo que es, siendo independiente de su origen o de su génesis.

CONCEPTO DE SITIO

Origen y evolución

El concepto de Sitio, como una entidad ecológica o de manejo basado en comunidades de plantas en estado climax en las tierras de pastizales, fue logrado en los Estados Unidos a partir de los trabajos realizados en tierras forestales.

La existencia de una unidad natural de uso del espacio de recurso natural surge de la observación, en estos ecosistemas, de la constancia de la comunidad vegetal por sobre las variaciones de los distintos atributos del paisaje como son el suelo, el relieve e incluso el microclima.

Tal constatación evidenció la existencia de unidades naturales homogéneas que, contrariamente a lo que podían esperar los especialistas de las distintas disciplinas, no se correlacionaban biunívocamente con ninguno de los componentes del geosistema.

Desde fines del siglo pasado se realizaron investigaciones sobre Sitios forestales en la mayoría de los países europeos, en especial en la Unión Soviética, Finlandia y Estados Unidos. Al comienzo se intentó clasificar la foresta con el objeto de realizar un manejo más intensivo de la misma. Estos estudios permitieron explicar diversas condiciones existentes e identificar Sitios similares en localidades distintas. De acuerdo con Ray (1965), el objetivo de clasificar las tierras en clases de calidad es combinar dentro de una clase todas aquellas áreas de capacidad de crecimiento o rendimiento similares.

El concepto de Sitio fue rápidamente incorporado a los cultivos de árboles y luego, en los Estados Unidos de Norte América, a las praderas (Dyksterhuis, 1958). La existencia de grandes parques nacionales en ecosistemas de pradera permitió a los expertos forestales comprobar que lo que ocurría en los

bosques se repetía en las praderas. En esta forma, la presencia de una comunidad climática definía el sitio.

La extensión del mismo concepto a otras áreas con comunidades herbáceas perturbadas se hacía a través de la descripción de aquellos elementos edáficos comunes a los distintos suelos, series o fases, que componían el Sitio donde el mismo era observado en condiciones naturales climáticas. De esta forma la extensión del concepto a forrajeras implantadas y luego a cualquier cultivo, surge a su vez con la misma naturalidad que para bosques y cultivos de árboles.

En efecto, esta circunstancia es especialmente clara en el sistema de pastizales chilenos en donde especies exóticas naturalizadas compiten con especies nativas. En algunos sistemas que en el pasado fueron forestales o de matorral, la totalidad o casi totalidad de las especies presentes no pertenecían al sistema original y por tanto, son naturalizadas, independientemente de su origen.

Definición

Cajander (1925) identificó los Sitios por asociaciones de plantas independientemente de la cobertura forestal. Más adelante, continuando las experiencias soviéticas, la tendencia fue incluir la cobertura forestal y las características fisiográficas.

De acuerdo con Renner y Johnson (1942) el concepto de Sitio en pasturas fue utilizado al comienzo sin una definición específica. Más adelante Renner (1949) se refiere a sitios como clases de tierras con determinadas características de suelos y vegetación, que determinan capacidades potenciales de producción. Dyksterhuis (1949) y el Soil Conservation Service (1962) define Sitio como tipos de tierras de pastizales que difieren entre sí en su habilidad para producir diferente tipo o cantidad de vegetación climática.

Renner y Allred (1962) definen Sitio como un tipo de tierra de pastizales naturales que tienen cierto potencial de producción forrajera. Sitio es el producto de la interacción de los factores ambientales, presentando una comunidad de plan

tas determinada. Los Sitios difieren entre ellos en el tipo o proporción de plantas presentes y por diferencias en la producción total.

La Society for Range Management (1974) lo define como un área de tierra con una combinación de factores edáficos, climáticos, topográficos y bióticos naturales significativamente diferente a otras áreas adyacentes. Estas áreas ambientales son consideradas como unidades para el propósito de discusión, investigación y manejo. Los cambios de un Sitio a otro representan diferencias significativas en producción potencial de forraje y diferencias en el manejo requerido para el uso de la tierra (Huss, 1964). Gastó (1979) lo define como una unidad de paisaje con una potencialidad de terminada de producción de cierta cantidad o calidad de vegetación.

Zonneveld (1972) define ecotopo (Sitio) como la unidad más pequeña de la tierra de carácter global caracterizada por lo menos por un atributo que es muy homogéneo, siendo la variación de otros atributos, pequeña. El suelo al que pertenece tal Sitio puede sin embargo, estar compuesto por varios pedones. Diferencias marcadas en la vegetación se debe solamente a la interferencia del hombre o a catástrofes naturales tales como fuego o tormentas.

Para el Soil Conservation Service (1975) Sitio es un tipo de tierra de pastizales que difiere de otros en su habilidad para producir una comunidad de plantas naturales. Los sitios se diferencian en el tipo o proporción de plantas en comunidades climax, diferencias en productividad o ambas. Estas diferencias deben ser significativas, es decir, aquellas que obligan a manejos diferentes.

Es interesante resaltar que este servicio define el Sitio y no intente clasificar las tierras de pastizales utilizando alguna categoría taxonómica de suelos, tales como serie o fase, posición ésta defendida por algunas escuelas de pedología con menos contacto con la praxis del trabajo en sistemas poco perturbados. La correcta identificación del Sitio es el único procedimiento idóneo para implantar normas de manejo, que a la par que maximizan la utilización del forraje

conservan el recurso suelo. De ahí entonces, la intervención del servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos en el manejo de pastizales.

Paralelamente a estos trabajos, en otros países, quienes estaban vinculados al planeamiento y manejo del territorio arribaron a conclusiones similares en la búsqueda de una unidad natural, independientemente de que los agrupamientos de estas unidades en otras de rango jerárquico superior, fueran de naturaleza diferente de las propuestas en la presente clasificación. Ello se debe al hecho de que mientras el Sitio tiene existencia fenomenológica, las agrupaciones de Sitios pueden hacerse de manera diferente, atendiendo a distintos propósitos prácticos o científicos, al marco conceptual, o al desarrollo de las disciplinas de apoyo.

El Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), de Australia, utilizó el Sitio (Site), y lo definió como una parte del paisaje que para todos los propósitos prácticos es uniforme en geomorfología, suelos y vegetación (González, 1981 y Zonneveld, 1972). A su vez, el conjunto de Sitios, se agrupan en lo que denominan Unidad de Tierra ("Land Unit") que constituyen una geoforma. Esta unidad, por lo tanto, es conceptualmente similar al Distrito de la presente clasificación. Al igual que en lo anterior, las "Land Units" se asocian geomorfológica y geográficamente en forma de pautas que se repiten en el paisaje.

En el sistema australiano si cambia la composición de Sitios o pattern cambia la "Land Unit" aunque la geoforma sea genética y morfológicamente similar. Las "Land Units" se agrupan a su vez en lo que denominan "Land System" al cual a su vez se le exige el asociarse geográfica y geomorfológicamente, así como formar patrones recurrentes. Los límites de los "Land Systems" coinciden con algún rasgo geológico o geomorfológico. Según el mismo autor, en los levantamientos de Australia, se vió la necesidad de distinguir tres tipos de Land Systems: simples, complejos y compuestos. Los complejos estaban formados por unidades relacionadas genéticamente, en tanto los compuestos por unidades relacionadas geográficacamente y no por su génesis.

El sistema utilizado por el Directorate of Overseas Surveys (1967), derivado del australiano, utiliza como unidad la "Land Facet" con una concepción entre la "Land Unit" del sistema australiano y el Sitio (Zonneveld, 1972). Las "Land Facets" se combinan en "Land Systems" con un padrón característico en lo referente a relieve, suelos y vegetación, en forma de pautas que se repiten en el paisaje.

En la Unión Soviética según González (1981), coexisten diferentes modos de clasificación de paisajes para prospecciones integradas. La unidad más simple, equivalente al sitio, es el "Facies" (Fatsiya) caracterizada por su relativa homogeneidad interna. La asociación característica de Facies constituye una unidad de orden superior "Zveno" (Enjambre) y "Uróchishche" del cual existen, a semejanza del sistema del SCIRO, modalidades simples y complejas. Los Uróchishche son asociaciones de Facies con un sustrato homogéneo, unificados por un paisaje geoquímico u otras formas de transferencia de materiales.

En los Uróchishche complejos existen variaciones litológicas y morfogenéticas importantes. Las categorías superiores se refieren a grandes divisiones zonales y por tanto relacionadas al clima y latitud. Las unidades elementales sirven para representar los tipos de vegetación relacionados por la sucesión vegetal en función del uso antrópico. Otros autores soviéticos (Sochava, 1963) utilizan el término Elementárnaya Geokhora para la misma unidad de paisaje.

Vinogradov (1967) define las siguientes categorías:

1. Facies caracterizado por una biocenosis y una variedad de suelos (macrocomplejo), condiciones ecológicas homogéneas en cuanto a exposición, litología, humedad y microclima, comúnmente ocupando un elemento del relieve.
2. Land unit, sistema natural de facies caracterizado por la misma secuencia topoecológica. Sinónimos de este concepto serían términos como catena, land unit, uróchishche, kraiss, microcore y land facet.
3. Land System, combinaciones de unidades de paisaje genéticamente relacionadas por superficies homogéneas y a formas

de relieve macro y meso de gran escala. Sinónimos serían mistnost y mesocore.

4. Landscape, caracterizado por una combinación de unidades menores, serían sinónimos landshaft, macrocore y sistema de tierras complejo.

Figura 2. Comparación de la sistematización jerárquica de pautas del paisaje en varios tipos de prospección integrada (González, 1981).

Land research and Regional Survey CSIRO (Australia)	Solntsiyev et al. 1948 (Ruskaya Ravnika)	Sochava. 1963, Asia Central. Siberia Meridional
site	zveno	
land unit		
simple land system	slozhnoe urochishche	
comple land system	miestnost landshaft	mezogeokhora

Sólnstsiyev distingue en relación a las propiedades del paisaje, en el plano dos características que reflejan el carácter discreto-contínuo de la diferenciación del mismo (González, 1981).

Mosaicidad: sería el conjunto de células de forma más o menos isodiamétricas que se agrupan en otras de rango jerárquico superior.

Orientacionalidad: conjunto de series de células que se distribuyen en el plano en forma lineal-alargada.

El primero de estos sistemas es característico de los paisajes ondulados en tanto el segundo, con el dominio de procesos de transporte es más característico de los sistemas fluviales, aunque con menor expresión longitudinal, puede representar a los arreglos de Sitios en los Distritos Montano y Cerrano. Las grandes llanuras, serían para el autor un ter

cer tipo de paisaje a dominancia de procesos zonales con ge
neración de Sitios en bandas latitudinales de gran homo
neidad.

En lo referente al agrupamiento de unidades en otras de rango jerárquico superior, se nota en general una defini
ción poco precisa de las características de estas unidades. Sin embargo, todos los sistemas hacen incapié en la existen
cia de padrones que se repiten al menos en aquellas unidades que agrupan Sitios. En general, las distintas clasificacio
nes son relativamente dependientes de las características de los geosistemas que de alguna manera caracterizan.

En Uruguay, la Dirección de Suelos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (M.G.A.P.), en colaboración con la Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tie
rra del mismo Ministerio, desarrollaron un sistema de unida
des de paisaje supuestamente uniforme desde el punto de vis
ta de su productividad potencial secundaria con fines inicial
mente impositivos.

Esta cartografía de unidades caracterizadas por su pro
ductividad secundaria fue de carácter no sistemático, base
da fundamentalmente en la experiencia de los técnicos actuan
tes. Su fácil interpretación y su practicidad de utilización, (sobre las unidades de productividad se agregó el catastro e información edáfica y geográfica general), convirtió a esta sub-división territorial en la herramienta fundamental utili
zada por técnicos, propietarios y empresas inmobiliarias pa
ra planificar el uso e incluso fijar el valor de venta de la tierra, a lo que se le ha sumado su utilización por investiga
dores para referir sus datos experimentales. En realidad su aceptación proviene en gran medida de que posee límites espa
ciales precisos, que complementan el conocimiento que de la tierra tienen agricultores y ganaderos.

