CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

1598

32960

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS ESTUDIOS DE GENESIS, CLASIFICACION Y CARTOGRAFIA DE SUELOS CON REGIMEN ARIDICO

JOSE ALBERTO FERRER

SECRETARIO GENERAL DEL C.F.I.

Ing. Juan José Ciácera

DIRECTOR DE LA DIRECCION DE PROYECTOS

Ing. Marta Velázquez Cao

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Ing. Oscar González Arzac

X 12
X 13

Buenos Aires, 1987

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS ESTUDIOS DE GENESIS, CLASIFICACION Y CARTOGRAFIA DE SUELOS CON REGIMEN ARIDICO

JOSE ALBERTO FERRER

RESUMEN

Este trabajo, presentado al XI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, sintetiza el estado de la información disponible sobre suelos de las regiones áridas y semiáridas de la Argentina. En particular se refiere al conocimiento sobre la distribución geográfica de los suelos y su genésis. Asimismo se analizan las prioridades que deberían adjudicarse a la investigación científica. Se comentan aspectos sobre los sistemas de evaluación para estimar la aptitud de las tierras; una exhaustiva bibliografía internacional y nacional completan esta contribución.

realizado en Neuquen, Septiembre de 1986

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS ESTUDIOS DE GENESIS, CLASIFICACION Y CARTOGRAFIA DE SUELOS DE REGIMEN ARIDICO

C O N T E N I D O

Pág.

Introducción 1
Extensión areal del regimen arídico 2
Indicadores socio-económicos del área afectada por suelos de regimen arídico 4
Estado actual de la cartografía de suelos 6
Suelos de las regiones con regimen arídico 10
Taxonomía de suelos con regimen arídico 15
Necesidad de investigaciones pedogenéticas en zonas áridas 18
La predicción en los estudios pedológicos 24
Uso de los factores de formación en la cartografía de suelos con regimen arídico 25
Clasificación de las tierras por su aptitud para el riego: un caso típico de predicción 29
Necesidad de estudios integrales multidisciplinarios 30
Criterios para evaluar la aptitud de las tierras 33
Listado de trabajos citados en el texto . . . . . 37 a 48

I N D I C E D E F I G U R A S

Figura N° 1: Regiones áridas de la Argentina 3
Figura N° 2: La Carta de suelos en términos de informática 9
Figura N° 3: Relación entre el mapa básico de suelos, las cartas temáticas iniciales y las cartas interpretativas . . 32

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES — BIBLIOTECA

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro N° 1: Distribución de los suelos en el mundo a nivel de Orden y su participación en las regiones áridas . . 11

Cuadro N° 2: Caracteres superficiales y subsuperficiales de suelos de regiones áridas y principales contribuciones a su estudio 13

Cuadro N° 3: Criterios para diferenciar suelos sin desarrollo genético alguno, según la textura del horizonte superficial y el grado de contraste textural entre sucesivas capas 14

Cuadro N° 4: Distribución de los suelos a nivel de Ordenes en el mundo e intensidad de su tratamiento por el Sistema Soil Taxonomy 16

Cuadro N° 5: Congresos de la Asociación Argentina de la Ciencia del suelo 19

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS ESTUDIOS DE GENESIS, CLASIFICACION Y CARTOGRAFIA DE SUELOS DE REGIMEN ARIDICO

R E L A T O

JOSE ALBERTO FERRER*

INTRODUCCION:

Referirse a los aspectos pedogenéticos, taxonómicos y cartográficos es aludir a las actividades y resultados generados por técnicos e investigadores directa o indirectamente vinculados a la Comisión VI de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.

Parafraseando a Cline (1961) cabe subrayar que aquellas actividades están encaminadas a considerar al suelo como una entidad natural, estudiándolo como un objeto completo en sí mismo. Son los atributos propios del emplazamiento geográfico del suelo, los que rigen la forma de investigar este recurso por parte de los especialistas.

El campo temático excede al relacionado con el origen y evolución de los suelos, ya que al analizar los caracteres geográficos del cuerpo-suelo, genera información básica sobre sus propiedades en relación a definidas fracciones del paisaje consideradas como fuentes de producción.

Con esta óptica se aborda el análisis de algunos aspectos genéticos, cartográficos y taxonómicos de los suelos asociados a aquella porción del territorio nacional signada por la aridez. Porción nada desdeñable por su vasta extensión geográfica, y cuyas proporciones y significación socio-económica son a menudo olvidadas.

---

* Investigador del Consejo Federal de Inversiones (C.F.I.)

La importancia areal de la aridez en la Argentina es de tal magnitud que sólo el 19% de su superficie continental posee climas típicamente húmedos, mientras que el resto del país posee diferentes intensidades de aridez (Burgos, 1963).

La persistencia e intensidad del déficit hídrico diferencia la aridez de la sequía, considerada ésta como una transitoria y accidental falta de agua.

La falta de humedad confiere a las regiones donde ella impera una especificidad en las formas biológicas, en la vida humana, imprimiendo conspicuos caracteres al paisaje y a los suelos, y consecuentemente condicionando el uso que el hombre puede hacer de ellos.

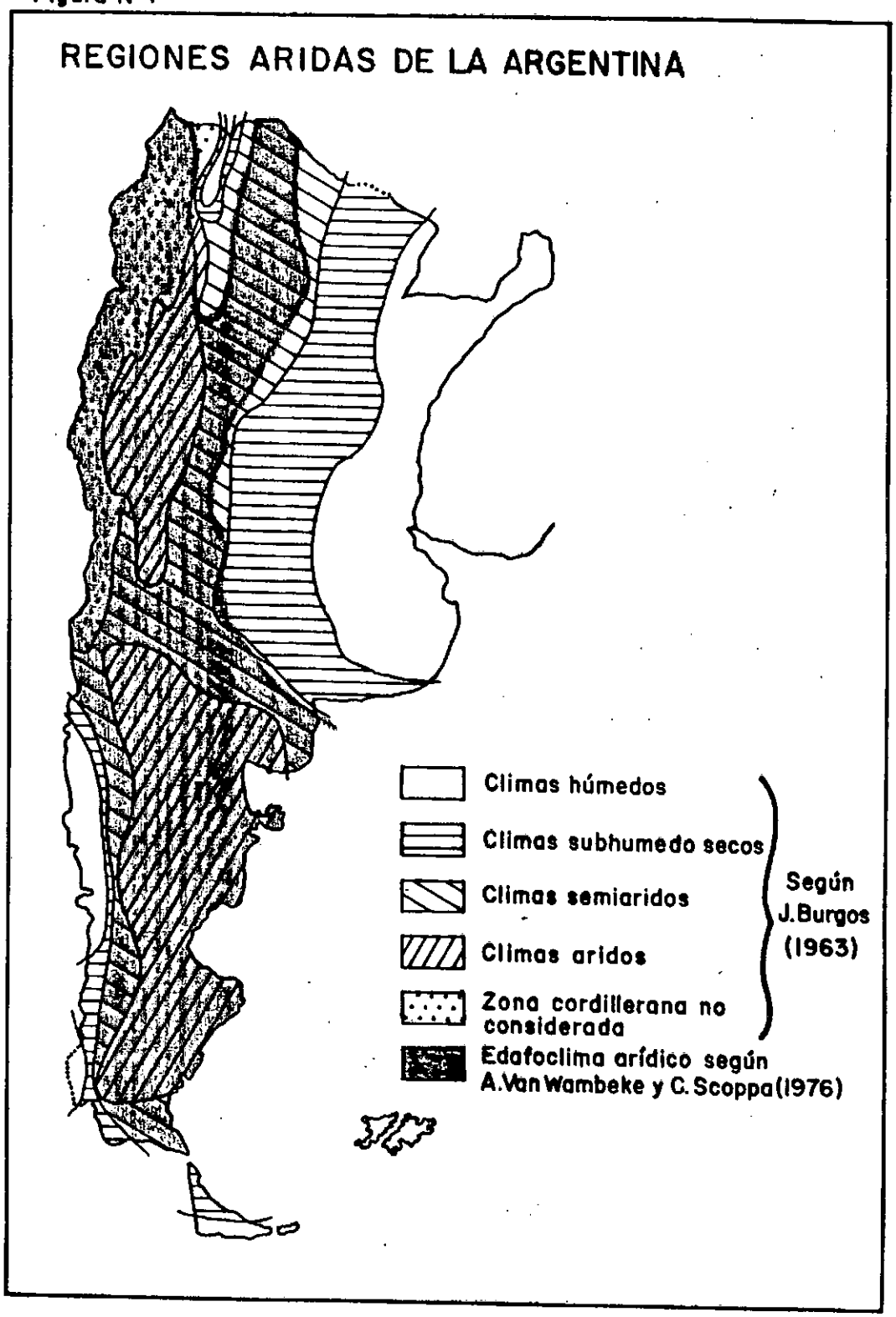
Extensión areal del régimen arídico

Al analizar la geografía de los regímenes hídricos establecidos por el sistema Soil Taxonomy, y cartografiados esquemáticamente por van Wambeke y Scoppa (1977), se aprecia el neto predominio areal del denominado "régimen arídico". La definición de ese régimen indica que se trata del pedoclima que caracteriza a suelos que permanecen secos más de la mitad del tiempo en que su temperatura a 50 cm. de profundidad es superior a 5°C, y nunca están total o parcialmente húmedos por más de 90 días consecutivos cuando la temperatura del suelo a 50 cm. es superior a 8°C. El término seco corresponde al punto de marchitez permanente y húmedo a la denominada capacidad de campo.

