Boletín de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. (Nº 3-2.), pp. 443-451

COMUNIDADES VEGETALES COMO BIOINDICADORES EDAFOCLIMATICOS EN LA COMARCA DE LA CABRERA (LEON, ESPAÑA).

Eduardo ALONSO HERRERO, Angel PENAS MERINO, Sara del RIO GONZALEZ, Elena de PAZ CANURIA y Luis HERRERO CEMBRANOS.

Dpto. de Biología Vegetal. Fac. de Biología. Univ. de León. 24071. León.

Abstract: Data coming from the biogeography, bioclimatology and phytosociology have been used to define the bioindicators in the caracterization of the soil climate, this was made because of the almost absence of soil climate data, and the scarce representativity of the extrapolated climatical ones. Thus, the different soil moisture and temperature regimes have been stablished, in order to make the soil mapping, and the study of the soil genesis and classification in the region of La Cabrera (León, NW Spain).

Key words: Soil climate, soil moisture regime, soil temperature regime, series of vegetation, bioclimates and bioclimatic belts.

Resumen: Se han utilizado los conocimientos aportados por la biogeografía, bioclimatología y fitosociología para la definición de bioindicadores en la caracterización del edafoclima, debido a la casi total ausencia de datos propiamente edafoclimáticos, y la escasa representatividad de los climáticos extrapolados. De esta forma se han establecido los diferentes regímenes de humedad y temperatura del suelo para la realización de la cartografía edáfica y el estudio de la génesis y clasificación de los suelos de la comarca de La Cabrera (León).

Palabras clave: Edafoclima, régimen de humedad del suelo, régimen de temperatura, series de vegetación, bioclimas y pisos bioclimáticos.

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo ha sido establecer los regímenes de humedad y temperatura del suelo utilizando como bioindicadores las comunidades vegetales. Esta aplicación se ha realizado en un área de considerable biodiversidad vegetal como es la comarca de La Cabrera (León).

Al realizar la cartografía de suelos (Alonso Herrero et al., 1996) se ha necesitado la definición de los diferentes regímenes de humedad y temperatura del suelo para establecer la taxonomía de los grupos de suelos correspondientes a las diferentes unidades cartográficas.

Ante la escasez de datos climáticos del territorio se ha optado por establecer un primer intento de aplicación de la asociaciones vegetales como bioindicadores de estos regímenes.

También ha sido nuestro objetivo establecer una relación de aproximación entre la metodología fitosociológica y los estudios del edafoclima.

ZONA DE ESTUDIO

La comarca natural de La Cabrera está situada en el extremo suroccidental de la provincia de León, al sur de El Bierzo, y limitando con las provincias de Zamora y Orense (Fig.-1). En ella se diferencian dos subcomarcas: Cabrera Alta, drenada por el río Eria y Cabrera Baja, por el río Cabrera. La casi totalidad del territorio se encuentra formado por materiales paleozoicos, concretamente del Ordovícico y Silúrico de la Zona Centro-Ibérica pertenecientes al dominio estructural del sinclinorio de Truchas.

Esta zona presenta una gran uniformidad litológica que corresponde, en su mayor parte, a las pizarras metamórficas (explotadas como pizarras de techar) del núcleo del sinclinal de Truchas, con una orla de contraste formada por crestones de cuarcita armoricana que dibujan exteriormente la terminación del sinclinorio.

El clima de esta comarca es muy contrastado estacionalmente, con grandes diferencias por su alturas y exposiciones. Los regímenes de humedad y temperatura del suelo se han deducido a partir de la aplicación de bioindicadores biogeográficos y bioclimáticos, ya que la extrapolación de los datos de las escasas estaciones existentes en la zona no reflejan las condiciones naturales.

El relieve presenta como característica fundamental la herencia de un paleorrelieve senil (Mioceno?) de tipo apalachiense que se conserva en su mayor parte en la Cabrera Alta y, ya muy truncado por la erosión fluvial, en la Cabrera Baja. Se ha originado por el descenso del nivel de base durante la formación de la depresión tectónica de la fosa del Bierzo. La morfología glaciar retoca durante el Pleistoceno las zonas altas de la Sierra de Cabrera (2.122 m) y del Teleno (2.185 m).