Es de hacer notar, que incluso culturas precientíficas desarrollarán una terminología especial para designar unida
des de paisaje. Así, según Zonneveld (1972) surgen términos como bañados, pantanos, marisma, chor, kweder, dambo, ave, alps heide, tundra, caatinga, maquis, fedama, geest y otros como vega, bofedal, estero e invernada. Estos nombres, mu

chas veces han sido tomados por edafólogos y ecólogos para designar el suelo o la vegetación, pero no han logrado la integración de estos elementos en un paisaje o parte de él, como fue su significado original.

Sitio y serie de suelo

La mayoría de las definiciones de la unidad, el Sitio, hacen referencia a la uniformidad relativa de los atributos del ecosistema. Las definiciones varían en cuanto a la importancia que se le adjudica a la variabilidad del medio físico.

En general, las definiciones que provienen de sistemas menos transformados como las praderas de Norteamérica, no hacen demasiado incapié en factores edáficos o geomorfológicos, en tanto los que provienen de ambientes más modificados hacen más incapié en la uniformidad del medio físico, fundamentalmente el suelo.

Para Zonneveld (1972) la relativa dominancia del factor edáfico que presentan a este nivel, las diferentes clasificaciones, se debe al carácter relativamente permanente de este atributo, pero no tan permanente como para admitir algunas modificaciones para su utilización. El mismo autor reconoce el papel fundamental del habitat para la correcta definición del Sitio.

Otras clasificaciones de carácter utilitario, que emplean la serie o fase del suelo tal como la clasificación de la Capacidad de Uso del United States Department of Agriculture, que es de amplia difusión, han mostrado su corta vigencia en razón de su dependencia de un carácter muy poco permanente, como es la tecnología. En efecto series o fases que han sido clasificadas como no aptas para cultivos, tal como las clases 6 y 7, han pasado luego a ser cultivadas con altos rendimientos, en sistemas de riego por goteo.

De acuerdo con los trabajos de Anderson y Fly (1955) y Eikleberry (1956) las series de suelo y fases no delimitan necesariamente una única comunidad climax de plantas.

Shiflet (1973) indica que pueden darse comunidades distintas de plantas en suelos similares dentro de un área de ambiente uniforme. Aunque raramente podrán encontrarse comunidades distintas en la misma fase de una serie de suelos. Sin embargo, esto sí puede ocurrir en fases distintas de una misma serie. Si los suelos y la vegetación están correlacionados dentro de un área, los Sitios pueden tomarse directamente del mapa de suelos.

Francis (1984) indica que el Soil Conservation Service de los Estados Unidos de Norte América ha desarrollado un elaborado sistema de clasificación de suelos. El autor opina que la dificultad de utilizar la serie de suelos proviene, de que ella no está basada necesariamente en rendimientos de cultivos, ni siquiera agrícolas, por lo cual, es dable esperar una considerable variación si se utiliza la serie como equivalente a Sitio. A su vez señala la precaución que es necesaria, si se utilizan mapas de suelos en ambientes forestales, dado que, en general, el relevamiento de estas áreas es muy extensivo y suelos contrastantes pueden ser mezclados e ignorados. Tal observación es especialmente válida en el caso chileno para los Sitios ubicados en Distritos donde dominan suelos autógenos como el Montano, Cerrano y Ondulado.

Por otra parte, la umbría o la solana, o aún variaciones menos drásticas de exposición, suelen producir modificaciones en la comunidad vegetal o en su productividad, suficientes como para clasificarlos en distintos Sitios, sin que la serie o fase cambie en otro factor que no sea la propia exposición.

Además, para cada comunidad vegetal existen elementos del ambiente que pueden ser neutros dentro de ciertos umbrales y sin embargo, reflejarse en características conspicuas del edafotopo que puedan motivar la clasificación del suelo en una serie o fase distinta, sin que ello se manifieste en la composición botánica. Por otra parte, en Distritos Cerranos o Montanos existen Sitios sin suelo y con vegetación que crece en los intersticios de las rocas. Siempre se podría, con una definición suficientemente amplia de suelo, identificar tales intersticios como suelo, pero subsiste la crítica de que la misma comunidad con la misma productividad primaria se extiende

sobre distintas fases o series, con lo cual se agrega una heterogeneidad innecesaria que hace inoperante la clasificación.

En el proceso de clasificación de los suelos, se determinan distintos niveles jerárquicos de acuerdo a un orden de creciente de generalización, creando así distintas categorías taxonómicas. En el nivel jerárquico inferior, que es el de mayor grado de especificación, se define la categoría Serie.

En la mayoría de las clasificaciones modernas las definiciones de las taxas en los distintos niveles jerárquicos se basan en propiedades del suelo que pueden ser observadas, detectadas o medidas y que son el reflejo de la acción de los procesos pedogenéticos dominantes.

La Serie de suelos es utilizada como unidad de mapeo en levantamientos a gran escala y unidad de manejo en estudios interpretativos. Engloba un grupo de suelos que presentan una determinada secuencia de horizontes de espesores comparables, carecen de diferencias significativas en ciertas características morfológicas, químicas y físicas y son desarrollados sobre un mismo material madre de manera tal de constituir grupos homogéneos. Entre las características diferenciales que se exigen que sean similares, están todas aquellas propiedades de diagnóstico que definen la categoría superior, correspondiente a la familia.

Para la elección de las características de diagnóstico, se utiliza como base las propiedades de los suelos que son resultante de procesos pedogenéticos, o bien, que determinan la dirección o la intensidad del proceso. A nivel de Serie se estrechan los rangos permitidos de variación de esas características para intentar realizar interpretaciones más útiles en cuanto al uso. En ciertos casos es necesario incluir otros atributos en las definiciones, pero en definitiva, el establecimiento de Series siempre debe implicar una adecuada valoración de las propiedades del perfil en las relaciones suelo-agua-planta.

En resumen, la taxa Serie es el resultado de la clasi

ficación de los suelos en los distintos niveles jerárquicos, basado en propiedades del suelo que son el reflejo de la acción de los procesos pedogenéticos dominantes, sin tomar en consideración los factores climáticos actuales ni los requerimientos ecológicos de los vegetales.

Por otro lado, como se mencionara anteriormente, el Sitio es una unidad ecosistémica, un complejo homogéneo del ecosistema. Intenta clasificar tierras combinando los efectos del clima, las características permanentes del suelo y la vegetación. Es el producto de la interacción de los factores ambientales: edáficos, climáticos, topográficos y bióticos, que resultan en una determinada comunidad de plantas con una potencialidad determinada de producción. Al caracterizarse el Sitio básicamente por la vegetación climax y las diferencias en productividad, se considera en forma indirecta los factores climáticos y los requerimientos ecológicos de los vegetales.

En conclusión, se puede afirmar que el Sitio, como producto de la interacción de los factores ambientales, engloba un grupo de suelos que requieren un determinado manejo y presentan una productividad similar. Exhiben además, limitaciones y respuestas comparables para diversas alternativas de uso. Este grupo de suelos puede o no corresponder con una Serie, aunque usualmente no corresponde.

CARACTERIZACION

Bases

En ambientes poco perturbados como los disponibles en sistemas de pastizales del oeste de Norte América, los Sitios se identifican evaluando y describiendo las comunidades de plantas climax que existen. Las diferencias entre Sitios se deben en general a diferencias en la composición de especies o productividad, o ambos, suficientemente grandes como para requerir un manejo diferente.

La información para estos efectos pueden obtenerse de distintas fuentes:

1. Evaluación de relictos en estado climácico y otros sectores similares en áreas sujetas a disturbios mínimos,
2. Comparación de áreas similares, unas con diversos grados de utilización y otras sin alterar,
3. Evaluación e interpretación de investigaciones hechas en comunidades de plantas naturales y sus respectivos sustratos,
4. Revisión de literatura histórica y botánica,
5. Interpolación y extrapolación de información de vegetación existente en áreas de suelo, clima y microambiente similares.

Para la caracterización de Sitios comúnmente se determina y evalúa la información de comunidades de plantas de un suelo con, especies, producción, composición, frecuencia relativa dada, en condiciones climácicas o excelentes. Los datos obtenidos son comparados con datos similares de otros suelos. Aquellos suelos cuyos datos relacionados con la comunidad de plantas sean similares en productividad y composición son agrupados en un mismo Sitio. Si existen diferencias estadísticas significativas se debe decidir si estas tienen importancia práctica o no. Esta metodología muestra una técnica para identificar Sitios dentro de un área geográfica o climática.

Como es difícil encontrar vegetación en estado climax en una región dada es necesario reconstruir la situación por interpolación y extrapolación de datos disponibles de comunidades climácicas ya definidas. Para esto, la información de suelos juega un papel importante en extender los datos existentes a situaciones ambientales similares. De acuerdo con Heerwagen y Aandahl (1961) la mayor correlación entre suelos y vegetación se da a nivel de series y fases.

Francis (1984) afirma que el sitio puede ser caracterizado por la presencia y el tamaño de especies indicadoras. Propone utilizar entre otros elementos indicadores, el color, la textura del suelo y la posición topográfica. Finalmente, propone un sistema basado en cuatro factores edáficos: condiciones físicas, humedad disponible, disponibilidad de nutrientes y aereación (Figura 2).

Para el autor, en el caso de los bosques, las condiciones físicas del suelo influyen en el crecimiento en altura de los árboles en un 35%, la humedad disponible en un 35%, la disponibilidad de nutrientes en un 20% y la aereación en un 10%.

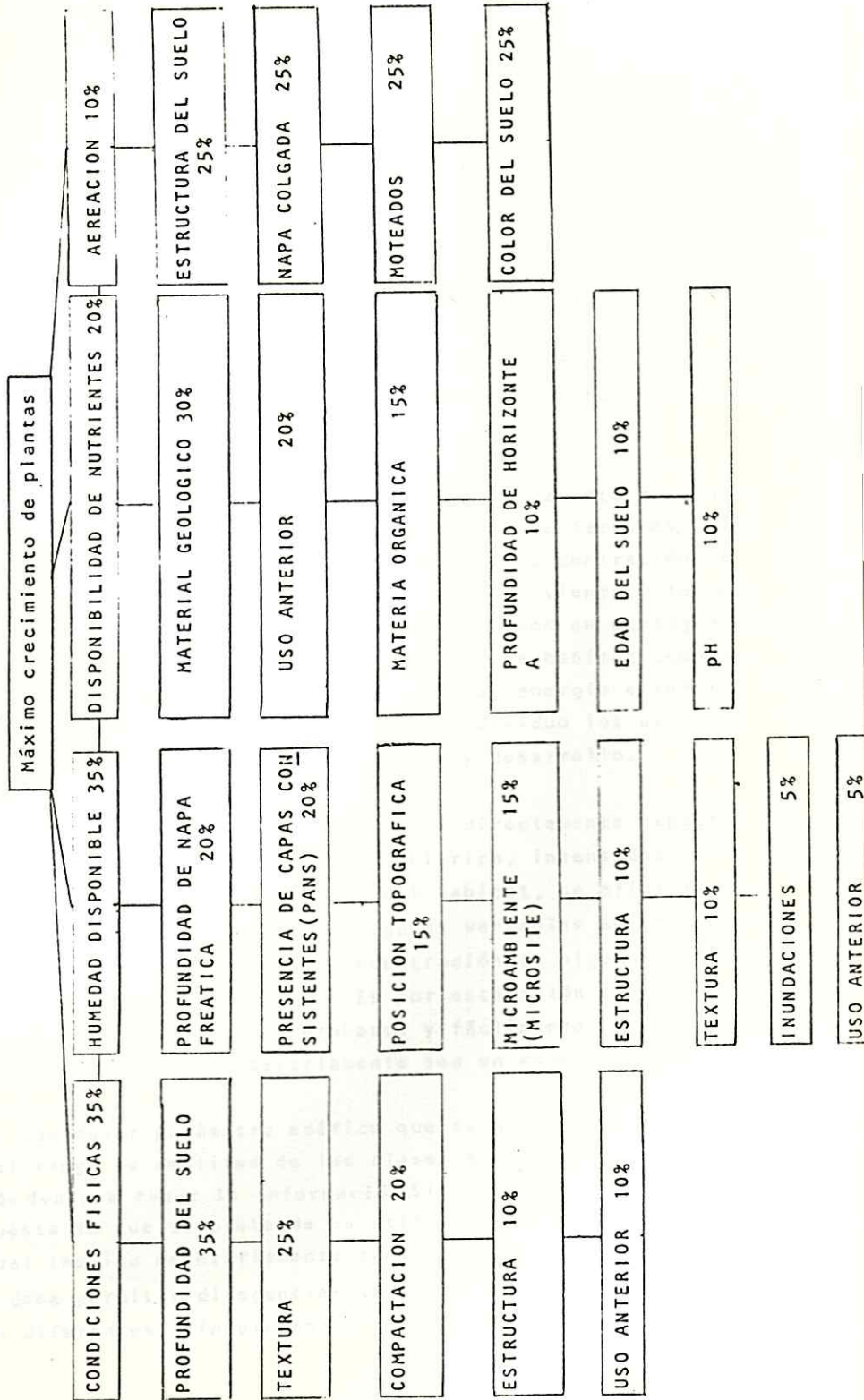
Si bien la importancia relativa de cada factor puede variar considerablemente de una Provincia a otra, o entre distintos Sitios, es importante destacar que los distintos indicadores seleccionados por el autor son lo que se puede definir como el hábitat edáfico, fundamentalmente potencial hídrico y disponibilidad de recursos.