El régimen pedoclimático arídico afecta toda la región centro-oeste del país, limitando al sur del río Colorado en las proximidades de las estribaciones cordilleranas con el régimen xérico (déficit hídrico estival), en tanto que al norte del mencionado río, el régimen arídico limita hacia el este con el régimen ústico (stress hídrico invernal).

Una estimación de la superficie que ocupa cada uno de los pedoclimas reconocidos en nuestro país arroja los siguientes valores:

Figura N°1


REGIONES ARIDAS DE LA ARGENTINA
Climas húmedos
Climas subhumedo secos
Climas semiaridos
Climas aridos
Zona cordillerana no considerada
Según J.Burgos (1963)
Edafoclima arídico según A.Van Wambeke y C.Scoppa(1976)

UDICO	USTICO	XERICO	ARIDICO
25%	13%	2%	58%

a los cuales debe agregarse los sectores con suelos afectados por el régimen "perúdico" o bien "ácuico".

Al superponer la distribución geográfica del clima atmosférico con la correspondiente al edafoclima se aprecia que el régimen arídico comprende a la totalidad de las regiones de clima árido y casi todas las semiáridas (figura N° 1).

La amplitud otorgada a los regímenes de humedad del suelo por el sistema Soil Taxonomy ha sido motivo de objeciones y en respuesta a ello de encuentran en elaboración esquemas para su subdivisión. Estos aspectos han sido comentados por Scoppa (1982) en los que se aprecia las siguientes subdivisiones tentativas del régimen arídico:

- arídico máximo: cuando el suelo permanece seco todo el año.
- arídico típico: suelo húmedo total o parcialmente durante 45 días o menos, cuando la temperatura del suelo es superior a 8°C.
- arídico mínimo: cuando no cumple con la condición anterior.

Al analizar estas subdivisiones provisionales se aprecia la tendencia del denominado arídico máximo a concentrarse en las inmediaciones de la región cordillerana situada al norte del río Colorado, en tanto que al sur de este río tiende a localizarse hacia la región costera. Esta tendencia, no obstante el número limitado de estaciones analizadas, coincide con lo señalado por Burgos (1963) con respecto a la localización de los extremos de la aridez climática.

Indicadores socio-económicos del área afectada por suelos de régimen arídico

La superficie que abarca el régimen arídico es de 160.000.000 hectáreas y en ellas vivien aproximadamente 4.300.000 personas.

Comprende total o parcialmente a 18 provincias, afectando importantes núcleos poblacionales y 10 capitales provinciales.

El exódo poblacional es uno de los principales problemas en particular porque la migración se nutre de la población activa con mayor capacitación y empuje. Sobre un total de 204 Departamentos provinciales afectados por el régimen arídico, un 77% (155) presentan una tasa negativa de crecimiento migratorio; probablemente el subempleo y desempleo sean una de las principales causas de estas migraciones.

Dado que el suelo es uno de los factores esenciales en la producción agropecuaria, los especialistas interesados en su estudio no pueden dejar de considerar algunos de los problemas de las zonas arídicas argentinas, tales como:

- economías de subsistencia sin inserción en los mercados.
- cuando están insertas tienen problemas de comercialización de sus productos agropecuarios, lo que trae aparejado la desregionalización de los excedentes generados.
- estructuras agrarias no adaptadas ni fácilmente adaptables a las exigencias de las modernas formas de producción.
- por otro lado las estructuras frenan la incorporación de tecnología. A su vez la falta de capitalización impide la generación de tecnologías apropiadas.

Por otro lado cabe destacar que las regiones con suelos de régimen arídico poseen el 9% de ganado bovino, 52% de ovinos y el 71% de caprinos en relación de los respectivos totales nacionales. A su vez el valor agregado generado por los sectores agricultura y ganadería es del 26% y 11% respectivamente, referido al total nacional.

Estado actual de la cartografía de suelos

Un análisis de la información disponible sobre inventarios de suelos fue realizada por el autor para la Patagonia en 1981 con motivo de realizarse las 1° Jornadas de Suelos organizadas por el Comité V de la A.A.C.S. (Ferrer, 1981).

En 1984 Scoppa y Di Giácomo presentan en la Conferencia Nacional de la Conservación del suelo y del agua, una síntesis por Provincia de los inventarios de suelos ejecutados por INTA y por el C.F.I.

Gómez (1984), por su parte publica en el Boletín de la A.A.C.S. la evolución de la cartografía de suelos desde principios de siglo hasta el presente y el futuro desarrollo de esta actividad.

A partir de 1985 en el marco de un convenio celebrado entre el C.F.I. y el I.N.T.A., se está ejecutando un Archivo Nacional de Inventarios de Suelos ordenado por provincia y en el que la información podrá ser consultada por pantalla o bien mediante la impresión de una ficha por trabajo en la que constan 23 características tales como superficie estudiada, escala del levantamiento, taxas reconocidas, etc.

Sustentándose en esa información, cuya tarea aún no ha concluído y consultando la mayor parte de las fuentes disponibles, se ha realizado un análisis de la cartografía de suelos con régimen arídico a los efectos del presente relato. Se pretende realizar una muy breve síntesis tomando como punto de partida el año 1964, al considerar la iniciación del Plan Mapa de suelos de la región pampeana a cargo del I.N.T.A., hecho que indudablemente ha gravitado no sólo en las actividades vinculadas al inventario del recurso sino a la Ciencia del Suelo toda, al posibilitar un crecimiento cualicuantitativo de numerosos conocimientos pedológicos, la formación de recursos humanos, etc.

Hasta esa fecha sobre un total de 135 trabajos realizados en todo el país, mayormente por el Instituto de Suelos y Agrotecnia del entonces Ministerio de Agricultura, y posteriormente del I.N.T.A. (Línea Geografía de Suelos), 86 trabajos fueron realizados en la zona árida abarcando un total de 4.000.000 de hectáreas. Se trata en general de estudios expeditivos, denominados informes ecológicos, estudios agrohidrológicos o agrológicos. Su listado completo y un breve comentario fue publicado en la Colección Evaluación de los Recursos Naturales editado en 1963 por el Consejo Federal de Inversiones. Ese mismo año se realiza en Buenos Aires la Conferencia Latinoamericana para el Estudio de las Regiones Aridas; el Informe Nacional preparado por el Comité Argentino contiene un capítulo sobre suelos y un mapa esquemático de escala 1:10.000.000 sobre la geografía de suelos áridos.

A partir de 1964 y hasta el presente sobre un total aproximado de 600 inventarios de suelos realizados en todo el país, 188 corresponden a la zona árida abarcando 230.000.000 hectáreas.

Esta cifra debe ser analizada considerando que:

a) más del 90% corresponde a escalas 1:500.000 o menores;

b) en muchos casos se trata de mapas esquemáticos;

c) en otros casos hay superposición de trabajos mediando lapsos de 15 años, con cambios de escala y criterios cartográficos tal como ocurre en la región del Comahue, cartografiada a escala 2.000.000 y posteriormente a nivel provincial escala 1:500.000 (Provincias de La Pampa, Río Negro, Neuquén y sur de Buenos Aires);

d) no obstante esa cifra, varias provincias no cuentan con un inventario de suelos siquiera a nivel de Reconocimiento para todo su territorio. Tal es el caso de Santa Cruz, Mendoza, La Rioja, San Juan, Catamarca; en otras es muy esquemático como en Chubut, Santiago del Estero;

e) alrededor de 1.000.000 de hectáreas han sido cartografiadas a nivel de Semidetalle;

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

f) alrededor de 800.000 hectáreas han sido cartografiadas a nivel Detallado con un total de 46 levantamientos: tan sólo dos de ellos cubren 610.000 hectáreas: Valle de Tulum (San Juan) y Valle Inferior del Río Colorado.

g) cuando se comparan estudios pertenecientes a una misma categoría de levantamientos se aprecia que los métodos empleados no han sido los mismos, o bien los resultados y las formas de presentación así como la confiabilidad es muy disímil;

h) el sistema taxonómico y el sistema de evaluación de la aptitud no es el mismo o bien siendo igual no se utilizan con similares criterios;