Figura 1. Situación de la zona de estudio.

MATERIAL Y METODOS

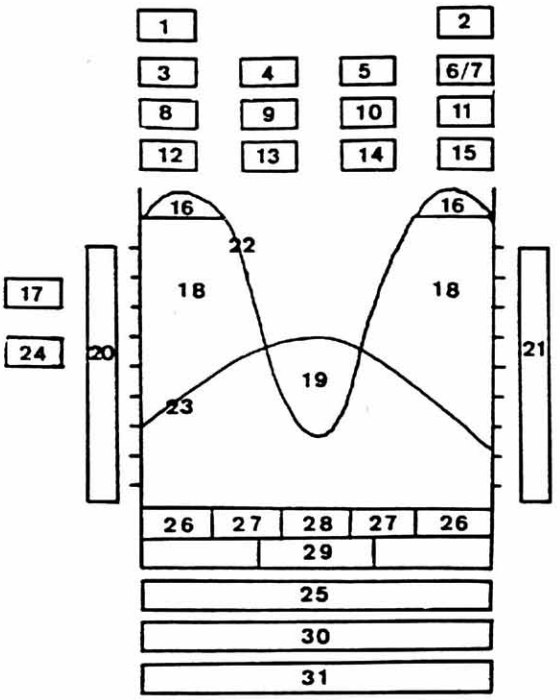
Clima y bioclima

Para tener un conocimiento bioclimático del territorio se han utilizado los datos de 26 estaciones; de ellas una, la de Castrocontrigo, es termopluviométrica y las restantes sólo tienen pluviometría.

Para su tratamiento bioclimático se ha seguido la propuesta de Rivas-Martínez (1995 y 1997) cuyos resultados establecen 2 tipos de Macrobioclimas para la zona de estudio: Templado y Mediterráneo y 2 bioclimas: Templado oceánico submediterráneo y Mediterráneo pluviestacional-oceánico.

Asimismo, se establecen los diagramas ombrotérmicos de Gaussen-Bagnouls de cada una de ellas, la ficha hídrica y el diagrama hídrico de la totalidad de las estaciones (fig. 2 y 3). Los datos térmicos de las estaciones pluviométricas fueron extrapolados a partir de las cercanas termopluviométricas.

Por otra parte, dado que el relieve del territorio de estudio es muy acusado, 381 m en



01. Estación meteorológica

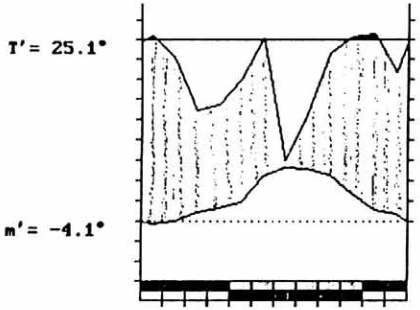
02. Altitud sobre el nivel del mar
03. **P**: Precipitación media anual en mm
04. Latitud
05. Longitud
06. Años de observación termométrica
07. Años de observación pluviométrica
08. **T:** Temperatura media anual en °C

09. **Ic:** Indice de continentalidad
10. **Tp**: Temperatura positiva anual
11. **Tn**: Temperatura negativa anual
12. **m**: Temperatura media de las mínimas del mes más frío
13. **M**: Temperatura media de las máximas del mes más frío
14. **Itc:** Indice de termicidad compensado
15. **Io**: Indice ombrotérmico
16. Periodo húmedo (Pm > 100 mm, escala reducida a 1/10)
17. **T':** Temperatura media de las máximas absolutas
18. Periodo húmedo (Pm < 100 mm)
19. Periodo de sequía o árido
20. Escala de temperaturas en °C
21. Escala de precipitación en mm
22. Curva de precipitación media mensual
23. Curva de temperatura media mensual
24. **m':** Temperatura media de las mínimas absolutas
25. Meses
26. Periodo de heladas seguras
27. Periodo de heladas probables
28. Periodo libre de heladas

29. **PAV**: Periodo de actividad vegetal (tm > 2,5 °C)
30. Bioclima y variante bioclimática
31. Piso bioclimático

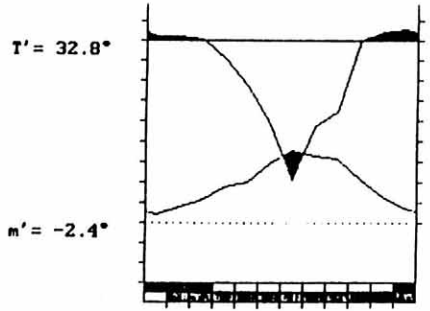
Figura 2. Esquema y caracterización de un diagrana ombroclimático según Rivas-Martínez 1995.