Es factible, por otra parte, que estos factores puedan ser ordenados como un gradiente, lo que facilitaría la caracterización de los Sitios. Así, por ejemplo, la presencia de inundaciones, napa freática o colgada, moteados y color del suelo, implican un gradiente de humedad que puede ser combinado con la pendiente del relieve, para incluir drenaje externo e interno.

El U.S. Department of Agriculture (Soil Conservation Service, 1962) utiliza para describir y diferenciar Sitios elementos tales como presencia de napa freática, inundaciones, salinidad, textura combinada con profundidad a nivel de arenoso, graviloso, arcilloso o limoso, superficial o profundo, o alguna otra característica conspicua tal como pendiente, recubrimientos, presencia de pans, etc.

Para González (1981) la vegetación es uno de los mejores indicadores de condición del criptosistema a partir del fenosistema, pero ésta, a la par que contiene mucha información,

Figura 2. Elementos para la caracterización del Sitio (Francis, 1984).



suele ser a menudo difícil de tratar y describir científicamente (González, 1981). Entre los indicadores del medio que determinan una comunidad vegetal por el procedimiento de búsqueda de estructura de datos en pastizales y matorrales, destaca: profundidad de la napa freática, salinidad, movilidad del sustrato, relación carbono-nitrógeno, radiación, dinámica geomorfológica de laderas, tipo de roca y su profundidad de alteración, acidez, humedad del suelo, materia orgánica, compactación del suelo, contenido de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, textura del suelo, exposición y altitud, además de otros debidos al uso antrópico.

De lo expuesto anteriormente surge claramente que la vegetación se adapta a una cierta combinación de factores, tales como intensidad de luz, potencial hídrico, concentración de nutrientes, potencial iónico, intensidad del viento y temperatura. Este conjunto de factores son definidos en ecología bajo el concepto de habitat. Gastó (1979) define habitat como las constricciones del medio en forma de masa, energía e información que, independientemente de que el individuo los use o no como recurso, condicionan su presencia y desarrollo.

En general, es muy difícil medir directamente aspectos tales como el mencionado potencial hídrico, intensidad de la luz, etc., o sea los componentes del habitat, se priorizan estimadores sin perjuicio de que algunas variables se estimen directamente como puede ser la concentración de algunos iones, en particular el hidrógeno (pH). Es por esta razón que es preferible utilizar estimadores probados y fácilmente observables, incluso por quien no necesariamente sea un especialista.

Cualquier parámetro edáfico que se utilice, cuanto menor sea el rango de amplitud de las clases que se elija, mayor precisión debiera tener la información. Sin embargo, en la presente propuesta lo que se pretende es utilizar el mínimo de clases, lo cual implica necesariamente rangos más amplios en cada una. Ello debe permitir diferenciar todos los sitios que sean realmente diferentes, sin pretender que aquellos elementos que lo

caracterizan expliquen todo su comportamiento o la presencia de la comunidad de seres vivos que en él se desenvuelven. De la misma forma, una clave botánica se sirve solamente del mínimo de características morfológicas para alcanzar su objetivo, aunque priorice por lo común aquellas partes de la anatomía vegetal más vinculadas a su genética como lo son los órganos reproductivos.

Elementos

Hidromorfismo

Como surge claramente de la revisión bibliográfica, todos los autores priorizan estimadores del hidromorfismo edáfico. Puede ser estimado a través de parámetros medibles cuantitativamente como lo son el drenaje interno y externo, la capacidad de aceptación de agua por el suelo, la humedad disponible a diferentes presiones, la permeabilidad, más características inherentes al clima relacionadas con el balance hídrico, tales como frecuencia e intensidad de precipitaciones, evapotranspiración, etc.

La dificultad de obtener para cualquier Sitio estimado res cuantitativos de estas propiedades, hace que normalmente se utilicen indicadores que permiten inferirlos cualitativamente. Así, un estimador del drenaje externo es la pendiente y forma del relieve. Las pendientes más fuertes y de sección transversal convexa, dispersadoras de agua, son las que eliminan más rápidamente el agua por escurrimiento.

El drenaje interno es más difícil de inferir y frecuentemente los intervalos elegidos en pedología, lo son sobre la base de los procesos que hacen a la génesis del suelo y no al habitat edáfico.

Así, es frecuente encontrar subdivisiones tales como drenaje rápido, moderado, imperfecto y pobre. La categoría de imperfecto se reserva para aquellos suelos que presentan napa de agua colgada independientemente de la profundidad a que aparezca, en tanto que para la vegetación, la profundidad a que aparece es más importante, dentro de ciertos rangos, que la intensidad de la limitante.

Existen, sin embargo, situaciones cualitativamente muy distintas que pueden ser observadas a campo o tomadas de descripciones rigurosas del perfil edáfico, como lo son: presencia de napa freática, de napa colgada, de moteados u otros signos de hidromorfismo como colores neutros y finalmente, colores pardos y rojos lo cual estima un gradiente de potencial redox (oxidación-reducción) que está en directa relación con el potencial hídrico para las condiciones normales del suelo. A su vez, dentro de las primeras de estas categorías, cabe hacer subdivisiones en relación a la profundidad a que aparecen las limitaciones por drenaje, dado que es diferente un Sitio con napa permanente a nivel de la superficie del suelo, que a 60 cm o más de 120 cm.

La capacidad de aceptación de agua de los suelos y su humedad disponible puede ser parcialmente estimada por su textura y profundidad. En suelos muy diferenciados con un horizonte B textural muy pesado (clay pan) el mejor estimador es la textura y profundidad del horizonte A. La permeabilidad no parece ser un estimador fundamental para caracterizar Sitios.

Los parámetros inherentes al clima son propios de las unidades de orden jerárquico superior, Reino, Dominio, Provincia, por lo cual no se consideran en la caracterización del Sitio.

Textura - profundidad

La profundidad del suelo es una medida del volumen activo del sustrato de donde se obtienen los recursos que las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo. El volumen de suelo es, además, una medida de su capacidad de almacenar agua para ser utilizada en los procesos vitales de las plantas. Es una de las variables que mejor representa el potencial físico del suelo.

Las actividades de retención e intercambio de nutrientes ocurren en la superficie de las partículas del suelo. Las texturas más finas contienen una mayor superficie por volumen de suelo que las texturas más gruesas. Es por ello que, permaneciendo constante otras características, la capacidad de intercambio es mayor en las texturas más finas. La porosidad también está relacionada con la textura.

Es posible combinar en forma natural estas dos variables: textura y profundidad, lo cual permite representar en una sola variable esta medida. Posiblemente, esta combinación representa el indicador más relevante del potencial del Sitio.

Concentración iónica

Puede ser estimada de diferente forma, según sea las características de los iones y su acción sobre la vegetación. El estimador más obvio es el pH. Otros indicadores de concentración iónica que se utilizarán es la conductividad eléctrica, como medida de la salinidad.

Exposición

En términos generales la intensidad de la radiación solar es una propiedad de la Provincia. La exposición de la pendiente, sin embargo, tiene una importancia significativa, la cual aumenta en relación a la pendiente del terreno y la latitud.

Es por esta razón que en la presente clasificación se tiene en cuenta la exposición de la pendiente, la cual puede caracterizar al Sitio cuando juega un rol preponderante en la determinación de la comunidad vegetal, o incluirse como información accesoria cuando el mismo es caracterizable por otras propiedades.

En general, para latitudes medias, la exposición comienza a tener importancia a partir de pendientes de alrededor de 14%.

Concentración de nutrientes

Las especies vegetales se adaptan a una cierta concentración de nutrientes y no a una cantidad de nutrientes. Así puede tener una misma cantidad de nutrientes por unidad de volumen un suelo arenoso que uno pedregoso con matriz arcillosa. Las especies exigentes en nutrientes, sin embargo, preferirán el segundo y no el primero. En general, el concepto de disponibilidad de nutrientes para las plantas, se encuentra en la literatura de la ciencia del suelo bajo el nombre de fertilidad.

Existen variados signos que determinan la fertilidad de un suelo o bien puede inferirse a partir de otras propiedades del mismo. Así, la fertilidad puede ser expresada como la suma de bases intercambiables o inferida a partir de la capacidad de intercambio catiónico, medida que expresa la fertilidad potencial. Ello se debe a que un suelo con alta capacidad de intercambio, pero relativamente desaturado, puede entre varias opciones incrementar su fertilidad mediante cambios de manejo del mismo o por adición de nutrientes.

La fertilidad ecológica del suelo debe tener en cuenta además el nivel de fósforo disponible y de nitrógeno, elementos ambos determinantes de la productividad primaria de un Sitio. Este último nutriente que es muy dinámico en el suelo, tiende a un determinado equilibrio con el carbono. Lo que es propio para cada suelo es la relación C/N, la cual da más información que otras variables.

La Dirección de Suelos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay desarrolló una tabla de uso interno para estimar la aptitud de los suelos para el crecimiento de las plantas en relación a sus propiedades químicas, que combina elementos de fertilidad con otras limitantes químicas, tal como la salinidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Aptitud de los suelos para el crecimiento de las plantas, según sus propiedades químicas (Dirección de Suelos, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay). (Tabla uso interno).

Capacidad de intercambio catiónico me/100 g	Porcentaje saturación en bases %	Al	Na	Materia Orgánica %	Clase
		Sin	Con		Alcalino-sódico
<20	< 60	Con	Sin	<2	Extremadamente baja
<10	-	Sin	Sin	-	Muy baja
<10	Con	-	-	>2	
10 a 20	-	Sin	Sin	>1	Baja
10 a 20	> 60 (>35*)	Sin	Sin	>2	Media
20 a 30	> 60 (>35*)	Sin	Sin	>3	Alta
30	> 60	Sin	Sin	>4	Muy alta

* pH 8.2

Como se dijo precedentemente, existen estimadores directos de la fertilidad como puede serlo la suma de bases o indirectos como la capacidad de intercambio catiónico y el porcentaje de saturación, así como otros con menor correlación pero igualmente útiles, como la textura y el porcentaje de materia orgánica.

En la presente propuesta se estima como más conveniente utilizar la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) por ser un caracter más importante y menos dependiente del manejo del suelo.

CLASIFICACION DE SITIOS

El Sitio se denomina mediante la utilización de una nomenclatura que contiene dos variables y una tercera variable eventual.

La primera variable se refiere a la textura de los 30 cm superiores y a la profundidad del Sitio. La segunda variable, al grado de hidromorfismo y la tercera contempla otras características del medio edáfico que afectan el desarrollo de las plantas (salinidad, sodio, reacción, fertilidad, pedregosidad, pendiente, exposición y materia orgánica). A su vez es factible agregar información adicional por fuera del sistema que permite subdividir a las categorías principales de manera de lograr una mejor aproximación en la caracterización del Sitio.