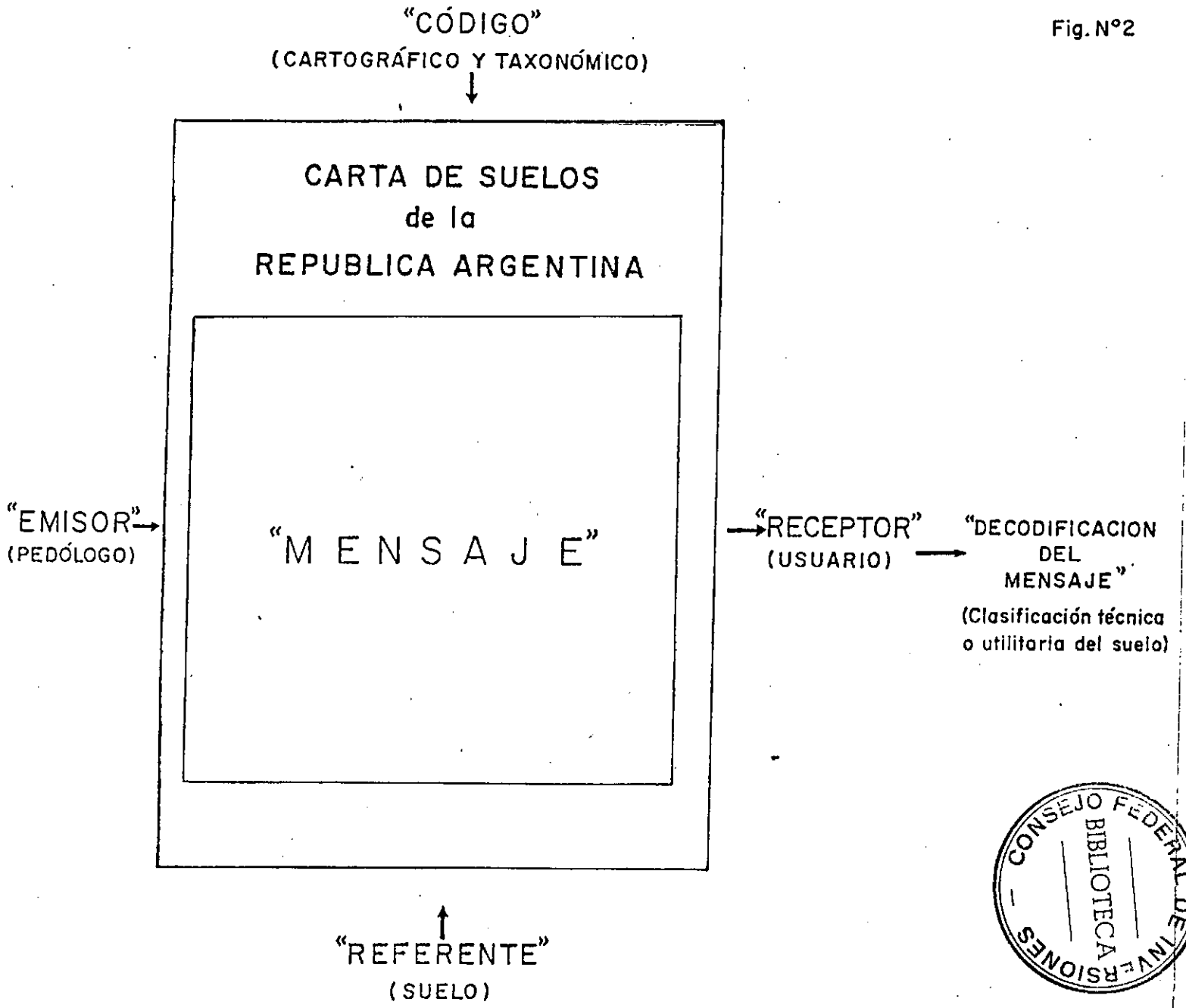
i) la mayor parte de esta información pertenece inédita, desconocida a veces aún en la provincia donde se ejecutó. Son escasas las provincias que la dispone en forma concentrada. Esto sugiere la necesidad de implementar bancos de datos y desarrollar sistemas de información de suelos de naturaleza geográfica. Tal como ha sido reclamado por numerosos colegas y frente a lo expuesto precedentemente, es necesario reiterar la falta de una legislación o de un organismo rector respaldado por normas legales, que defina la política para la elaboración de las cartas de suelos y el establecimiento de normas, escalas, criterios y métodos para su ejecución, uso y divulgación, así como para elaboración y/o adopción de criterios para establecer el control de calidad de los estudios.

Aunque existen métodos sofisticados para el control de calidad de los estudios de suelos (Forbes et al, 1982, Western 1978) es la capacitación del personal interviniente y en particular la idoneidad del staff quien asegura la calidad de los estudios de suelos tal como lo discuten Dent y Young (1981)

Se requiere imperiosamente coordinar los esfuerzos entre diferentes instituciones oficiales para evitar la superposición de levantamientos de suelos tal como ha ocurrido en las provincias de Salta y Jujuy. Se requiere asimismo la divulgación de los estudios existentes para evitar que organismos no especializados deriven fondos para la ejecución de estudios inicialmente innecesarios.

LA CARTA DE SUELOS EN TÉRMINOS DE INFORMÁTICA

Fig. N°2



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

La divulgación implica la interpretación y reinterpretación de la información básica existente para evaluar la aptitud de los suelos, contribuir al mejoramiento de su capacidad productiva y al mismo tiempo prevenir su deterioro.

Los mapas básicos de suelos no son aptos por sí mismos para ser usados, a menos que los pedólogos, junto con otros especialistas, tomen la responsabilidad de interpretarlos y hacerlos más útiles, tal como advirtió hace ya mucho tiempo Smith (1965).

Las cartas de suelos con su mapa y memoria se elaboran sobte la base de códigos taxonómicos y cartográficos. La interpretación supone su decodificación, una tarea obligada para explotar el potencial de uso de los mapas de suelos, tal como se esquematiza en la figura N° 2.

Suelos de las regiones con régimen arídico

De acuerdo a Nettleton y Peterson (1983), las primeras ideas sobre el desarrollo de los suelos de las regiones áridas y los procesos de meteorización enfatizaron, frente a la escasa oferta pluvial y muy rala biomasa, una relativa ausencia de alteración química y biológica, y en consecuencia un intemperismo casi exclusivamente de naturaleza física. Asimismo las geoformas desérticas fueron esencialmente atribuídas a la acción eólica y a la meteorización mecánica.

Estos conceptos de principios de siglo han sido superados y hoy se reconoce la gran importancia que reviste la acción del agua en el modelado de las regiones secas, así como la participación de la alteración química (cf. Tricart, 1969); asimismo es aceptado que los suelos de las regiones áridas no exhiben una morfología común en sus perfiles.

Puede convenirse con Dregne (1976), por tratarse de un enunciado general, que los suelos de estas regiones frecuentemente tienen un bajo contenido en materia orgánica, presentan una reacción levemente ácida a alcalina

CONSEJO FEDERAL DE INVESTIGACIONES
BIBLIOTECA

DISTRIBUCION DE LOS SUELOS EN EL MUNDO A NIVEL DE ORDEN Y SU PARTICIPACION EN LAS REGIONES ARIDAS

Orden	Distribución en el mundo (según Foth, 1975)		Participación en las regiones áridas (según Dregne, 1971)	
	%	importancia relativa	%	importancia relativa
Alfisoles	14,7	3°	6,6	4°
Aridisoles	19	1°	35,9	2°
Entisoles	12,5	4°	41,5	1°
Histosoles[x]	0,8	10°	—	—
Inceptisoles[x]	15,8	2°	—	—
Molisoles	9	6°	11,9	3°
Oxisoles[xx]	9,2	5°	—	—
Spodosoles[xxx]	5,4	8°	—	—
Ultisoles[x]	8,5	7°	—	—
Vertisoles	2,1	9°	4,1	5°
otras áreas	2,8			
	100,0		100,0	

x Excepcioles en zonas áridas

xx Pueden estar presentes

xxx Excluidos de zonas aridas (K. Flach y G. Smith 1969)

en superficie y poseen acumulaciones calcáreas, salinas, o bien de yeso.

Pero la ausencia de comunes propiedades y caracteres morfológicos se manifiesta, recurriendo a Soil Taxonomy, en que ya al nivel de su más alta categoría, pueden reconocerse por lo menos cinco Ordenes en las regiones áridas (Cuadro N° 1).

Tal variabilidad se manifiesta en un sinnúmero de "propiedades y horizontes diagnósticos" que con frecuencia ostentan los suelos de las regiones secas.

El analizar y sintetizar las contribuciones, esencialmente extranjeras, excedería el espacio y enfoque dado a este relato, aún si se limitara a exponer las controvertidas opiniones del horizonte argílico, o bien de las acumulaciones calcáreas. En consecuencia se ha condensado en el cuadro N° 2, una buena parte de investigaciones y trabajos monográficos referidos a factores y procesos responsables de la génesis de horizontes diagnósticos así como a sus propiedades y formas de expresión en las regiones áridas.

En cuanto a los estudios de los agentes y procesos geomórficos que operan en estas regiones el lector interesado podrá recurrir a Tricart (1969 y 1982), Cooke y Warren (1973), Gerrard (1980) para comprender la génesis de la configuración topográfica de los cuerpos-suelo.

A escala microscópica Allen (1985) ha sintetizado los principales caracteres micromorfológicos de la mayor parte de los horizontes diagnósticos que poseen los Aridisoles.

A la variedad de caracteres diagnósticos debe agregarse variaciones granométricos y mineralógicas lo que configura una heterogeneidad pedológica en los paisajes áridos no siempre reconocida.

CUADRO N°2

CARACTERES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES DE SUELOS DE REGIONES ARIDAS Y PRINCIPALES CONTRIBUCIONES A SU ESTUDIO

Escoriaciones y polígonos de desecación; taffoni	Tricart (1969); Cooke y Warren (1973)
Pavimento de desierto	Springer (1958); Tricart (1969); Cooke y Warren (1973)
Barniz de desierto	Whalley (1983)
Eflorescencias salinas	Driessen y Schoorl (1973); Goudie (1983); Laya (1975-b)
Horizonte vesicular	Springer (1958); Figueira (1983) Figueira y Stoops (1983)
Horizonte cámbico	Gile (1966-a); Nettleton y Peterson (1983)
Horizonte argílico	Nettleton y Peterson (1983); Laya y Pazos (1975-a); Vargas Gil (1983)
Horizonte nátrico	Rostagno (1980); Nettleton y Peterson (1983)
Horizonte cálcico	Gile et al (1966-b); Ruellan (1981); Del Valle y Beltramone (1986); Van der Henvel (1966)
Horizonte petrocálcico	Blümel (1982); Durand (1963); Aristarain (1969); Goudie (1983); Vogt (1984); Figueira (1985)
Horizonte gípsico	Barzanji y Stoops (1974); Gupta et al (1985); Stoops e Ilaiwi (1981)
Horizonte petrogípsico	Watson (1983)
Horizonte sálico	Nettleton y Peterson (1983)