MORREDERO (LEON) 1580 m
P= 981 42° 24'N 6°24'W 6/ 4 a
T= 5.7° Ic= 15.1 Tp= 703 Tn= 17
m= -4.9 M= 1.6 Itc= 23 Io= 12.2



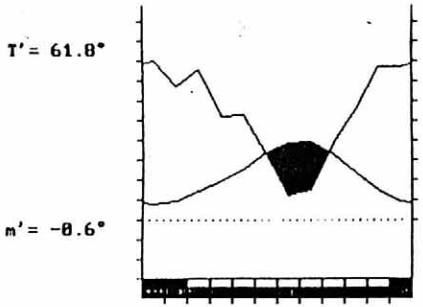
TEMPLADO OCEANICO (SUBMEDITERRANEO)
OROTEMPLADO INFERIOR (OROSUBMEDIT.) HIPERHUMEDO INF.

LA BAÑA (LEON) 1040 m
P= 1071 42° 16'N 6°40'W 6/ 30 a
T= 9.7° Ic= 15.9 Tp= 1164 Tn= 0
m= -1.2 M= 7.0 Itc= 155 Io= 9.2



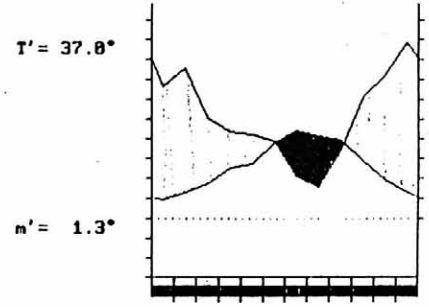
TEMPLADO OCEANICO (SUBMEDITERRANEO)
SUPRATEMPLADO INFERIOR (SUPRASUBMEDIT.) HUMEDO SUP.

CASTROCONTRIGO (LEON) 920 m
P= 636 42° 11'N 6°11'W 32/ 40 a
T= 11.1° Ic= 15.9 Tp= 1335 Tn= 0
m= -0.5 M= 8.4 Itc= 190 Io= 4.8



MEDITERRANEO PLUVIESTACIONAL-OCEANICO
SUPRAMEDITERRANEO INFERIOR SUBHUMEDO SUPERIOR

PUENTE DE DOMINGO FLOREZ (LEON) 381 m
P= 618 42° 24'N 6°49'W 6/ 30 a
T= 13.1° Ic= 17.5 Tp= 1574 Tn= 0
m= 1.4 M= 9.6 Itc= 242 Io= 3.9



MEDITERRANEO PLUVIESTACIONAL-OCEANICO
MESOMEDITERRANEO SUPERIOR SUBHUMEDO INFERIOR

Figura 3. Ejemplos de diagramas ombrotérmicos del territorio.

Puente de Domingo Flórez, 2.185 m en el Teleno y 2.122 m en el Pico Vizcodillo, la zonación vegetacional, influida por los factores climáticos variables en razón del gradiente altitudinal, determina la presencia de pisos bioclimáticos diversos por la existencia de termotipos y ombrotipos diferenciados.

A partir de la metodología desarrollada por Rivas-Martínez (1995 y 1997), ya aplicada para la caracterización edafoclimática de la comarca de los Ancares (Alonso Herrero y Penas Merino, 1996), se establece la presencia de dos tipos de bioclima: "Templado oceánico submediterráneo" y "Mediterráneo pluviestacional-oceánico". De igual modo se han obtenido los pisos bioclimáticos presentes en la zona, tanto ombrotipos como termotipos (ver Tabla 1).