Primera variable

Se refiere a la textura del horizonte superficial y la profundidad útil del suelo. El cuadro 2 muestra la agrupación general en categorías de textura y profundidad. La denominación de la clase representa a la primera variable que caracteriza al Sitio.

Cuadro 2. Textura del horizonte superficial y profundidad útil del suelo.

Textura y profundidad	Denominación
Liviano delgado	1
Medio delgado	2
Pesado delgado	3
Liviano mediano	4
Medio mediano	5
Pesado mediano	6
Liviano profundo	7
Medio profundo	8
Pesado profundo	9

Las características de las categorías se indican a continuación:

Roca. Afloramiento de material consolidado que ocupa más del 90% del área (Denominación 1)

Piedras. Son fragmentos de rocas y de piedras (> 3 cm) que representan más del 90% un volumen de los primeros 30 cm del suelo (Denominación 2)

Arena. Son fragmentos mayores de 2mm y menores o iguales de 3 cm (< 3 cm), los cuales representan el 90% o más en volumen de los primeros 30 cm del suelo (Denominación 3)

Los Sitios de afloramiento o contenido de piedra no contemplados en este punto se pueden expresar en la tercera entrada al sistema correspondiente a Pedregosidad.

Términos de profundidad	cm
Delgado	0-40
Mediano	40-80
Profundo	> 80

Términos de textura

Liviana	Franco arenoso o más liviano
Media	Franco arcilloso, Franco arcillo limoso, liviano, Franco
Pesada	Arcilloso, Arcillo arenoso y Arcillo limoso

Por fuera del sistema se debe señalar las clases texturales del suelo, como así mismo la proporción de fragmentos gruesos (> 2 mm).

Segunda variable

Se refiere al grado de hidromorfismo existente. El cuadro 2 muestra la agrupación general en categorías de hidromorfismo de acuerdo a este factor.

Cuadro 2. Grado de hidromorfismo y su nomenclatura

Hidromorfismo	Denominación
Con napa (abajo)	
Acuático permanente	1
Hidromórfico permanente	2
Napa fluctuante	3
Con capa colgada	
Hidromórfico intermitente superficial	4
Hidromórfico intermitente medio	5
Hidromórfico intermitente profundo	6
Sin napa	
Drenaje lento	7
Drenaje moderado	8
Drenaje rápido	9

La clave de los grados de hidromorfismo indican la variación del potencial hídrico:

Acuático permanente

Espejo de agua con o sin vegetación. Sumergido, lago o laguna.

Hidromórfico permanente

Presenta napa de agua hasta la superficie. Puede presentar fluctuaciones estacionales, pero siempre se encuentra húmedo hasta la superficie.

Napa fluctuante.

Presenta napa freática a menos de 1,2 m de profundidad.

Puede indicarse por fuera del sistema la profundidad máxima y mínima que alcanza la napa y las estaciones correspondientes.

Hidromórfico intermitente superficial.

Presenta síntomas de hidromorfismo de cualquier tipo, sin ser napa freática, desde el horizonte A.

Hidromórfico intermitente medio.

Presenta síntomas de hidromorfismo de cualquier tipo entre 30 y 60 cm de profundidad, sin ser napa freática.

Hidromórfico intermitente profundo.

Presenta síntomas de hidromorfismo de cualquier tipo a profundidades de 60 cm a 10 m o mayores.

Drenaje lento, moderado y rápido.

No presenta síntomas de hidromorfismo. Combinan el drenaje interno y externo del suelo.

Para la determinación del grado de hidromorfismo del suelo para las clases de drenaje lento, moderado y rápido (denominaciones 7, 8 y 9), se establece una pauta que combina el color del perfil del suelo y el grado de la pendiente.

Se establece que para pendientes superiores a 10,5% el drenaje es rápido (Denom. 9), independientemente del color del perfil. Para pendientes iguales o inferiores a 10,5%, el color define la clase de drenaje de acuerdo a las siguientes pautas:

Drenaje lento.

Colores oscuros (negro o pardo) con alguna evidencia de hidromorfismo, como moteados (pocos) y presencia de concreciones brillantes de hierro y manganeso.

El agua desaparece del sitio algo lentamente de manera que el perfil está saturado por períodos cortos, pero significativos. Estos suelos tienen una permeabilidad lenta debido a la presencia de un horizonte Bt o presencia de texturas pesadas en todo el perfil. Los colores son oscuros, negro o pardo, con tonalidades ocasionalmente agrisadas, a veces débilmente moteados y frecuentemente con concreciones brillantes de Fe y Mn. Las pendientes son suaves o moderadas.

Drenaje moderado.

Colores rojizos, pardo rojizos, amarillos o pardos sin moteados ni concreciones brillantes de hierro y manganeso.

El agua desaparece del Sitio fácilmente, pero no tan rápido como para afectar su disponibilidad para las plantas. Los suelos de esta clase son por lo general de texturas medias o algo livianas, con un Bt poco desarrollado o ausencia del mismo, y presentan buena aereación lo cual se refleja en sus colores rojizos, pardo rojizos o pardos, y ausencia de moteados. Pendientes moderadas a fuertes.

Drenaje rápido.

Colores rojos, rojos oscuros y rojizos. Se define a los suelos rojizos como de drenaje rápido, a aquellos que presentan una pendiente superior a 6,5%. El agua desaparece del suelo rápidamente. Algunos suelos son muy superficiales y pueden ser de pendientes fuertes o ambas a la vez. Otros son arenosos, con poca diferenciación de horizontes, muy porosos y de permeabilidad muy rápida.

La clasificación de los síntomas de hidromorfismo se refiere a:

Horizonte gleico.

Indica condiciones de hidromorfismo pronunciado debido a la saturación con agua durante un período prolongado del año. Esto se refleja en colores de matriz próximos al neutro, que pueden estar acompañados por moteados prominentes o tonalidades azuladas o verdosas. Debe cumplir con uno de los siguientes requisitos de color:

1. Para hue de 10 YR debe tener chroma 1 y valor 5 ó >
2. Para hue de 2,5 Y debe tener chroma 2 ó menos y valor 5 ó >
3. Para hue de 5 Y ó más, azules o verdes debe tener: chroma 3 ó menos y valor 3,5 ó más
4. Para colores neutros (N/O), valor de 4 ó más
5. Si existen motas por lo menos comunes (más de 20%) de hue 56Y, 5G, 5BG ó 5B, se admiten colores de ma

triz con hue 10 YR, N 2,5 Y ó 5 Y, cualquiera sea el valor o el chroma.

Horizonte hístico

Es un horizonte turboso (muy rico en materia orgánica, parcialmente descompuesta en condiciones de exceso de humedad) horizonte saturado al menos en alguna época del año, a no ser que el suelo haya sido artificialmente drenado. Pautas:

1. Si el horizonte tiene 50% o más de arcilla, el contenido de materia orgánica debe ser > de 30% (17,4% carbono orgánico).
2. Si el horizonte no tiene arcillas, el contenido de materia orgánica debe ser > de 20% (11,6 de carbono orgánico).
3. Para texturas intermedias el contenido de materia orgánica debe ser proporcional al contenido de arcilla.

Sin horizonte gleico ni hístico.

Carecen de estos horizontes pero muestran evidencias claras de hidromorfismo, tales como:

1. moteados comunes o abundantes, exceptuando los de colores gley o heredados del material madre, o
2. Colores de matriz comprendido entre los siguientes límites

Hue 10 YR 3,5 < valor < 5 chroma = 1

Hue 2.5 Y < 3 valor < 4 Y chroma = 2

Hue 5 Y valor = 3 Y chroma 3 a 1

Hue N valor 3

El cuadro 3 esquematiza las posibles combinaciones de la primera y de la segunda variable de los Sitios para todas las Provincias y Distritos.

Cuadro 3. Esquema general de las posibles combinaciones de la primera variable (Textura-profundidad) y de la segunda variable (Hidromorfismo) de los posibles Sitios de las Provincias y Distritos.

	HIDROMORFISMO								
	1 Acútica permanente	2 Hidroórfi- co permanente	3 Hapa fluc- tuante	4 Hidroórfi- co intermi- tente super- ficial	5 Hidroórfi- co intermi- tente medio	6 Hidroórfi- co intermi- tente pro- fundo	7 Drenaje lento	8 Drenaje acelerado	9 Drenaje rápido
1 Roca									
2 Guljarraso									
3 Liviana- delgado									
4 Medio-del- gado									
5 Pesada- delgado									
6 Medio-me- diana									
7 Liviana- profunda									
8 Medio-pro- fundo									
9 Pesada-pro- fundo									

Variable complementaria opcional

Se refiere a otras características del suelo que influyen a la delimitación de un sitio. En el Cuadro 4 se muestran los factores considerados y su nomenclatura (2 dígitos). En el sistema entre los múltiples factores posibles, se define sólo un factor, el más limitante, y sólo si define realmente el sitio. Por fuera del mismo se pueden introducir los de menor incidencia.

Cuadro 4. Otros factores que afectan la aptitud de un Sitio y su nomenclatura.

FACTOR	Nomenclatura	
	3er. dígito	4° dígito
Salinidad - sodio	S	Ver Item Número de clase
Reacción	R	Ver item Número de clase
Fertilidad	F	" "
Pedregosidad y Roccosidad	P	" "
Exposición	E	" "
Pendiente	T	" "
Materia orgánica	H	" "

Salinidad-sodio (S)

Se considera el grado de salinidad del suelo de acuerdo al contenido de sales del mismo medido como la conductividad eléctrica (CE) en el extracto de saturación, (CE= mmhos/cm).

Se consideran suelos con problemas de sodio aquellos que presentan un porcentaje de saturación en sodio intercambiable en el complejo de intercambio mayor a 15% en algún horizonte(Cuadro 5).

Cuadro 5. Clases de contenido de salinidad y de sodio del suelo para la caracterización del Sitio.

CE mmhos/cm	% Saturación Na	Salinidad y/o Na	Nomenclatura
< 4	< 15%	Normal	S 1
> 4 a 8	< 15%	Salino	S 2
> 8 a 15	< 15%	Muy salino	S 3
> 15	< 15%	Extremadamente salino	S 4
> 4	> 15%	Sódico	S 8
> 4 a 8	> 15%	Salino sódico	S 5
> 8 a 15	> 15%	Muy salino-sódico	S 6
> 15	> 15%	Extremadamente salino-sódico	S 7
		Sódico	S 8
		No DETERMINADO	0

Reacción (R)

Se considera en general, que aquellos suelos con pH menores a 5,5 (< 5.5) o mayores a 7,5 presentan problemas.

Cuadro 6. Nomenclatura y clases de reacción del suelo para la caracterización del Sitio.

Reacción		Denominación
fuertemente ácido	< 5,0	R1
moderadamente ácido	5,0 a < 5,5	R2
levemente ácido	5,5 a < 6,5	R3
neutro	6,5 a < 7,5	R4
moderadamente alcalino	7,5 a < 8,4	R5
alcalino	> 8,4	R6

Fertilidad (F)

Se considera que aquellos suelos con menos de 10 meq. de capacidad de intercambio catiónico/100 g de suelo presentan problemas de fertilidad.

Por fuera del sistema podemos establecer dos rangos superiores a este valor, que definen suelos de fertilidad media y alta (Cuadro 7).

Cuadro 7. Nomenclatura y clases de fertilidad potencial del suelo para la caracterización del Sitio.

Fertilidad	CIC	Denominación
Baja	10	F1
Media	> 10 a < 20	F2
Alta	> 20	F3

Pedregosidad y rocosidad (P)

Se consideran nueve clases de rocosidad y pedregosidad de acuerdo a la pauta del cuadro 8.

Cuadro 8. Nomenclatura y clases de pedregosidad y rocosidad del suelo para la caracterización del Sitio.

Clase	Denominación
Sin piedras	P1
Piedras a más de 30 m aparte y 0,01 del área	P2
10-30 m aparte y 0,01-0,1% del área	P3
1,5 - 10 m aparte y 0,1%-3,0% del área	P4
0,7 - 1,5 m aparte y 3-15% del área	P5
15-30% del área	P6
30-60% del área	P7
60-70% del área	P8
Prácticamente cubierta de piedras	P9

Exposición (E)

Se considera la exposición del suelo con respecto al sol y viento (Cuadro 9).