CUADRO Nº 3 CRITERIOS PARA DIFERENCIAR SUELOS SIN DESARROLLO GENÉTICO ALGUNO, SEGUN LA TEXTURA DEL HORIZONTE SUPERFICIAL Y EL GRADO DE CONTRASTE TEXTURAL ENTRE LAS SUCESIVAS CAPAS *

Tipo de perfil / Tex. Horiz. Sup.	Perfiles Uniformes	Perfiles Contrastantes				Perfiles muy contrastantes				Profundidad de cada capa (cm)
Fina	F	F	F	F	F	F	F	F	F	0 - 50
	F	F	F	M	G	M	M	G	G	50 - 100
	F	M	G	M	G	F	G	F	M	100 - 150
Media	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0 - 50
	M	M	M	F	G	G	G	F	F	50 - 100
	M	F	G	F	G	F	M	G	M	100 - 150
Gruesa	G	G	G	G	G	G	G	G	G	0 - 50
	G	G	G	F	M	F	F	M	M	50 - 100
	G	F	M	F	M	G	M	F	G	100 - 150

* Elaborado a partir de la propuesta de FAO (1979, página 107)

F = Texturas finas; M = Texturas medias; G = Texturas gruesas.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

Probablemente la más rápida variabilidad espacial de los suelos se asocie a valles y bajadas aluviales, en las que es frecuente hallar suelos sin, o a lo sumo de escaso desarrollo genético. Frecuentemente se trata de Subordenes Ortentes y Fluventes en los que además de carecer de horizontes diagnósticos, se agrega variaciones en sus propiedades, particularmente su composición mecánica lo que dificulta las tareas de correlación entre sitios de control, aún muy próximos entre sí.

FAO (1979) propone divisiones texturales según profundidad arbitraria para los estudios básicos en áreas de riego (véase cuadro N° 3) pero probablemente la Familia según clases de tamaño de partículas se adecue más a la cartografía de suelos aluviales.

Taxonomía de suelos con régimen arídico

En Argentina desde 1964, con la implementación del Plan Mapa de suelos de la región pampeana, se fue generalizando el uso del sistema norteamericano de clasificación de suelos conocido entonces como 7a. Aproximación. En 1971 la A.A.C.S. recomienda través del Comité V el uso de aquel sistema y como única alternativa el esquema elaborado por FAO (1971) hasta que se disponga de un sistema nacional de clasificación taxonómica de los suelos.

El sistema estadounidense actualmente denominado "Soil Taxonomy" ha sido definido por Cline (1977) como el aporte más importante a la Edafología en los últimos 25 años. Según ese autor el sistema ha contribuido eficazmente en la incorporación de métodos; procedimientos y normas más cuantitativas para la descripción y clasificación de los suelos.

En el cuadro N° 1 se aprecia la distribución de los suelos en el mundo y en las regiones áridas considerando la más alta categoría del sistema (Orden).

Cuando se compara a su vez con el cuadro N° 4 en el que se distingue el tratamiento dado a cada Orden de suelos, surge claramente que existe un

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

Cuadro N°4

Distribución de suelos, a nivel de Ordenes, en el mundo e intensidad de su tratamiento por el sistema "Soil Taxonomy"

Orden	Distribución de suelos en el mundo		Extensión en "Soil Taxonomy"	
	Extensión (10^3 Km^2)	Porcentaje	Número de páginas	Porcentaje
Alfisols	19.700	14.7	47	17.5
Aridisols *	25.600	19.2	23	8.5
Entisols	16.800	12.5	31	11.5
Histosols	1.000	0.8	16	5.9
Inceptisols	21.000	15.8	43	16.0
Mollisols	11.900	9.0	51	19.0
Oxisols	12.400	9.2	10	3.7
Spodosols	7.300	5.4	15	5.6
Ultisols	11.400	8.5	25	9.3
Vertisols	2.800	2.1	8	3.0
Otras áreas	3.600	2.8	–	–

notable déficit de información para algunos Ordenes tales como los Aridisoles los más importantes a escala mundial, junto a los Entisoles los de mayor dominio areal en las regiones áridas (cf. De La Rosa 1981).

Considerando que los dos Ordenes mencionados son de neto predominio en las regiones áridas del territorio nacional, y que a su vez la Argentina es uno de los doce países que utiliza Soil Taxonomy en forma permanente y como sistema primario (Cline, 1980), le corresponde a los especialistas usuarios de esa taxonomía contribuir a su mejoramiento. Para ello es necesario su estudio y divulgación. Al mismo tiempo se requiere inventariar las dificultades en su utilización tal como ha sido comentado para la región patagónica (Ferrer, 1978, 1981). Son los propios autores del sistema los que se han encargado en recopilar las críticas y dificultades en la utilización del Soil Taxonomy (cf. Cline, 1980).

A los fines del presente relato y en atención a razones de economía de espacio para su publicación, el autor desea enfatizar un solo aspecto no siempre bien entendido. Si bien la taxonomía de suelos y la cartografía están en alguna medida articuladas (cf. Ferrer, 1981), el uso de un sistema preciso como Soil Taxonomy no asegura por sí mismo precisión cartográfica. Los efectos producidos por la creciente utilización de ese sistema han beneficiado a las llamadas unidades conceptuales de clasificación, pero no han producido correlativamente un impacto tan apreciable en los levantamientos de suelos y en sus interpretaciones o clasificaciones utilitarias (Cline, 1980).

Guy Smith y Leamy (1981) señalan que Soil Taxonomy por sí misma no indica la extensión areal de los suelos. Las unidades taxonómicas son conceptuales, entidades abstractas definidas independientemente de su dominio espacial. De acuerdo a Hole y Campbell (1985) la manifestación areal de un taxon es independiente de su concepción taxonómica.

En suma, para conocer la geografía de los suelos y materializarla carto

gráficamente se requiere un sistema de clasificación, pero siendo eu uso una condición necesaria, no es suficiente para asegurar la precisión de los mapas de suelos.

Una exhaustiva revisión de la clasificación de suelos de regiones áridas ha sido realizada por Fauk (1978) y Dregne (1976) no sólo para los sistemas de la FAO y Soil Taxonomy sino también con las sistemáticas francesa, australiana y soviética.

Más recientemente en la obra editada por Wilding et al (1983) se discuten aspectos pedogenéticos en relación al Sistema Soil Taxonomy.

Necesidad de investigaciones pedogenéticas en zonas áridas.

La génesis de los suelos constituye una disciplina no muy desarrollada en nuestro en nuestro país. Las contribuciones de los especialistas vinculadas al Comité V (véase cuadro N° 5) en general se han concentrado en temas vinculados a la cartografía. Se aprecia un incremento en los últimos años de temas pedogenéticos, pero aún son minoritarios los aportes referidos a los suelos de la región árida.

La génesis de los suelos resulta de particular importancia tanto para los aspectos taxonómicos como para los cartográficos. Participa en la clasificación porque genera los caracteres que se utilizan como propiedades diagnósticas. Interviene en la cartografía cuando las relaciones geográficas entre caracteres procesos y factores son extrapoladas a unidades de paisaje a partir de un obligado número muy limitado de observaciones y muestreos (cf. Guy Smith, 1983).

A juicio de Kellogg (1961) inventarios de suelos sin investigaciones pueden malograr sus objetivos. Marginar los aspectos científicos, significa desembocar en un trabajo rutinario con peligro de no comprender la naturaleza de los procesos y sus resultados cuales son las propiedades de los suelos. La función de la pedología durante el levantamiento es precisamente evitar la rutina y sus consecuencias (cf. Northcote, 1954).

Cuadro N°5

CONGRESOS DE LA ASOCIACION ARGENTINA DE LA CIENCIA DEL SUELO

(NUMERO DE TRABAJOS POR COMISION)

COMISION / CONGRESO	FISICA FISICO-QUIM.	QUIMICA	BIOLOGIA	FERTILIDAD Y NUTRIC. VEG.	TECNOLOGIA	MINERALOGIA	GENESIS CLASIFICACION CARTOGRAFIA	VARIOS	TOTAL
BUENOS AIRES 1959	9 (1)	5 (2)	12 (1)	8 (3)	24 (5)	2 (2)	32 (9)	7 (1)	99
MENDOZA 1962	9	11	8	29	31	4	27	8	127
LA PLATA 1965	10 (1)	4 –	5 –	31 (5)	20 (4)	2 –	6 (2)	-	79
TUCUMAN 1967	4 –	1 –	7 –	12 (4)	14 (4)	1 –	23 (5)	-	62
SANTA FE 1969	10 (1)	5 (2)	8 –	9 (2)	22 (6)	7 (1)	33 (7)	-	94
CORDOBA 1971	1 –	8 –	2 –	11 –	16 (3)	3 –	24 (2)	-	65
BAHIA BLANCA 1975	5 –	16 (2)	14 (1)	18 (1)	3 (1)	12 (2)	33 (11)	-	101
BUENOS AIRES 1978	9 (1)	17 (3)	9 (1)	20 (1)	25 (2)	6 –	26 (6)	-	112
ENTRE RIOS 1980	13 –	15 –	11 (2)	33 (2)	15 (1)	7 –	20 (8)	-	114
MAR d. PLATA 1983	16 (2)	15 (1)	27 –	22 (2)	18 (1)	10 (2)	22 (11)	-	130
NEUQUEN 1986	18 (3)	13 –	18 (1)	17 (1)	21 (3)	5 (1)	21 (10)	-	113
TOTAL	104	110	121	210	209	60	267	15	1096

LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS SEÑALAN LOS TRABAJOS REFERIDOS A SUELOS CON REGIMEN ARIDICO.