Suelos

Se han levantado 63 perfiles para conocer la potencialidad y usos del suelo, así como para relacionar su edafogénesis y edafoclima con los bioindicadores vegetales. De cada perfil se tomaron muestras de sus diferentes horizontes para su análisis y se realizó la descripción morfológica de acuerdo con F.A.O. (1977). Se analizaron los siguientes parámetros: textura (Bouyoucos), color Munsell, pH (1:2.5), conductividad, cationes de cambio, materia orgánica (Walkley Black), nitrógeno (Kjeldalh) y carbonatos (Bernard). Para su taxonomía se han utilizado las clasificaciones de suelos de F.A.O. (1988) y de S.T.S. (1992).

En cada perfil, siempre que ha sido posible, se ha realizado un inventario fitosociológico o bien una relación de las especies presentes para lograr establecer a qué tipo de asociaciones vegetales pertenece y su posición dentro de las series de vegetación.

Vegetación

Desde el punto de vista biogeográfico la comarca de La Cabrera en su totalidad esta incluida en el Sector Orensano-Sanabriense de la Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa de la Región Mediterránea (Penas Merino, 1995).

Sólamente alguna de las zonas más altas se incluye en la Región Eurosiberiana por su diferente bioclima y vegetación.

Se ha realizado un análisis fitosociológico para poder establecer qué asociaciones y series de vegetación están presentes. Para ello se levantaron inventarios de vegetación en áreas florísticamente homogéneas, siguiendo el método de la escuela SIGMATISTA de Zürich-Montpellier, que fueron unidos, cuando eran semejantes, en tablas de asociaciones para determinar su dinamismo, y en un paso posterior, teniendo en cuenta todos los aspectos de su evolución temporal y espacial, se establecieron las series de vegetación que aparecen en el territorio (Penas Merino 1995).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se propone una correlación entre los tipos de bioclimas y sus pisos bioclimáticos con los regímenes de humedad y temperatura del suelo (Tabla 1). Esta correlación se ha basado en el conocimiento y estudio de los bioindicadores vegetales a nivel de asociación, ya que éstos implican la presencia, ausencia y valencia ecológica de gran número de especies vegetales que se distribuyen según las condiciones ambientales y, en muchos casos, totalmente relacionados con los regímenes de humedad y temperatura del suelo.

A gran escala los dos tipos de bioclimas presentes estarían ligeramente relacionados con los tres tipos de regímenes de humedad representados en Lázaro et al. (1978): údico, ústico y xérico.

Nieves et al.(1987) y Porta et al. (1994) exponen como dudosa la existencia del régimen ústico. Sumándonos al criterio de estos autores se ha asignado a las zonas correspondientes dentro del territorio estudiado a dicho régimen ústico, un régimen údico o xérico dependiendo de la etapa serial de vegetación presente.

La correlación entre los pisos bioclimáticos (termotipos) y el régimen de temperatura del suelo basado en la temperatura media anual del

Tabla 1. Relación entre bioclimas y pisos bioclimáticos con regímenes de temperatura y humedad del suelo.

BIOCLIMA Rivas-Martinez (in lit)	**Piso Bioclimático**		**Series climatófilas y edafoxerófilas**	**EDAFOCLIMA**	
	Termotipo	**Ombrotipo**		**R. Temperatura**	**R. Humedad**
Templado occánico submediterránco	Orotemplado (Orosubmediterránco) superior	Hiperhúmedo sup.	*Junipero nanae-Vaccinieto uliginosi (Genisto sanabrensis-Juniperето nanae)*	Cryíco	Údico
	Orotemplado (Suprasubmediterráneo) inferior	Hiperhúmedo sup.	*Genisto sanabrensis-Junipereto nanae (Luzulo henriquesi-Betuleto celtibericae)*	Cryíco (Mésico)	Údico
		Hiperhúmedo inf.	*Genisto sanabrensis-Junipereto nanae (Rusco aculeati-Querceto roboris)*	Cryíco (Mésico)	Údico
Mediterráneo pluviestacional-occánico	Oromediterráneo superior	Hiperhúmedo sup.	*Genisto sanabrensis-Junipereto nanae*	Cryíco	Údico
		Hiperhúmedo inf.	*Genisto sanabrensis-Junipereto nanae*	Cryíco	Údico
	Oromediterráneo inferior	Hiperhúmedo inf.	*Genisto sanabrensis-Junipereto nanae*	Cryíco	Údico
		Húmedo sup.	*Saxifrago spathularidi-Betuleto celtibericae*	Cryíco (Mésico)	Údico
	Supramediterráneo superior	Húmedo sup.	*Holco molli-Querceto pyrenaicae*	Mésico	Údico/Xérico
	Supramediterráneo inferior	Humedo inf.	*Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae*	Mésico	Údico/Xérico
		Subhúmedo sup.	*Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae*	Mésico	Údico/Xérico
	Mesomediterráneo superior	Subhúmedo sup	*Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae* faciación con *Quercus suber* (cal.)	Mésico	Údico/Xérico
		Subhúmedo inf.	*Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae*	Mésico	Xérico