Cuadro 9. Nomenclatura y clases de exposición del suelo al sol, viento y neblinas para la caracterización del Sitio.

Clase	Denominación
Solana sotavento	E1
Solana barlovento	E2
Levante sotavento	E3
Levante barlovento	E4
Umbría sotavento	E5
Umbría barlovento	E6
Poniente sotavento	E7
Poniente barlovento	E8
Sin exposición	E9

Pendiente (T)

Es la tangente del ángulo de inclinación del terreno con respecto a una superficie horizontal. Se expresa en porcentaje (Cuadro 10). Las clases principales de pendientes coinciden con los límites de los distritos. Dentro de cada Distrito existen divisiones de pendientes que en determinadas condiciones caracterizan al Sitio.

Cuadro 10. Nomenclatura y clases de pendientes del terreno para la caracterización del Sitio.

Pendiente	Denominación	
Depresión	$\leq 0\%$	T1
Plano suave	$> 0 - 4,5\%$	T2
Plano inclinado	$> 4,5 - < 10,5\%$	T3
Onduloso, suave	$= > 10,5 - 47,5$	T4
Ondulado inclinado	$= > 17,5 - < 34,5\%$	T5
Cerro suave	$= > 34,5 - < 47,5\%$	T6
Cerro inclinado	$= > 47,5 - < 66,5\%$	T7
Montaña suave	$= > 66,5 - < 95,0\%$	T8
Montaña inclinada	$= > 95,0\%$	T9

Materia orgánica (M)

En algunos ambientes edáficos se produce acumulación de materia orgánica en los horizontes superiores del suelo o en el perfil, modificando sus atributos y afectando su manejo. Las clases de materia orgánica se indican en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Nomenclatura y clases de materia orgánica del suelo para la caracterización del Sitio.

Clase	Denominación
0 < 1%	M1
1 < 2%	M2
2 < 5%	M3
5 < 10%	M4
10 < 25%	M5
> 25% y < de 5 cm espesor	M6
> 25% y entre 5 y 30 cm espesor	M7
> 25% y > 30 cm con espesor	M8

Nomenclatura y código

La nomenclatura del Sitio corresponde a un sistema de cuatro dígitos. El primero de ellos corresponde a la textura-profundidad y el segundo al hidromorfismo. Estas dos variables están siempre incluidas para la determinación del Sitio. El tercero corresponde a una letra que representa a alguna variable limitante del Sitio entre las cuales se tiene: pendiente (T), exposición (E), reacción (R), salinidad(S), fertilidad (F) pedregosidad (P) y materia orgánica (M). El cuarto dígito se refiere a la clave correspondiente a la variable limitante. A manera de ejemplo se tiene el siguiente Sitio: 54R2, lo cual corresponde a: Textura-profundidad: Pesada-Delgado; Hidromorfismo: Hidromorfismo intermitente superficial y Alcalinidad: media.

El código del Sitio en el sistema de clasificación de pastizal tiene dos dígitos. Por lo tanto, para cada Distrito hay 99 posibles Sitios. Los Sitios se enumeran correlativamente en la medida que se determinen para cada Distrito. Por ejemplo, el Sitio ya mencionado cuya nomenclatura es 54R2 podría corresponder al código 01, por ser el primero y sucesivamente para cualquier otro Sitio que se vaya describiendo en un determinado Distrito de una Provincia cualquiera.

El nombre científico del Sitio está dado por las variables que lo determinan. Ej.: Textura media-profundo de drenaje moderado y alcalinidad media. El nombre vulgar es asignado por el usuario que determina el Sitio y debe tener una connotación local, relacionada con las condiciones culturales geográficas propias del lugar representativo del Sitio.

RELACION DISTRITO-SITIO

Las relaciones que se establecen entre Distrito y Sitio varían en función de las características de los distintos Distritos así como de las Provincias, Dominios y Reinos en los que aparecen. En este sentido cabría distinguir dos situaciones bien diferenciadas: los Distritos dependientes o subordinados y los Distritos autónomos.

En general, puede afirmarse que los Distritos autónomos con suelos autógenos presentan distinto padrón de Sitio según la composición de la roca madre. En sentido inverso, en cambio, a igualdad de material original, es dable esperar que se repita el padrón e incluso la proporción de Sitios. Incluso la geoforma del Distrito tenderá a repetirse, al menos topológicamente.

El carácter equifinal que presenta el sistema edáfico cuando es sometido a procesos de evolución muy intensos, puede, sin embargo, minimizar las diferencias litológicas. Es así como cierto tipo de vegetación, tal como los bosques de coníferas, determinan la evolución ulterior del suelo con relativa independencia del material generador. La disciplina que ha realizado un estudio más pormenorizado aplicable a estas relaciones es la geomorfología. Posiblemente una de las revisiones más completas del funcionamiento a diversas escalas, de los distintos sistemas morfoclimáticos, puede ser el tratado de geomorfología de Tricart y Cailleux (1969).

Un tratamiento similarmente profundo, referente específicamente al Sitio trasciende el objetivo de esta contribución. Sin embargo, es posible al menos establecer algunas relaciones de carácter general y su variación, en relación a diferentes ambientes morfoclimáticos con sus connotaciones desde

el punto de vista de la génesis de los suelos.

Una disciplina relativamente nueva y que aporta elementos a la comprensión de las relaciones que se establecen entre Distritos y su Sitio, cuando se encuentran asociados en un paisaje, es la Geoquímica del Paisaje, desarrollada inicialmente por científicos soviéticos como Polynov (1952), y que ha tenido últimamente fuerte repercusión en las ciencias de la tierra, fundamentalmente en Europa. Según González (1981) una clasificación de paisajes con este criterio podría ser la propuesta por Glázoviskaya (1963), la cual se indica en el Cuadro 12.

González (1981) separa tres clases de paisaje en relación al ordenamiento y diversidad de los sitios.

El autor distingue paisajes vectoriales que son aquellos con un gradiente de pendiente muy marcado y en los cuales existe una ordenación de sitios en forma de pisos, bandas, etc. separables por planos horizontales. Los paisajes en mosaico, característicos de relieves ondulados en los cuales ha surgido el concepto de catena, en razón de la variación del suelo en relación a cambios en la dinámica del agua en corta distancia. Finalmente, los sitios de grandes llanuras caracterizados por su gran homogeneidad y donde la variación fundamental está relacionada con las latitudes que, según el autor, habrían inspirado el concepto de zonalidad.

Es de hacer notar que no todos los sistemas de clasificación de unidades de paisaje utilizan los niveles jerárquicos superiores. En los Estados Unidos se utiliza generalmente sólo la unidad básica, la que se describe utilizando aquellos elementos necesarios para su reconocimiento en el campo, con independencia de que sean o no los que de alguna manera explican la existencia y productividad de una comunidad biológica.

En general, las distintas clasificaciones son relativamente dependientes de las características de los geosistemas que de alguna manera caracterizan.

Cuadro 12. Clasificación de paisajes elementales según el tipo de migración de los elementos químicos
(según Glazovskaya, 1963)

Grupo de paisaje (según B.B. Polynov)	Según los ciclos de migración de los elementos en las rocas originarias			
	Según el tipo de integración geoquímica	Primario (ORTO)	Secundario (PARA)	Secundario Sobreimpuesto (NEO)
ELUVIAL	ELUVIAL(mesas, anti <u>guas llanuras bien drenadas</u>).	ORT-EL(orto-el <u>vial en rocas ígneas masivas</u>)	PAR-EL(para-eluvial en rocas sedimentarias densas)	N-EL(neo-eluvial en sedimentos sueltos)
	TRANS-ELUVIAL(partes superiores de las laderas).	TRANS-ORT-EL (trans-orto-eluvial).	TRANS-PAR-EL (trans para-eluvial).	TRANS-N-EL (trans neo-eluvial).
	ELUVIAL-ACUMULATIVO (partes de laderas y cárcavas secas).	ORT-EL-AC(trans-orto-aluvial-acumulativo).	PAR-EL-AC (transpara-eluvial-acumulativo).	N-EL-AC (neoeuvial acumulativo).
	ACUMULATIVO-ELUVIAL (depresiones con <u>ca</u> pa freática profunda)	ORT-AC-EL (orto-acumulativo-el <u>vial</u>).	PAR-AC-EL (para-acumulativo-eluvial).	N-AC-EL (neo-acumulativo-eluvial).
SUPERACUAL	TRANS-SUPERACUAL (transhidromórfico).	TRANSIDRORT (trans-ortohidromórfico)	TRANS-HIDRO-P (paratranshidromórfico).	TRANS-HIDRO-N(neo-transhidromórfico).
	SUPERACUAL(depresiones con poco <u>drena</u> je).	HIDRO-ORT(ortosuperacual).	HIDRO-P (parasuperacual).	HIDRO-N (neo-superacual).
SUBACUAL	TRANS-ACUAL(ríos, lagos con flujo).			
	ACUAL (lagos estancados).			
			TRANS-ACUAL	A C U A L

Depresional

Los Sitios formados en este Distrito se caracterizan por su azonalidad por un lado y por su desarrollo sobre materiales alotógenos, por otro. Esta doble característica les confiere una relativa homogeneidad, siendo las características del régimen hídrico el factor dominante. Así, los distintos Sitios en relación a su ubicación topográfica dentro de una depresión, serán caracterizados por la altura a la cual aparece la napa freática y/o el tiempo de permanencia de la misma en el perfil. Hay otros factores importantes, sin embargo, que influyen en la generación de ambientes edáficos diversos (Figura 3).

Cabría distinguir en primer lugar las depresiones que funcionan como sistemas endorreicos, de las que lo hacen como sistemas exorreicos. Entre estos cabe distinguir a aquellas zonas áridas, donde los glaciares o bajadas aportan materiales relativamente gruesos, arenas o lodolitas, que se intercalan con depósitos finos lacustres, según el nivel del agua en el momento de producirse las precipitaciones. En oposición a ello se tiene las generadas en un ambiente similar a las anteriores, pero que no han tenido una larga evolución en condiciones de mayor humedad y por tanto, se pueden haber generado a partir de las soluciones del escurrimiento hipodérmico de gran cantidad de minerales arcillosos, sin descartar una mejor clasificación de los aportes.

Además, mientras los primeros generan e incrementan aureolas saladas e incluso salares, los segundos pueden tener una tendencia a perder los cloruros más móviles, más o menos lentamente en relación con la textura del solum. Dentro de los segundos cabría distinguir las que teniendo un origen en dorreico no muy lejano funcionan actualmente como exorreicas.