Se considera a la génesis de los suelos como un conocimiento básico para el manejo de los suelos ya que parece lógico conocer el medio antes de explotarlo, tal como señalan Tricart y Kilian (1982). La pedogénesis confiere al suelo propiedades las que en función de su uso pueden comportarse como cualidades o bien como limitaciones y por lo tanto la génesis de los suelos brinda directivas que orientan a la intervención antrópica (cf. Gaucher, 1968). La intervención humana al alterar las relaciones entre caracteres, procesos y factores del medio, puede acarrear efectos tanto positivos como negativos sobre la capacidad productiva de las tierras, tal como lo han ejemplificado Bidwell y Hole (1965).

Si bien no corresponde enunciar un exhaustivo listado de temas de investigación para suelos de régimen arídico, se enumeran algunos con el objeto de que sean debatidos. A juicio del autor se requiere:

a) conocer la naturaleza de los materiales originarios, su procedencia y grado de alteración.

b) estudios micromorfológicos destinados a evaluar los procesos de iluviación de arcillas, carbonatos, sales solubles y analizar la microestructura de los correspondientes horizontes diagnósticos que ellos generan, considerando en tales investigaciones diferentes estados de evolución desde perfiles poco diferenciados, hasta los que presentan una acentuada anisotropia vertical.

c) habida cuenta de las diversas asociaciones vegetales que se difunden en el régimen arídico, se estima necesario conocer para cada una de ellas la calidad, cantidad y función profundidad de la materia orgánica.

d) en cuanto a las arcillas es necesario dilucidar si su mineralogía es congénita o bien de neoformación. El conocimiento de su naturaleza está destinado a evaluar su rol de indicador de condiciones ambientales y/o microambientales así como sus propiedades vinculadas con la nutrición vegetal.

e) otros estudios deberán encaminarse hacia la génesis y procesos de alteración de la estructura y microestructura y en general de todas aquellas propiedades de los epipedones vinculadas con su resistencia a la degradación.

f) es necesario conocer las fuentes y formas de migración de constituyentes solubles así como aquellos que se traslocan en suspensión, tanto a nivel intrapedónico como en sentido catenario, dada la importancia creciente que se reconoce a las migraciones laterales.

Se estima que la selección de temas a investigar en aspectos pedogenéticos debe realizarse en función de aquellos más estrechamente vinculados con el comportamiento hídrico, que es el factor limitante por excelencia. En tal sentido debería prioritarse los temas vinculados con la formación de costras superficiales y las propiedades de los epipedones que indiquen la vulnerabilidad a su degradación al limitar la infiltración y favorecer el escurrimiento y consecuentemente la erosión y degradación de la vegetación.

Debería darse prioridad a la investigación de las propiedades de los horizontes superficiales y subsuperficiales, vinculadas a la capacidad de almacenamiento hídrico, provisión de nutrientes y al desarrollo de los sistemas radiculares. Todo ello presidido por el criterio rector de diferenciar la actual pedogénesis de la heredada, ya que se desconoce la resistencia a la degradación que pueden ofrecer cada uno de esos sistemas.

Vinculado con este último aspecto se estima conveniente sugerir que el conjunto de investigaciones a realizar se inscriba en áreas piloto en las que se realicen estudios de las variaciones espacio-temporales de los suelos.

Estas áreas modelo podrán servir para analizar la variación espacial de las propiedades de los suelos a fin de estimar el tipo de anisotropía horizontal (discontínua, contínua y heterogénea en el sentido discutido por Hole y Campbell, 1983. Los estudios deberán encaminarse a establecer cuáles son

los caracteres que presentan mayor variabilidad y cuáles son los correspondientes niveles de detalle que permiten su percepción y proyección cartográfica. Allí donde se justifique se aplicarán técnicas de la cartografía estadística (cf. Webster, 1979).

Las nuevas tendencias en geografía de suelos procuran desarrollar métodos de análisis para definir y explicar las propiedades pertenecientes a los cuerpos-suelos considerados como "entidades areales (Hole y Campbell, op. cit.). Así como un perfil de suelo registra la acción de los factores de formación en un punto específico de la superficie terrestre, son las cualidades geográficas de los cuerpos-suelos las que reflejan la acción de los mismos factores actuando sobre unidades areales. Se entiende por propiedades geográficas: las formas areales (vistas en planta), sus dimensiones, el tipo de límite, el grado de contraste con los cuerpos-suelo circundantes, la configuración topográfica y la propia variabilidad interna , tanto vertical como horizontal. Si bien no se ignora el perfil del suelo, el énfasis está dado al estudio de las formas areales en que se manifiestan los suelos y al significado de esos patrones geográficos para el uso que el hombre puede hacer de ellos.

Cualquiera sea la escala del trabajo cartográfico, los resultados siempre son en mayor o menor medida una síntesis de las relaciones especiales entre los suelos. Para perfeccionar esa síntesis se requiere previamente etapas analíticas, espacialmente restringidas, de allí el concepto de áreas piloto.

Se requieren estudios destinados a conocer la historia geomórfica del área. No son suficientes las descripciones geométricas del complejo suelo-paisaje que suelen definirse como parte de la leyenda fisiográfica en el curso de los inventarios expeditivos regionales. Es demasiada compleja sucesión de eventos acaecidos durante al menos el Cuaternario y su impronta sobre geoformas y suelos asociados, para que sea comprendida sin considerar aspectos tales como:

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES BIBLIOTECA

- cambios climáticos
- variaciones en el régimen hidrológico
- variaciones del pedoclima incluyendo cambios en el nivel freático
- procedencia y caracterización de los materiales originarios, agentes de transporte y difusión areal
- efectos de los materiales originarios sobre el tipo de evolución pedogenética
- interrelaciones entre morfogénesis y la pedogénesis (véase por ej. Tricart, 1969; Gerrard, 1980; Birkeland, 1979).

Tal como expresa Yaalon (1983) la formación de los suelos es raramente un proceso constante y unidireccional a través del tiempo. De allí que para comprender la evolución y geografía de los suelos es necesario conocer también la historia geomórfica, pues ésta es la historia del suelo tal como discute Daniels et al (1971), ejemplificando con estudios llevados a cabo en el sector árido de EE.UU.

Otro de los temas que debería considerarse es el vinculado a las causas que atenúan la aridez (fracciones del paisaje hidrocentrípetas, estructuras geológicas que favorecen la concentración de humedad, la composición granulométrica y/o mineralógica, etc) como los factores que acentúan el déficit hídricó (segmentos del paisaje hidrocentrífugos, concentraciones salinas, etc.).

Dado la gran extensión areal del régimen arídico en nuestro territorio, fuertemente desarrollado en sentido latitudinal, no puede omitirse el estudio de la influencia del régimen de temperatura. En el sector norte y centro-norte los suelos de régimen arídico presentan una temperatura media anual superior a los 22°C (régimen hipertérmico) en tanto que en el extremo noroeste los suelos presentan una temperatura media anual inferior a los 8°C (régimen críico) como consecuencia de la participación de una zonificación vertical; hacia el centro y sur del país los suelos de régimen arídico pasan gradualmente hacia el régimen "térmico" (15-22°C de media anual), "mésico" (8°-15°C) para la mayor parte de la patagonia y un "mésico" vecino al críico en el extremo sur.

La temperatura del suelo no sólo rige en términos físicos la velocidad de las reacciones pedoquímicas y geoquímicas que operan en el suelo, afectando a los procesos pedogenéticos (facilitando o no por ejemplo la disolución de los carbonatos) sino que también gobiernan la actividad biológica y el propio desarrollo vegetal (natural e inducido). Estos aspectos han sido analizados por diversos autores (Verheye, 1976; Yaalon 1983).

La predicción en los estudios pedológicos

A la Pedología le alcanzan varios atributos, sino todos los que caracterizan a las cientas fácticas. Uno de ellos es el carácter predictivo que se caracteriza más por ser perfectible que por su certeza, intentando poner a prueba permanentemente las hipótesis de trabajo (cf. Bunge, 1972).

La predicción puede utilizarse en varias fases de los estudios pedológicos. Una de ellas es la relacionada con el inventario de los suelos y la otra durante la evaluación de su aptitud. En el primer caso la predicción se realiza en un sentido espacial ya que el "levantamiento es un estudio predictivo de los suelos considerados como cuerpos geográficos" (Arnold, 1983). Es decir que, conocidas las relaciones entre rasgos físicos del paisaje y los específicos suelos a los que se asocian, es posible prever su presencia ante la recurrencia de iguales condiciones. Este proceso de predecir, mediante el uso de indicadores físicos del paisaje incluyendo los culturales, la localización de suelos con determinadas propiedades es utilizado comunmente cuando se extrapolan resultados a partir de áreas pilotos y catenas. Un excelente ejemplo de predicción de suelos en regiones áridas ha sido discutido por Gile et al. (1972) para el sudoeste de EE.UU. a partir de áreas piloto en las que se ejecutaron estudios geomórficos y pedogenéticos con los que se obtuvo el conocimiento de específicas asociaciones suelo-paisaje.

Cuanto mayor es el número de elementos asociados en las interrelaciones suelo/caracteres predictivos, mayor será el grado de certeza en la prognosis. Este concepto está implícito en el método de pruebas convergentes que suele utilizar la ciencia en general.

Además de la experiencia, muchas veces el establecimiento de relaciones suelos e indicadores es subjetivo, o al menos quedan supeditadas a la sensibilidad del edafólogo.