aire más un grado, sitúa el límite de los regímenes cryico-mésico en 8 °C con el límite de los termotipos oro-supramediterráneo y oro-supratemplado y que en general concuerda con otras acepciones como son límite subalpino, supraforestal o periglaciar.

Los regímenes de humedad údico y xérico del suelo se han correlacionado con el índice de aridez Iar (Rivas-Martínez 1997) (údico para valores inferiores a 1.0 y xérico para valores superiores a 1.0) adaptándose al límite entre los ombrotipos húmedo inferior-subhúmedo superior (Indice ombrotérmico del piso humedo inferior Io > 5.5 y del piso subhumedo inferior Io < 5.5). Este índice de aridez sólo presenta buena correlación con las etapas climácicas y no así con las etapas seriales donde diversos parámetros del suelo (textura, estructura y capacidad de retención de humedad) y acciones antrópicas (tala, incendios, erosión y laboreo) cambian generalmente el régimen de humedad de údico a xérico.

Se ha establecido la relación entre las series de vegetación, tanto climatófilas y edafoxerófilas como edafohigrófilas y sus etapas seriales con los regímenes de humedad y temperatura del suelo teniendo en cuenta la situación de cada perfil dentro de la serie de vegetación potencial y la etapa serial correspondiente (Tabla 2). El tipo de asociación vegetal presente sirve como un bioindicador de los regímenes de humedad y temperatura del suelo. En este área de contacto entre los régimenes údico y xérico, los diferentes tipos de comunidades nos delimitarían el carácter údico o xérico del perfil del suelo. Por ejemplo, para los brezales existen unas asociaciones de carácter údico y otras de carácter xérico.

La respuesta de la vegetación a los bioclimas diferenciados e indicados con anterioridad determina la existencia de diversas series de vegetación, cuya dinámica corresponde a distintas asociaciones vegetales seriales de carácter progresivo o regresivo que serán respuesta clara a las condiciones hídricas del suelo, por lo que se pueden utilizar como bioindicadores del edafoclima, entendiendo por tal comunidades vegetales que colonizan un medio determinado, no sólo por los caracteres físico-químicos del suelo, sino también, y más particularmente, por el edafoclima o balance hídrico del suelo (temperatura, humedad, evaporación etc.).

Indudablemente esta respuesta vegetacional está condicionada por la presencia, ausencia o grado de desarrollo de los horizontes del suelo con mayor o menor capacidad de saturación o retención de humedad. Esto trae como consecuencia, por un lado, que las comunidades más próximas a la vegetación clímax respondan más concretamente a las condiciones macrobioclimáticas del territorio que las propiamente edáficas, mientras que, por otro lado, las más alejadas serialmente de las etapas clímax responderán más concretamente al edafoclima, como consecuencia de la pérdida o alteración de los horizontes superficiales del suelo.

Por tanto, el dinamismo vegetacional de carácter regresivo es uniforme en el mismo territorio con idéntico bioclima y en semejantes tipologías edáficas. Por el contrario, el dinamismo progresivo hacia la clímax puede seguir dos caminos diferentes en razón del edafoclima del suelo. Por un lado, si la tipología del suelo es del mismo carácter que la de la clímax, la vegetación serial tenderá a recuperar el mismo tipo de clímax, mientras que, por otro lado, si la tipología del suelo sobre la que se asienta la comunidad vegetal es diferente a la de la vegetación climácica, entonces el dinamismo progresivo determinará la existencia de una paraclímax diferente a la originaria.