Cabe distinguir a su vez las continentales de las generadas en ambientes fluviomarinos o fluvio-deltáicos. Las primeras suelen generar bolsones arcillosos de carácter vértico en climas templados o cálidos, con presencia de smectitas, fundamentalmente montmorillonita cálcica. Presentan aureolas salinas relictuales que pueden ser eliminadas por obras de riego y avenamiento. Los segundos se diferencian fundamentalmente

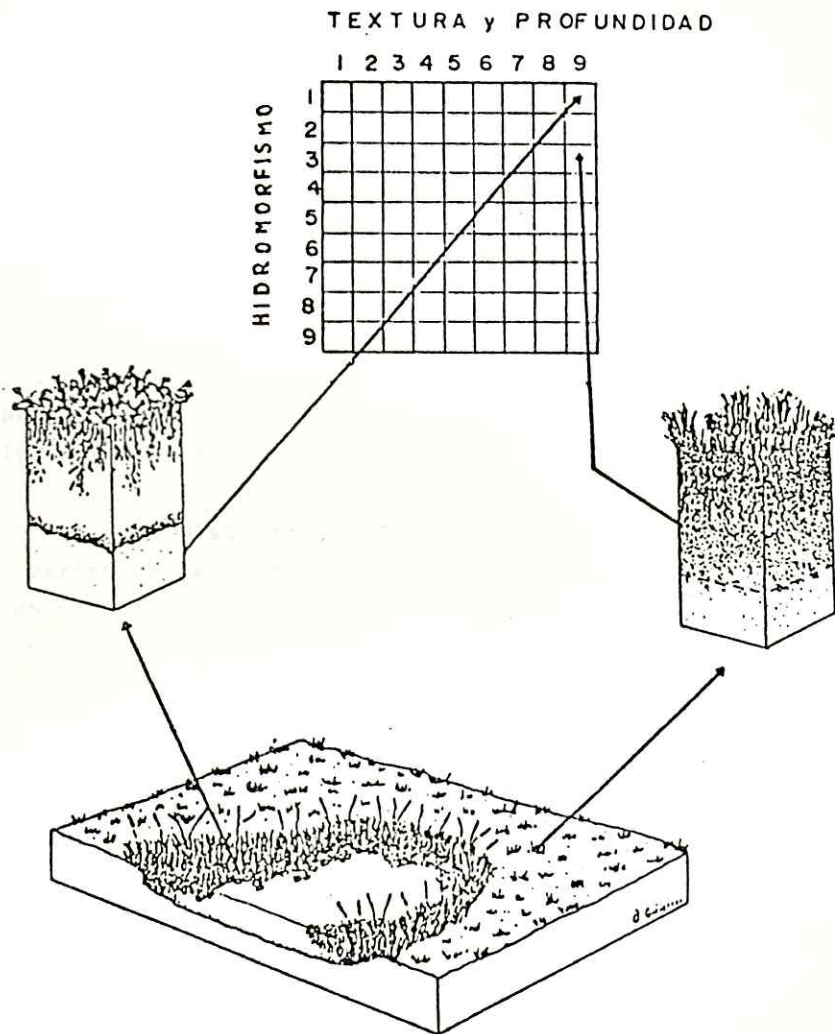


Figura 3 . Sitios del Distrito Depresional.

por la presencia o no de aguas saladas o mixualinas en su evolución.

Las depresiones que sufren el efecto de las mareas, denominadas marismas, presentan salinidad relacionada a las características de las aguas que las afectan, siendo en ellas la salinidad el carácter determinante por encima de otros factores. Las depresiones que no sufren el efecto de las mareas suelen en cambio, presentar una mayor diversidad en relación a las características de los sedimentos que las generan y de las características químicas de las aguas de inundación.

Cuando Distrito y Sitio coinciden en un mismo sector como ocurre en pequeñas depresiones en terrazas aluviales o altiplanicies, es esperable una mayor variabilidad que en los casos antes descritos. En este caso existen desde depresiones a napa colgada por impermeabilización, como las napas existentes en las planicies de inundación en la provincia del Mapocho, hasta meandros abandonados o canales de desborde, paleocauces, etc.

En este Distrito los Sitios con napa freática permanente, varían en relación a la altura de dicha napa, que va desde un espejo de agua permanente hasta situaciones en que se encuentra por debajo del perfil del suelo.

Los Sitios que la mayor parte del año permanecen anegados, suelen desarrollar horizontes turbosos superficiales de espesor variable (horizontes hísticos). En depresiones de zonas húmedas calientes o frías fundamentalmente, las condiciones de reducción permanente impiden la oxidación de la materia orgánica. Su oxidación rápida por desecación en presencia de sulfatos produce una violenta acidificación del suelo que impide cualquier ulterior crecimiento vegetal.

Plano

Dentro de este Distrito dominan procesos de agradación, que pueden clasificarse en aluviales y eólicos. Los Sitios de planicies aluviales, terrazas, sufren una variación continua en su gradiente de variación desde la margen del río hasta el borde superior de la terraza. Como la variación

longitudinal es más gradual, por lo cual ocurre en distancias mayores que la transversal. Los Sitios en terrazas aluviales tienen por lo tanto formas alargadas (Figura 4).

Los Sitios aluviales a montante suelen estar formados por material grueso y las terrazas separadas por importantes desniveles. Hacia el curso medio e inferior, en la medida que disminuye la competencia, los depósitos se van tornando más finos.

Las características topográficas que permiten una fuerte percolación del agua suelen favorecer la diferenciación de horizontes en el suelo con frecuente generación en climas templados subhúmedos y húmedos de panes de arcilla aluviales. Frecuentemente, sitios de terrazas antiguas enriquecidas con acumulaciones de finos durante las crecientes excepcionales, generan suelos cumúlicos. Son frecuentes dentro de este sistema, Distritos depresionales ocupados por un solo Sitio como es el caso de vegas, meandros abandonados, etc.

Características diferentes presentan aquellos Sitios originados en rampas o glacis de acumulación, los cuales generan superficies planas ocasionalmente de gran extensión en zonas áridas o por herencia en zonas semiáridas, formados por materiales mal clasificados. La parte superior, el pediment, suele presentar Sitios a roca desnuda aún con pendientes relativamente suaves. La disección de estas superficies, por cambios en el potencial morfogenético, genera relieves ondulados con una mayor diversidad de Sitios. La parte media e inferior de los conos de deyección suele presentar Sitios similares a los glacis de acumulación.

En zonas áridas o costas marinas se generan campos de dunas. Los tamaños de éstas formaciones arenosas varían mucho así como también las pendientes por ellas generadas. Una vez fijadas por la vegetación, sin embargo, la energía del relieve tiende a suavizarse generando formas onduladas. La inestabilidad y la uniformidad de las formas son la características de estos Sitios.

TEXTURA y PROFUNDIDAD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

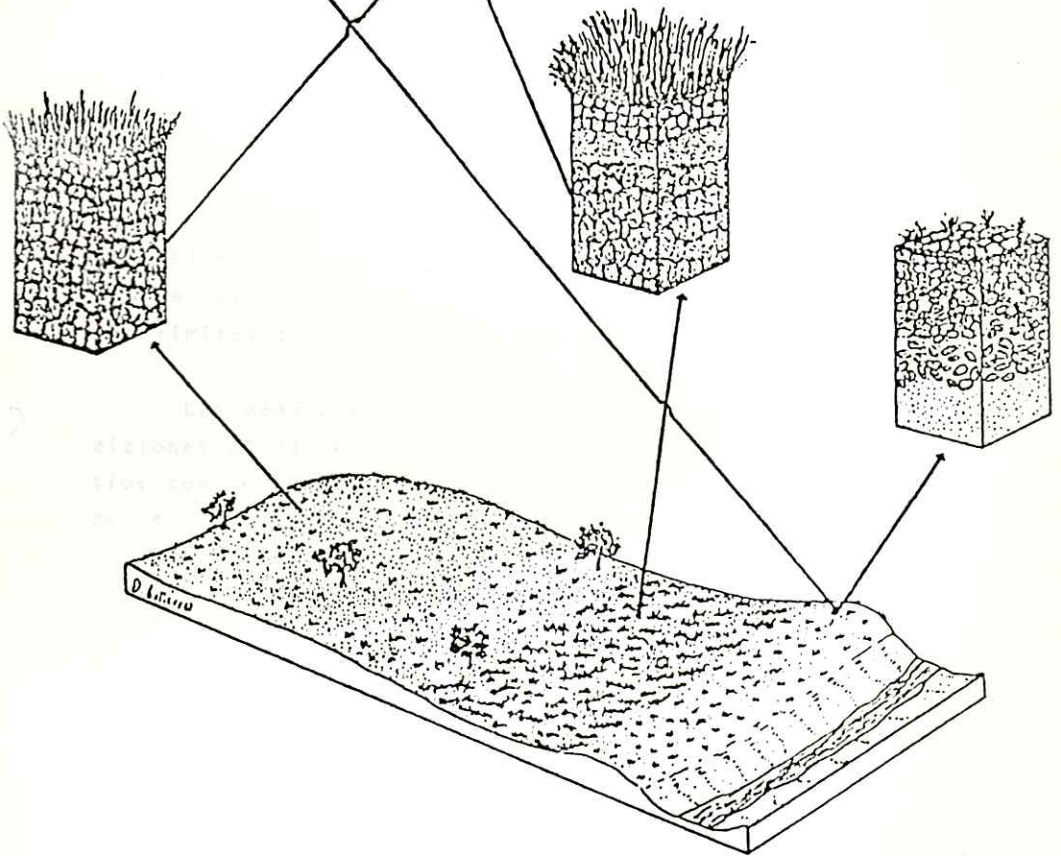


Figura 4 . Sitios del Distrito Plano

Ondulado

Los Sitios de este Distrito se caracterizan en general por tener suelos desarrollados en materiales autógenos o transportados a corta distancia, lo que les confiere una variabilidad acorde al sustrato geológico, más lo dependiente de la forma y pendiente de las laderas, así como su exposición. Efectivamente, es a partir de pendientes de más de 14%, en general más del 18%, que la exposición comienza a jugar un rol importante en la biota del Sitio (Figura 5).

Las pendientes relativamente suaves permiten desarrollar suelos suficientemente profundos, como para producirse diferenciación de horizontes no tan intensas como en los sitios del Distrito plano, pero igualmente manifiesta.

En general, los Sitios presentan una mayor profundidad de suelos hacia la base del Distrito, por lo que se pueden separar estructuras celulares a lo largo de la pendiente, cuyos límites laterales están determinados por la exposición.

Las pendientes concentradoras de aguas, cuando las condiciones climáticas lo permiten, desarrollan en general sitios con un cierto grado de hidromorfismo y una profundidad de regolito sensiblemente mayor. Los Sitios que se desarrollan en relieves subordinados dentro del Distrito suelen presentar rocosidad variable con enriquecimiento consistente de finos y suelos muy profundos.

Cerrano

El Distrito Cerrano, como relieve autónomo, cumple con las mismas características que los relieves autónomos de colinas en cuanto a tener una variabilidad de Sitios en relación a los materiales geológicos que lo componen. Presenta, sin embargo, una mayor proporción de suelos superficiales y con una mayor rocosidad. La exposición de la pendiente pasa a tener prominencia en relación a la determinación del Sitio y al igual que en todos los Distritos autónomos hacia la base presenta Sitios de suelos más profundos.

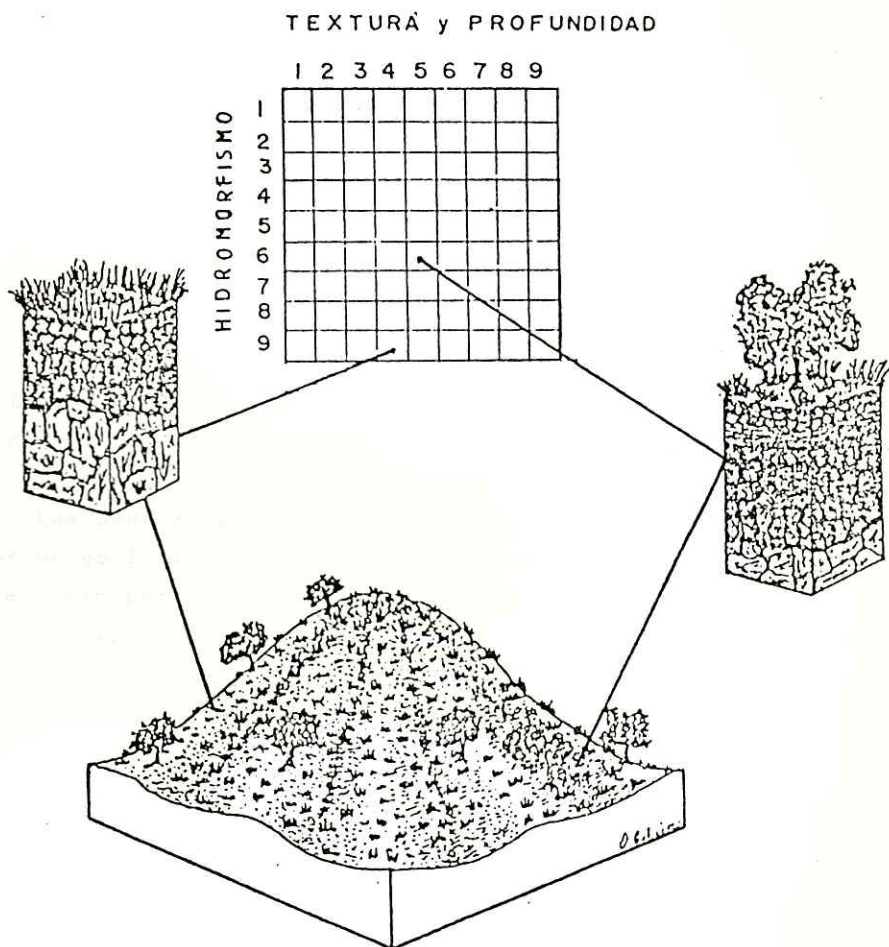


Figura 5 . . . Sitios del Distrito Ondulado

La existencia de bandas altitudinales es otra característica de este Distrito, así como Sitios de roca desnuda hacia la cima, debido al predominio de procesos de ablación sobre los de acumulación y transporte. Las formas predominantemente dispersadoras de agua condicionan una cierta homogeneidad de Sitios, dentro de una misma banda altimétrica y para una misma exposición.