La computación al permitir el almacenamiento de voluminosa información y su posterior tratamiento estadístico u otros tipos de procesamiento, pueden favorecer la sistematización y verificación de las relaciones establecidas durante el levantamiento de suelos y ayudar en la predicción y ordenamiento de los controles a realizar. El método de probabilidad condicional aplicado por la Universidad de Montana constituye un ejemplo (Shovic y Montagne, 1983) utilizado también en el estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén (Ferrer e Irisarri, 1986).

Uso de los factores de formación en la cartografía de suelos con régimen arídico

Los suelos no resultan "... un fenómeno aleatorio sino que están determinados por causas geográficas" (Boulaine, 1980). Esta relación supone asumir que cualquier cambio en los factores del medio, solos o en combinación generan cambios en las propiedades de los suelos y en consecuencia son también responsables de la presencia de suelos diferentes en el paisaje. Por lo tanto la desagregación de un área en términos de unidades cartográficas puede lograrse con mayor seguridad a partir del conocimiento de aisladas o simultáneas variaciones de los agentes pedogenéticos.

Diversas síntesis del efecto de los factores de formación en suelos de regiones áridas han sido publicadas por FAO (1965), Buol (1965), Fauck (1978), Dregne (1976), Jenny (1980) y más recientemente Nettleton y Peterson (1983); en nuestro país esencialmente para Patagonia, Ferrer (1981).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES BIBLIOTECA

Un detallado análisis de las causas responsables de límites entre suelos de regiones áridas de EE.UU. ha sido expuesto por Gile (1975), quien señala que los factores más importantes son la edad de los suelos, según pertenezcan al Pleistoceno; la composición de los materiales originarios (principalmente granulométrica y calcárea), el grado de disección del paisaje, la humedad del suelo y la actividad biótica.

En las diferencias cronológicas, están implícitos cambios climáticos que favorecieron un mayor grado de desarrollo para los suelos de edad pleistocena, merced a períodos de mayor humedad efectiva en comparación con las condiciones de mayor aridez que han prevalecido durante el Holoceno.

Diferentes condiciones topográficas muy localizadas, tanto en el pasado como en el presente, han generado una distribución diferencial de la humedad y en consecuencia la presencia de suelos vecinos muy diferentes a variados niveles taxonómicos, incluyendo la categoría de Orden.

El contenido en carbonatos así como fragmentos gruesos en los materiales originarios ha orientado la pedogénesis generando suelos adyacentes pertenecientes a taxas muy contrastantes (Gile, op. cit.).

Un análisis a nivel mundial realizado por Fauck (1978) indica que la diversidad de suelos en las diferentes regiones áridas puede atribuirse en gran medida a la variabilidad de la roca madre (propiedades congénitas), ya que el clima, la vegetación y la geomorfología presentan grandes similitudes. Asimismo agrega que el actual clima posee una "débil energía pedogenética" tal que no justifica la heterogeneidad de la cobertura pedológica, la que en muchos casos presenta caracteres heredados de paleo condiciones ambientales diferentes a las que imperan en el presente, hecho reconocido por diversos investigadores (cf. Nettleton y Peterson, 1983).

Dado que la variabilidad en la oferta pluvial es un rasgo conspicuo de

los climas áridos (Dregne, 1976) son los años ocasionalmente más húmedos y/o lluvias extremas, más que las condiciones climáticas medias, las que deben participar en el análisis de muchosde los caracteres de los suelos (cf. Yaalon, 1983).

En nuestro país se han inferido condiciones de mayor humedad efectiva como causas responsables de la presencia de Paleargides y/o Haplargides en superficies geomórficas preglaciales en la cuenca del río Santa Cruz (Ferrer, 1978, 1979 y 1981), así como en algunos sectores de la puna jujeña (Sánchez y Ferrer, 1973; Vargas Gil y Culot, 1980 y Vargas Gil, 1983).

Variaciones en los materiales originarios debido a procesos de sedimentación son invocadas como causas de una estrecha vecindad espacial entre Haplargides y Torriortentes en el Departamento Alsina, provincia de Río Negro (Laya, Angulo y Balmaceda, 1979).

Cambios rápidos horizontales en cuanto a la presencia de fragmentos gruesos parecen ser responsables de una contigua presencia de Calciortides y Paleortides, fenómeno observado durante la ejecución del estudio de suelos de la provincia del Neuquén. Este tipo de abrupto pasaje lateral entre horizontes cálcicos y petrocálcicos es discutido por Gile (1975).

Destrucción total o parcial de horizontes pedogenéticos y formación de una cubierta detrítica o "pseudopavimento" ha sido atribuído a la acción de la fauna en sectores del Partido de Patagones en el extremo sur de la provincia de Buenos Aires (Laya y Pasos, 1975).

La función del microrelieve como principal factor de la presencia contigua de Calciortides y Natratgides ha sido señalada por Rostagno (1980) en Península de Valdez.

Posiciones topográficas que favorecen un medio químico sódico parecen ser responsables de la presencia de Natrargides en la cuenca del río Santa Cruz. (Ferrer, 1978).

Variaciones microtopográficas generan condicines de humedecimiento diferencial y una relativa mayor cobertura vegetal en los sectores cóncavos, en los que el epipedón acusa estas diferencias mediante un incremento en materia orgánica, situaciones reconocidas taxonómicamente como subgrupos xerólicos o ustólicos según correspondan.

La baja temperatura con distribución regional crea condiciones para la preservación de la materia orgánica en suelos identificados como Haplargides críicos, Cambortides borólicos en la región de la Puna (Vargas Gil, 1980), así como Haplargides y Paleargides, en la Patagonia Austral (Ferrer, 1981).

El efecto combinado de materiales originarios y una topografía propicia ha favorecido a la formación de Vertisoles litotopomórficos (cf. Duchaufour, 1977) en el valle del río Chubut y que han sido estudiados por Laya y Amioti (1981).

El control ejercido por diversos materiales originarios ha sido discutido para Patagonia por Laya (1975) y para la región del noroeste argentino por Nadir, Chafatinos y Ocaranza (1975).

Estudios mineralógicos en Haplargides y Paleargides en la región patagónica (Imbellone y Ferrer, 1980) y en Paleargides de la Puna (Vargas Gil, 1983) indican un predominio de smectitas en el horizonte con mayor contenido de arcillas.

Una síntesis sobre las formas de acumulación calcárea se ha realizado para el sector árido de Patagonia (cf. Ferrer, 1981). Recientemente se han discutido aspectos morfológicos y genéticos de horizontes cálcicos y petrocálcicos en un sector de la provincia de Chubut (Del Valle y Beltramone, 1986), estos autores atribuyen su génesis a procesos pedogenéticos y diagenéticos.

Clasificación de las tierras por su aptitud para el riego: un caso típico de predicción.

La clasificación para el riego, principalmente de tierras áridas vírgenes, constituye el ejemplo más elocuente de la predicción sobre los cambios que pueden ocurrir en el suelo. Tal como señalan Maletic y Hutchings (1974). la determinación de las clases de aptitud para el riego deben anticipar las futuras interacciones suelo-agua-cultivo, ya que el riego genera cambios en las propiedades físicas, químicas, físico-químicas y aún biológicas. Se trata de prever modificaciones cuyo pronóstico resulta ineludible en particular cuando deben evaluarse los cambios que generará el nuevo régimen hídrico. Dado que en suelos vírgenes de regiones áridas es frecuente que en sus perfiles no registren caracteres hidromórficos, el pronóstico sobre su futuro comportamiento es dificultoso dada la escasa oferta pluvial anual que reciben en comparación con los volúmenes de agua que recepcionan cuando son habilitados al riego.

Lo limitado del alcance en la utilización de rasgos morfológicos tales como los moteados para inferir condiciones de drenaje puede apreciarse en las siguientes consideraciones (cf. Buoma,1983).

a) Los moteados pueden no ser el resultado de condiciones de anacrobiosis. Así por ejemplo puede provenir de procesos de meteorización o bien del color original de la roca.

b) La presencia de moteados indica condiciones reductoras, pero su ausencia no asegura la falta de tal régimen hídrico.

c) La presencia de moteados puede ser un rasgo relictual o heredado (en tal caso puede alertar sobre el futuro comportamiento hídrico del suelo).

Se enfatiza la prognosis que comportan los estudios de tierras vírgenes en términos de cambios cualitativos y cuantitativos de las propiedades de los suelos y de la susceptibilidad a degradarse (salinización, al

canilización, erosión, etc.), ya que "son conocidos los ejemplos de áreas en las que el riego contribuyó al agravamiento de las limitaciones de las tierras; así como en otros casos en los que generó problemas que en condiciones prístina no poseían.

Necesidad de estudios integrales multidisciplinarios.

Tal como han expuesto Tricart y Kilian (1982) frente a la unidad de procesos que operan en los diferentes ecosistemas, se requiere un enfoque interdisciplinario.

La adopción de este criterio es particularmente válida no sólo para comprender las interrelaciones entre los componentes de los ecosistemas áridos, sino porque en estas regiones a menudo son otros los recursos más importantes que el propio suelo (calidad y cantidad de la vegetación, recursos hídricos, etc.).

El concepto "tierra" definido por FAO (1976) precisamente puede servir a estos fines toda vez que incluye los factores físicos que sobreyacen al suelo (clima, vegetación, fauna, etc.), los subyacentes (geología, aguas subterráneas) y las propias actividades humanas.

Si bien el concepto tierra involucra una estrategia para evaluar la aptitud de específicos segmentos del paisaje, se estima que su adopción beneficia a la concepción metodológica y ejecución del propio inventario de suelos, así como a la forma de presentar sus resultados.

Uno de los métodos de trabajo integral es el denominado "Land System" creado para abarcar grandes extensiones en lapsos cortos (cf. Dent y Young, 1981) aplicado principalmente en Australia, y usado también en Patagonia. Tricart y Kilian (1982) han revisado críticamente este y otros métodos parecidos, proponiendo el método de estudio eco-geográfico con neto sustento morfogenético.