CONCLUSIONES

A nivel taxonómico y a gran escala los bioclimas reflejan en buen grado los regímenes de humedad y temperatura, mientras que para estudios de mayor detalle y menor escala las series de vegetación y sus etapas seriales presentan mejores niveles de aproximación al edafoclima.

En resumen, se considera que para conocer

Tabla 2. Niveles de aproximación de los regímenes de humedad del suelo según las series de vegetación y sus etapas seriales.

SERIES DE VEGETACION	ETAPAS SERIALES					
Climatófilas y Edafoxerófilas	**Bosque**	**Piornales**	**Brezales**	**Enebral rast.**	**Pastizales**	**Cultivos**
Junipero nanae-Vacinieto uliginosi	----------	----------	----------	Údico	Údico	----------
Genisto sanabrensis-Junipereto nanae	----------	----------	----------	Údico	Údico	----------
Luzulo henriquesii-Betuleto celtibericae	Perúdico	Údico	Údico	----------	Údico	----------
Saxifrago spathularidis-Betuleto celtibericae	Perúdico	Údico	Údico	----------	Údico	----------
Rusco aculeati-Querceto roboris	Údico	Údico	Údico	----------	Údico	----------
Holco molli-Querceto pyrenaicae	Údico	Údico	Údico/Xérico	----------	Údico/Xérico	Údico/Xérico
Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae	Údico	Údico	Xérico	----------	Xérico	Xérico
Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae faciación con *Quercus suber*	Údico	Údico/Xérico	Xérico	----------	Xérico	Xérico
Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae	Xérico	Xérico	Xérico	----------	Xérico	Xérico
Edafohigrófilas	**Bosque**	**Sauceda arb.**	**Orla espin.**	**Prados**	**Herbazal**	**Cultivos**
Galio broteriani-Alneto glutinosae	Perúdico	----------	Údico	----------	----------	----------
Populo nigrae-Saliceto neotrichae	Údico	Údico	Údico	Xérico	----------	Xérico
Saliceto lambertiano-salvifoliae	----------	Acuico	----------	----------	Acuico	----------

el edafoclima de cualquier territorio es preferible utilizar los bioindicadores vegetales que suelen estar siempre presentes, a la casi imposible medición por medios físicos del total del territorio o la extrapolación de cortas series de datos climáticos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Ramón Areces la financiación del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Alonso Herrero, E. y Penas Merino, A. (1996). Aplicación de la Biogeografía y Bioclimatología en la definición de bioindicadores de temperatura y humedad del suelo en la comarca de los Ancares Leoneses (NO de España). Vol. Com. IV Congreso de la S.E.C.S., Lleida, 225-228 pp.

Alonso Herrero, E., Robles Llamazares, J.A. y Arranz González, J.C. (1996). Las unidades geoambientales en la cartografía de suelos. Aplicación en la comarca de la Cabrera, provincia de León, NO de España. CD Solo-Suelo 96. S.B.C.S. y S.L.C.S. Sao Paulo, Brasil.

F.A.O. (1977). Guía para la descripción de perfiles de suelo. FAO, Roma, segunda Ed.

F.A.O. (1988). Soil map of the world, revised legend. World Soil Resources Report 60, FAO. Rome.

Lázaro, F., Elías, F. y Nieves, M. (1978). Regímenes de humedad de los suelos de la España Peninsular. Monografía INIA 20. Ministerio de Agricultura. Madrid.

Nieves, M.; Bienes, R. y Gómez-Miguel, V. (1987). Clave de los suelos españoles. Mundi Prensa. Madrid.

Penas Merino, A. (1995). Bioclimatología y Vegetación. En: Atlas del Medio Natural de la Provincia de León. I.T.G.E-Dip.de León, Madrid.

Porta, J., López Acevedo, M. y Roquero, C. (1994). Edafología para la agricultura y medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. 807 p. Madrid.

Rivas-Martínez, S. (1995). Clasificación bioclimática de la Tierra (Bioclimatical Classification System of the World). Folia Bot. Matritensis 16: 1-25.

Rivas-Martínez, S. (1997). Syntaxonomical synopsis of North America natural potencial vegetation communities, I. Itinera Geobot. 10: 5-148.

S.S.S. (1992). Keys to soil taxonomy. SMSS Technical Monograph 19, Pocahontas Press: Blacksburg, VA.