Muy comúnmente en este Distrito, los Sitios presentan piedras de gran tamaño, que hubieran sido eliminadas por transporte de ladera en Distritos a pendiente más energética como el montañoso.

Montano

Los Sitios del Distrito Montano, a igualdad de otros factores, presentan Sitios con recubrimiento más delgado que los Distritos cerrado y ondulado. Como consecuencia de ello son más frecuentes los Sitios con roca desnuda (Figura 6).

Las pendientes rectas presentan frecuentes Sitios formados de guijarros y rocas angulosas sin matriz, producidos por el transporte nival de materias fracturadas por crioclastia. La exposición de la pendiente es, en este Distrito, junto con la altitud, el factor determinante de la diferenciación de Sitios.

Ocasionalmente, los Sitios pueden estar generados por piedmonts de gravedad de ángulo de reposo muy pronunciado, en cuyo caso están constituidas mayoritariamente por clastos muy gruesos, en una matriz de textura variable.

CUENCA

Antecedentes

La cuenca puede ser considerada desde el punto de vista del medio físico, como la expresión más acabada de una unidad sistémica. Figura 7. La cuenca tiene límites relativamente claros, que incluyen la mayoría de las estructuras pertinentes que definen su funcionamiento y comportamiento o respuesta sis-

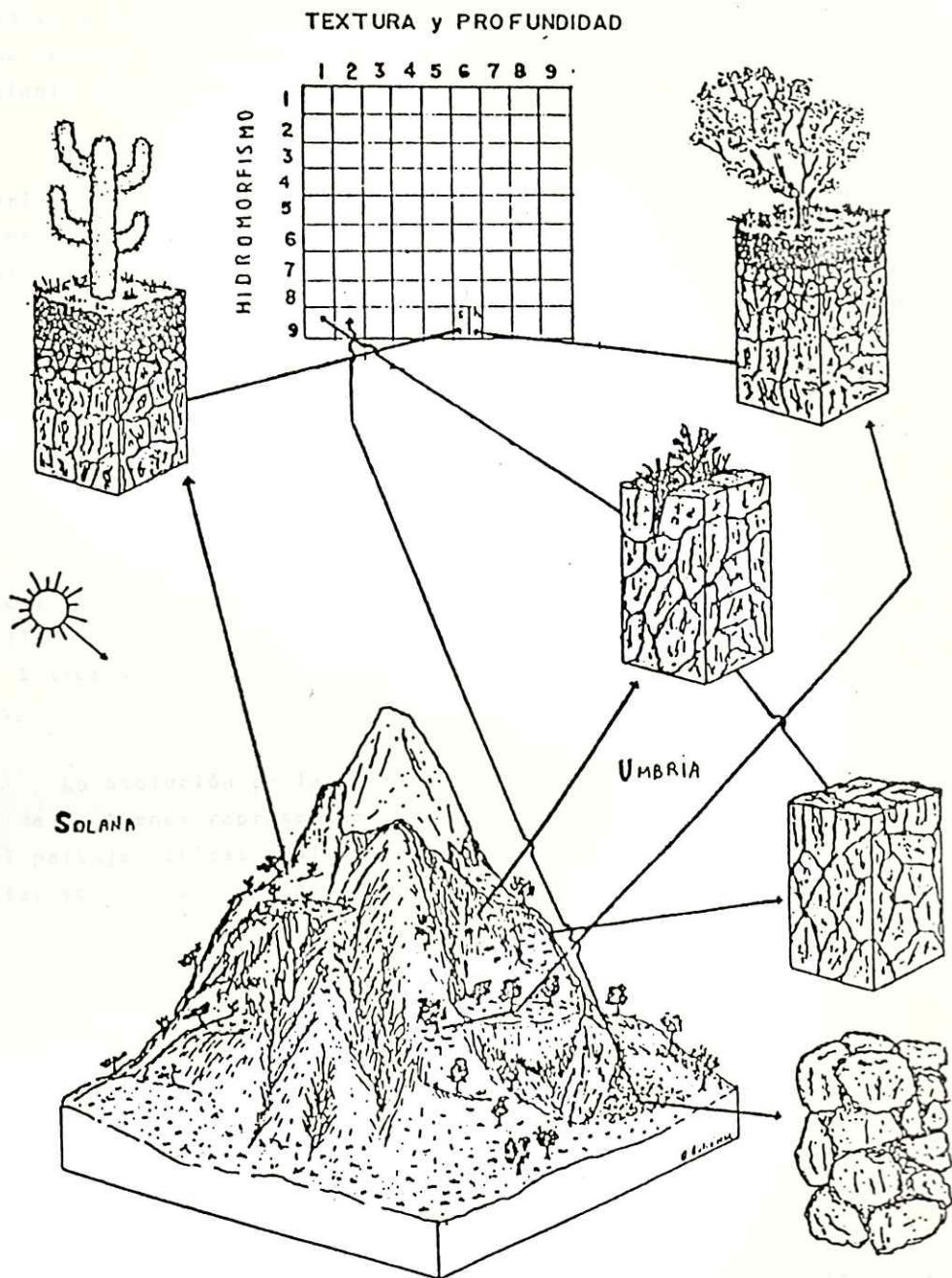


Figura 6 . Sitios del Distrito Montano

témica a estímulos externos. La vía de drenaje es el elemento que refleja el funcionamiento del sistema sobre el que se asienta (Figura 8).

Como sistema abierto, la cuenca adquiere la forma necesaria para mantenerse igual a sí misma, toda vez que los distintos subsistemas que la componen han entrado en equilibrio. Cuando alguno es modificado por encima de un determinado umbral, el conjunto del sistema evoluciona produciendo ajustes de formas o estructuras que deberán alcanzar un nuevo equilibrio. La vía de drenaje será la primera en restablecer el equilibrio, en la medida de que es la sección del paisaje, que concentra la mayor cantidad de energía cinética por unidad de área.

En general, las cuencas pueden subdividirse en alta, media y baja en relación a la pendiente del río y fuerza de cizalla. A cada parte de la cuenca se asocia un cierto patrón de Sitios y Distritos con una vegetación climática determinada.

La evolución de las estructuras que componen cada parte de la cuenca representan un balance entre dos estrategias del paisaje, únicas posibilidades del mismo de persistir. Estas son: la disipación de la energía cinética en base a estructuras disipativas (Prigogine, 1955), en forma de energía térmica de bajo poder calórico (entropía) o la conducción de la energía fuera del sistema con un mínimo de trabajo generado (Leopold y Maddock, 1953).

Tal equilibrio se alcanza naturalmente en la medida de que cada sitio, fundamentalmente en la alta cuenca, que es la que aporta mayor caudal, desarrolle una vegetación climática. Esta vegetación tenderá a maximizar el uso de un recurso importante y generalmente escaso, como lo son el agua y los nutrientes minerales para el desarrollo de las plantas. En tales condiciones, la mayor parte de las precipitaciones infiltrará en el suelo, contribuyendo también a la regularización de los cauces fluviales y a prevenir crecientes excepcionales.

Cuando por tala o sobre pastoreo se modifican los Sitios de la alta cuenca, el efecto más inmediato sobre el río,

(HIDR)
Hidromorfismo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Textura
Profundidad

Cerrano
(TXPR)

Montano

Ondulado

Plano

Depresion

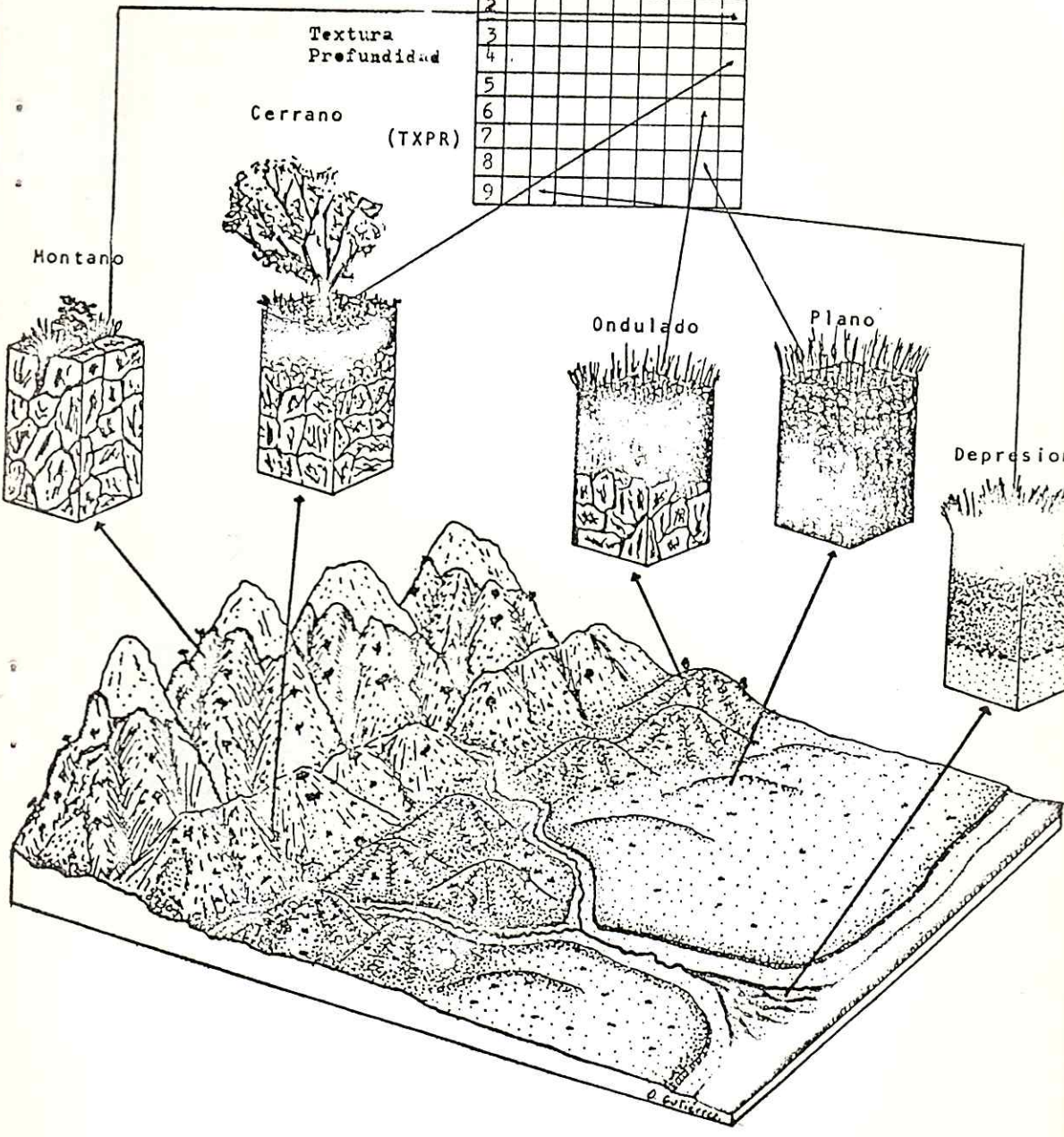


Figura 7. Esquema geomorfológico general de los Distritos y caracterización de un sitio-tipo de cada uno.