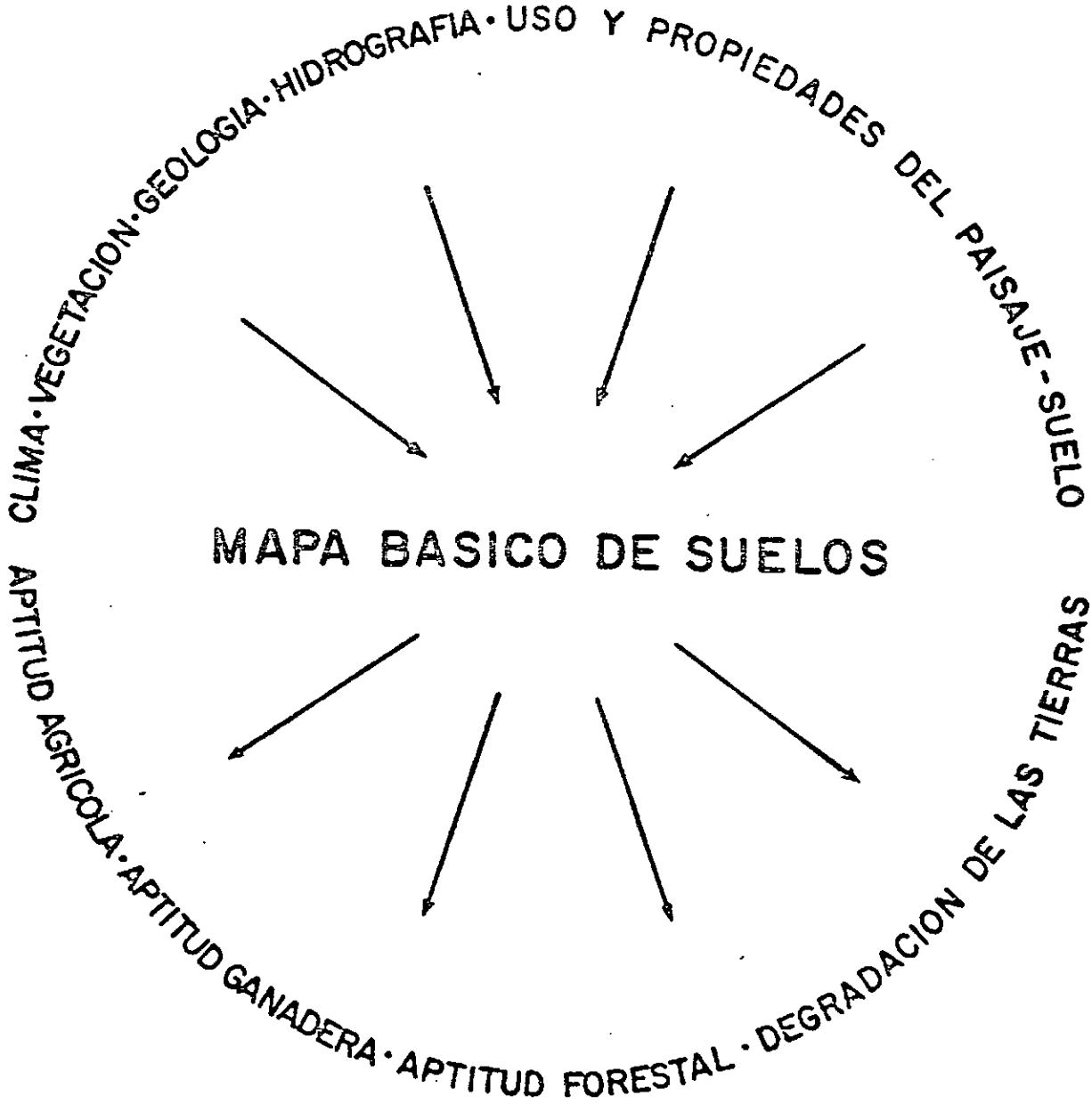
En nuestro país I.N.T.A. ha realizado estudios multidisciplinarios en las Provincias de La Pampa y en Río Negro. El C.F.I. y la Universidad del Comahue llevan a cabo un estudio de suelos con enfoque multidisciplinario en la Provincia del Neuquén. En este caso la cartografía pedológica se sustenta en la elaboración de cartas temáticas iniciales, las que a su vez sirven en la etapa de evaluación del recurso; estos aspectos se esquematizan en la figura N° 3 y han sido discutidos previamente (Ferrer et al 1983; Ferrer, 1986).

En los estudios de alcance regional es necesario el análisis de la documentación vinculada a los factores físicos del medio geográfico procurando maximizar su explotación. Al igual que la propia carta de suelos existe información que puede ser utilizada para lo cual debe "decodificarse" su contenido. La documentación a la que se alude puede utilizarse durante la ejecución del levantamiento de suelos así como en su posterior etapa interpretativa.

Así por ejemplo los mapas de prospección petrolera (mallas sísmicas) pueden ser utilizados para la programación de itinerarios, operación de traslados, para la ejecución de mapas topográficos allí donde no dispone, para la estimación del espesor de la regolita, etc.. La carta geológica y su base topográfica (Servicio Geológico Nacional) posibilitan un sinnúmero de usos cuyo alcance ha sido expuesto por el autor (Ferrer, 1985).

Disponiendo de datos de temperatura y precipitación mensual pueden confeccionarse calendarios edafoclimáticos (cf. van Wambeke y Scoppa, 1977) los cuales sirven para evaluar los estados de humedad y el régimen de temperatura de la sección de control del suelo con las limitaciones propias del método que han sido recientemente expuestas por Scoppa y Lea Plaza (1984). Si se cuenta con estos datos para varias estaciones, pueden obtenerse trece tipos de mapas digitalizados automáticos que brindan conocimiento sobre la geografía del pedoclima.

Figura Nº 3


CLIMA · VEGETACION · GEOLOGIA · HIDROGRAFIA · USO Y PROPIEDADES DEL PAISAJE - SUELO
MAPA BASICO DE SUELOS
APTITUD AGRICOLA · APTITUD GANADERA · APTITUD FORESTAL · DEGRADACION DE LAS TIERRAS

La información climática contenida en la serie "Difusión geográfica de cultivos índices" generada por De Fina y colaboradores, resulta de utilidad para estimar el régimen hídrico de los suelos. Este método desarrollado por Mendía para la provincia del Neuquén ha sido expuesto en las 3ras. Jornadas de suelos de la Región Patagónica (Ferrer, 1986).

Información disponible sobre vegetación, clima, topografía y suelos permite estimar expeditivamente fenómenos de degradación de las tierras, según la metodología desarrollada por FAO; esta experiencia se ha llevado a cabo para el norte neuquino (Mendía y Ferrer, 1984).

Criterios para evaluar la aptitud de las tierras

Suscintamente se expone algunas consideraciones sobre la aptitud de las tierras regadas (o regables) y aquellas que sólo admiten uso en secano.

Con referencia al primer caso, es decir a los proyectos de riego, en nuestro país se ha usado el Sistema del Bureau of Reclamation (USDI, 1953). Se debe reconocer que con frecuencia no ha sido utilizado de acuerdo a las exigencias establecidas tanto para la elaboración del mapa básico de suelos como en la estimación de la aptitud para el riego.

El grado de pureza u homogeneidad de las unidades cartográficas exigido por el sistema requiere escalas detalladas de trabajo siendo 1:24000 la más pequeña de las alternativas, aspecto que en general no ha sido respetado con las consiguientes limitaciones en la utilización de esos estudios.

Cada proyecto de riego debe elegir inicialmente los factores que definen cada clase de aptitud, así como su rango de variación de acuerdo a los objetivos y al marco económico-social en el que se realizará. Los factores determinantes de cada clase de aptitud no son los mismos en cualquier proyecto ni son universales sus rangos permitidos.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

La clasificación de las tierras por su aptitud para el riego se basa en la consideración de factores físicos (suelo, topografía, etc.) y factores económicos,(costos de producción, costos para el desarrollo de las tierras). Ambos grupos de factores resultan de tanta importancia que en realidad cada "clase de tierra" resulta una entidad "físico-económica" (Maletic y Hutchings, 1974). De allí que tierras clasificadas como no regables (Clase 6) en un proyecto (o área) pueden ser consideradas regables en otro proyecto debido a condiciones económicas diferentes.

Resulta conveniente fijar el límite superior, de los costos de desarrollo al iniciar la clasificación a fin de evitar que tierras con altos costos para su desarrollo sean clasificadas a priori como regables. Debe tenerse en cuenta que existe una relación inversa entre las limitaciones de los suelos y el costo del agua por un lado, y el valor de los cultivos por el otro. En consecuencia los requerimientos en términos de calidad de suelo y topografía serán menos exigentes cuanto menor sea el valor del agua y mayor la rentabilidad de los cultivos (FAO, 1979).

Vinculado a estos aspectos debería procurarse clasificaciones de la aptitud de las tierras para cultivos específicos, ya que los suelos pueden tener limitaciones para algunos cultivos, pero reunir atributos adecuados para otros.
De acuerdo a FAO (op. cit.) "la calidad del agua o la rigurosidad del clima, pueden ser más significativos que las propiedades de los suelos para determinar su aptitud para el riego".. Se necesitan estudios agroclimáticos para seleccionar los grupos de cultivos que se adapten con alto margen de seguridad a las condiciones ecológicas del área. Conocidos los cultivos, y más allá de su análisis económico, se podrá ensayar la clasificación de las tierras en función de las exigencias edáficas que requieran los cultivos seleccionados o al menos reunidos según dos amplias clases: cultivos anuales y cultivos permanentes tal como se ha realizado en un sector del valle de Iglesias, provincia de San Juan (Mendía, 1985); recientemente se clasificaron los suelos de Santa María, Provincia de Catamarca en función de los cultivos importantes para la región: pimiento y alfalfa (Ferrer y Mendía, 1986).