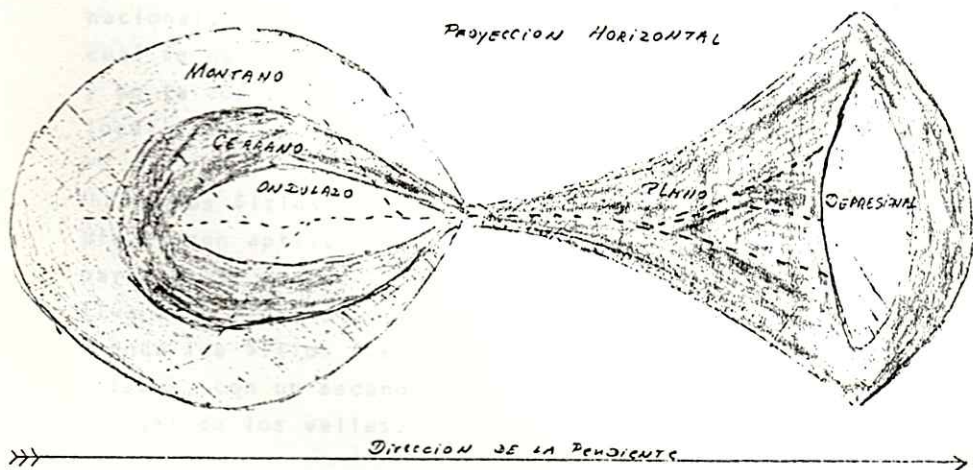
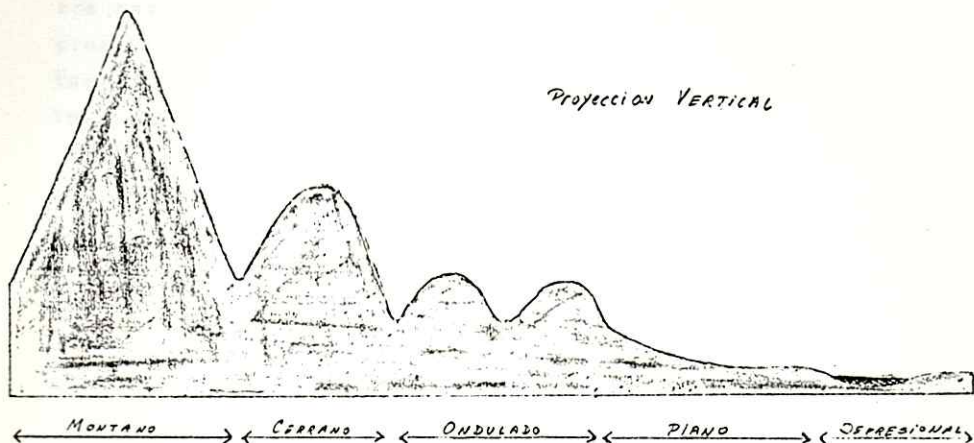


Figura 8 . Esquema generalizado de una cuenca.

no se hará sentir tanto en el curso superior, donde el río gasta su energía produciendo turbulencia y transportando gruesos bloques sobre un lecho rocoso, sino sobre el curso medio donde el agua lleva más velocidad y energía y discurre entre terrazas aluviales. Un aumento de caudal, por incremento en el escurrimiento produce mayor turbulencia y por tanto en la energía que se gasta, produciendo trabajo sobre los márgenes.

En las cuencas que comienzan en Distrito Montano de gran altitud, las nieves permanentes juegan un rol fundamental en la regulación del caudal de los ríos. El deshielo, que coincide en general con el estiaje, es responsable de mantener el caudal.

En cuanto a su aptitud, se pueden zonificar las cuencas según su potencial de uso. En una clasificación de este tipo, los Sitios de la alta cuenca son productores de agua y como tales deben ser manejados. En general, los países con larga tradición en manejo de cuencas declaran como parques nacionales y reservas de vida silvestre estas áreas, con lo cual se garantiza la mayor regularidad en los cursos de agua y en la conservación de recursos valiosos para los Distritos localizados en la parte inferior.

Los Sitios de vertiente que se ubican en la cuenca media tienen aptitud pastoril. Los valles o terrazas de esta parte de la cuenca tienen aptitud agrícola o pastoril intensiva, bajo riego por acequias. En la parte inferior de la cuenca los Sitios suelen tener aptitud agrícola en todo el paisaje, con un secano a nivel de los lomajes y de riego a nivel de los valles.

Distribución de Sitios

Las cuencas hidrográficas constituyen sistemas con componentes vectoriales en el sentido de las pendientes (González, 1981). Esta vectorialidad del sistema es especialmente notoria en relación a los Distritos planos del sistema de terrazas. En ella existe toda una gradación en la granulometría de los sedimentos desde la alta cuenca hasta la desembocadura, tanto en el sentido de la corriente como transversalmente a

ellas, con disminución en el volumen y masa de las partículas en dirección de la desembocadura y desde el cauce hacia la transición ladera-terrazza.

Tal gradación, explica en gran medida la distribución de los cultivos con distintas exigencias de suelos a lo largo y ancho de los valles. Esta gradación, además es causada por la disminución en el gradiente de pendientes a lo largo de los valles, la cual es generalmente acompañada en zonas no muy distorsionadas por la tectónica, por una disminución en las pendientes de las vertientes que se asocian a los cursos fluviales.

Esta disminución en el gradiente de pendientes produce normalmente una secuencia de Distritos y sus Sitios asociados, que si la secuencia es completa, parte de Distritos montañosos y sigue con cerranos, ondulados, planos y depresionales.

La causa principal de la frecuencia de tal secuencia puede encontrarse en la relación altitud/distancia. Cuanto más próximo al nivel de base, más energía potencial tiene un relieve, y por tanto, mayor tendencia a la pérdida de materiales, con la consecuente evolución hacia pendientes de equilibrio en menor tiempo y además, con dichas pendientes menos pronunciadas. Concomitantemente con esta disminución en las pendientes, ocurre una disminución en el área de recepción de la cuenca.

Los Sitios de la alta cuenca se presentan como estructuras en pisos, bandas en relación con la altitud y la exposición. Al pasar del Distrito montano al cerrano hay un predominio de componentes de variación en la dirección de la pendiente más la exposición. Lo mismo es de esperar que suceda en el ondulado, pero en éste comienza a ocurrir cierta mosaicidad en el padrón, que se acentúa en el Distrito plano hacia las pendientes más fuertes del mismo en el paisaje ondulado, en los cuales la orientación comienza a perder importancia. El ordenamiento más frecuente en ellos es la toposecuencia o catena.

Los planos de poca pendiente, como terrazas aluviales y grandes llanuras vinculables a cursos medios y bajos, pre

sentan un ordenamiento en forma de estructuras alargadas pa
ra las terrazas y bandas latitudinales en las grandes llanu
ras, que son independientes del desarrollo de las cuencas.

35-

CAJAL

res

BYKSTERHUIS

land upon qv

BYKSTERHUIS, E.J., 1912

Icones botanicae 25

BIBLIOGRAFIA

- ALCAYAGA, S. 1983. Curso postgrado reconocimiento de sue los. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago.
- ALTAMIRANO, E. et al. 1976. Carta de reconocimiento de sue los del Uruguay, Tomo I Clasificación de suelos; MAP. Dirección de Suelos y Fertilizantes. Montevideo.
- ANDERSON, K.L. y C.L. FLY. 1955. Vegetation-soil relationships in Flint Hills bluestem pastures. J. Range Manage. 8: 163-169.
- BALL, D.F. Site and Soils, Cap.6
- BRAUN-BLANQUET, J. 1932. Plant sociology. Mc Graw-Hill, N.Y.
- CAJANDER, A.K. 1926. The theory of forest types. Acta Fo rest. Fennica. 29:1-108.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1949. Condition and management of range land upon quantitative ecology. J. Range Manage. 2:104-115.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1958. Ecological principles in range eva luation. Botanical Rev. 24:253-272.
- EIKLEBERRY, R.W. 1956. Soil is the key to range capability. Soil Conservation 21:246-249.
- FRANCIS, J.K. 1984. Soil Site Classification for bottomland hardwoods. En: Proceedings, Twelfth Annual Hardwood Symposium, Hardwood Research Council. EE.UU.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987. Sistema de clasificación de pastizales. Pontificia Universidad Católica de Chile; Sistemas en Agricultura IISA - 8714. Santiago.
- GASTO, C.J. 1979. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Universitaria. Santiago.

- GONZALEZ, F. 1981. Ecología y paisaje; Blume Ediciones, Madrid.
- HEERWAGEN, A. y A.R. AANDAHL. 1961. Utility of soil classification units in characterizing native grassland plant communities in the Southern Plains. J. Range Management. 14:207-213.
- HUSS, D.L. 1964. A glossary of terms used in range management. Amer. Soc. Range Manage, Porhand, Oregon.
- KLINGEBRIEL, A.A. y P.H. MONTGOMERY. 1961. Land capability classification. USDA, Soil Cons. Serv. Handbook No.210 Washington D.C.
- LEOPOLD, L.B. y W.B. LANGBEIN. 1962. The concept of entropy in landscape evolution. En: U.S. Geol. Survey Prof. paper 500-A. EE.UU.
- NEEF, E. 1967. Die Theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre, 1967. Haach.Gotha. Leipzig.
- POLYNOV, B.B. 1952. Cheokhimicheskie Landshafty (Paisajes geoquímicos); En: Gheograficheskie raboty; Gheografhiz. Moscú.
- PRIGOGINE, I. 1955. Introduction to thermodynamics of irreversible processes; En C.C. Thomas, Springfield; EE.UU.
- PRIGOGINE, I. 1962. Nonequilibrium statistical mechanics. John Wiley & Sons, N.Y. EE.UU.
- PUENTES, R. y J. SGANGA. 1982. El relevamiento de reconocimiento de suelos a escala 1:100.000 en la República Oriental del Uruguay. Metodología y pautas. MAP. Dirección de Suelos. Montevideo.
- PUENTES, R. y J. SGANGA. 1982. La Serie; La categoría taxonómica más específica para la clasificación de suelos del Uruguay. MAP. Dirección de Suelos. Montevideo.
- RAY, R.G. 1956. Site-types, growth and yield at the lake. Edward Forest Research Division. Technical Note. 27.

- RENNER, F.G. 1949. Recent advances in methods of restoring deteriorated grazing land. Proc. United Nations Sci. Conf. on Conserv. and Util. of Resources; 6; 544-548
- RENNER, F.G. y B.W. ALLRED. Clasifying rangelands for conservation planning. U.S. Dept. Agr., Agr. Handbook. 235.
- RENNER, F.G. y E.A. JOHNSON. 1942. Improving range conditions for wartime livestock production. U.S. Dept. Agr., Farm Bull. 1921.
- SHIFLET, T.N. 1973. Range sites and soils in the United States. U.S. - Australia Workshop.
- SOIL SURVEY STAFF. 1951. Soil Survey Manual. USDA. Handbook N° 18. Washington D.C.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1962. Technician guide to range site, condition classes and recommended stocking rates in soil conservation districts of the foothill area of central Montanas 10-14" precipitation belt. U.S. Dept. Agriculture., Soil Conservation Service, Portland, Oregon. M-4377. 1 p.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1975. National handbook for native grazing lands. U.S. Dept. Agr.
- SOMBROEK, W.G. 1969. Soil studies in the Merim Lagoon Basin. Merim Lagoon Regional Project L.M. 131. Treinta y Tres. Uruguay.
- SOMBROEK, W.G. 1972. Estudio de suelos area Yaguarón, Depto. de Cerro Largo. Ministerio de Ganadería y Agricultura, PELS. Uruguay.
- TRICART J. y A. CAILLEUX. 1965. Introduction a la geomorphologie climatique. Societé d'Editions d'Enseignement Supérieur. París.

VINOGRADOV, B.V. 1967. The landscape conception and its use in the grassland territories. 2nd. Internat.Seminar Integrated Surveys Natural Areas. ITC - UNESCO Center on Integrated Surveys. Delft. April, 1967.

ZONNEVELD, I.S. 1972. Evaluación de tierras y ciencias del paisaje. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos. Montevideo.