La abundante información generada por los levantamientos de suelos en áreas bajo riego posibilita la realización de correlaciones entre cualidades de suelos y rendimientos. De esta manera, y a través de sucesivas aproximaciones en el análisis entre variaciones en los rendimientos y variaciones de los caracteres edáficos, se podrá definir para diferentes cualidades de los suelos distintos grados de limitación; con estas relaciones podrán establecerse índices de productividad por clase de aptitud y para cultivos específicos.

El conocimiento de los suelos y su comportamiento es crucial para una exitosa explotación agrícola, de allí que sea también necesario conocer los requerimientos edáficos de los cultivos. Las relaciones cultivo-suelo son elementos clave para el desarrollo tecnológico y en la transferencia de experiencias sustentadas en taxas rigurosamente definidas.

En la identificación y clasificación de nuevas áreas para riego deberían utilizarse otros sistemas de evaluación acorde con el nivel de este tipo de estudios, que por lo general son expeditivos y se encuadran en los denominados "anteproyectos preliminares". Con caracter tentativo se ha utilizado en Neuquén (Ferrer et. al 1986) el sistema desarrollado para el sudoeste de EE.UU. aplicado a escalas de Reconocimiento; en la misma provincia Irisarri y col. 1986 han utilizado el esquema de Sys. Obviamente estos ensayos deben ser mejorados y adaptarlos a las condiciones locales o bien desarrollar nuevos esquemas de clasificación.

En cuan o a los sectores con suelos de régimen arídico que sólo admiten en la actualidad un uso pastoril en condiciones de secano la evaluación de su aptitud no ha sido lograda eficazmente en nuestro país.

Los sistemas de evaluación para el pastoreo en Nueva Zelandia utilizan cualidades de las tierras tales como facilidad de tránsito, humedad del suelo, capacidad de producción de biomasa (actual y potencial), etc.

El sistema de Rangeland del U.S.D.A. tiene en cuenta la composición botáni

ca en la valoración de la productividad; se sustenta en el denominado "sitio de pastoreo" (range site) el que agrupa suelos según tipo y cantidad de forraje que pueden producir. Para cada unidad cartográfica se presentan las características y el potencial productivo de la vegetación (materia seca/ha./año) tanto para años normales, favorables o desfavorables.

Según las escalas de trabajo serán los requisitos a utilizar en estos sistemas de evaluación del pastoreo, los que en cualquier caso deberán incorporar otros atributos de las tierras tales como distancia a las fuentes de agua.

En este tipo de evaluaciones se debería definir en la medida de lo posible el tipo de utilización de las tierras: pastoreo extensivo, transhumante, etc., así como los niveles de manejo.

También se estima imprescindible el monitoreo de los cambios producidos por el uso pastoril para intentar conocer cuáles son los límites que toleran el suelo y la vegetación antes de alcanzar estados de degradación irreversible.

LISTADO DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Allen, B.L., 1985 — Micromorphology of Aridisols, en "Soil classification" (Douglas, L. y M. Thompson, editors). Soil Science Society of America, special publication, N° 15, Madison, U.S.A.

Arnold, R.W., 1983 — Concepts of soils and Pedology. In Pedogenesis and Soil Taxonomy (I Concepts and interactions) Edit L.P. Wilding et al Elsevier, edit.

Asoc. Arg. Ciencia del Suelo, 1971 — Bases para un sistema nacional de cartografía, clasificación e interpretación de suelos. Rev. IDIA N° 288, INTA, Buenos Aires.

Aristarian, L., 1969 — Caracteristics and genesis of caliche deposits Bol. Soc. Geol. Mexicana Vol 32 (2).

Barzanji, A.G. and G. Stoops, 1974 — Fabric and mineralogy of gypsum acumulations in some soils of Iraq. Proceedings 10th. Int. Cong. of Soil Science, Moscú VII: 271-277.

Bidwell, O. and F.D. Hole, 1965 — Man as a factor of soil formation. Soil Science Vol. 99 - N° 1.

Birkeland, P., 1979 — Pedology, Weathering and Geomorphological Research - Oxford University Press.

Blümel, Karlsruhe, 1982 — Calcretes in Namibia and se-Spain relations to substratum, soil formation and geomorphic factors. Catena supplement 1, Braunschweig.

Bunge, M., 1972 — La ciencia, su método y su filosofía. Edit. Siglo XX, Buenos Aires.

Buol, S.W., 1965 — Present soil-forming factors and processes in arid and semiarid regions. Soil Science. Vol. 99 N° 1.

Buolaine, I., 1980 — Pédologie, appliquée. Edit. Mason, París.

Buoma, I., 1983 — Hidrology and soil genesis of soils with acuic moisture. In Pedogenesis and Soil Taxonomy-Concepts and interactions. Edit. L.P. Wilding et. al; Elsevier edit.

Burgos, J.C., 1963 — El clima de las regiones áridas en la República Argentina. RIA; 25 (4), Buenos Aires.

Cline, M.G., 1961 — The changing model of soil. Soil Soc. Amer. Proc. Vol. 25.

Cline, M.G., 1977 — Historical Highlights in Soil Genesis, Morphology and Classification. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 41

Cline, Marlin,G.,1980 — Experience with Soil Taxonomy of the United States Advances in Agronomy, Vol. 33, G.A.

Comité Argentino, 1963 — Las tierras áridas y semiáridas de la República Argentina. Conferencia Latinoamericana para el estudio de las regiones áridas, Buenos Aires.

Cooke, R.V. and Warren, A., 1973 — Geomorphology in Deserts Univ. California Press, Berkerley, California.

Claridge, G. and L. Campell, 1982 — A comparison berween hot and cold desert soils and soil processes, Catena Supplement 1.

Daniels, R.; E. Gamble and J. Cady, 1971 — The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Advances in agronomy, Vol. 23.

Del Valle, Héctor, 1983 — El origen biológico de la alcalinización en los suelos. Contribución N° 102, Centro Nacional Patagónico, CONICET.

Del Valle, Héctor y Beltramone, C.A., 1986 — Contribución al conocimiento de la morfología y génesis de la acumulación calcárea en Aridisoles, Centro Nacional Patagónico, CONICET.

De La Rosa, D., 1981 — Perspectivas actuales de la Cartografía y evaluación de suelos. Anales de Edafología y Agrobiología, Tomo XL, N° 11-12, Madrid.

Dent, D. and A. Young, 1981 — Soil survey and land evaluation. Edit. George Allen and Unwin, London.

Dregne, H., 1976 — Soils of Arid Regions. Elsevier Scientific Publishing Co.

Driessen, P.M. and R. Schoorl, 1973 — Mineralogy and morphology of salt efflorescences on saline soils in the great konya basin, Turkey Journal of Soil Science, Vol. 24, N° 4.

Duchaufour, P., 1977 — Pédologie. 1 - Pédogenése et classification. Edit Masson. Paris.

Durand, Jaques H.: 1963 — Les croutes calcaires et gypseuses en Algérie: formation et age. Bull. Soc. Géol. Fr. (7), V.

FAO, 1965 — Soils of Arid Zones of Chile. Soil Buletin N°I, Roma.

FAO, 1976 — Esquema para evaluación de tierras. Boletín de Suelos N° 32, Roma.

FAO, 1979 — Soil surveys investigations for irrigation. Soils Bulletin N° 42, Roma.

Fauck, 1978 — Les sols des climate secs, leur potentialités specifiques pour la production alimentaire et les contraines climatiques primordiales.

Ferrer, J.A., 1978 — Estudio de suelos en la Cuenca del río Santa Cruz. VIII Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires.

Ferrer, J.A., 1979 — Paisajes pedológicos regionales en la cuenca del río Santa Cruz. Inédito.

Ferrer, J.A., 1980 — Suelos de Santa Cruz. En Geología Regional Argentina Cap. Cordillera Patagónica Austral de A. Ricardi y E. Rolleri. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.

Ferrer, J.A., 1981 — Geografía y propiedades de los suelos de Patagonia. Relato en 1ras. Jornadas de suelos de la región patagónica, Neuquén - San Carlos de Bariloche.

Ferrer, J.A. y P. Imbellone, 1981 — Propiedades y factores genéticos de suelos Argides de la cuenca del río Santa Cruz. En preparación .

Ferrer, J.A.; J. Irisarri y col., 1981 — Suelos de la provincia del Neuquén. C.F.I. - Univ. Nac. del Comahue. En preparación.

Ferrer, J.A. y J.M. Mendía, 1983 — Limitaciones de los suelos de la patagonia deducidas de su clasificación taxonómica a nivel de subgrupo. II Jornadas Regionales de Suelos de la Patagonia.

Ferrer, J.A., 1985 — Adopción de métodos y criterios en estudios de suelos para su inserción en el desarrollo económico-social de la Provincia del Neuquén. III Jornadas Regionales de Suelos de la Patagonia.

Ferrer, J.A., 1985 — La carta geológico-económica. Posibilidades de uso en estudios de suelos. III Jornadas Regionales de Suelos de la Patagonia.

Ferrer, J.A. y J. Irisarri, 1985 — Participación del conocimiento geológico geológico en el estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén. Actas del IX Congreso Geológico Argentino, T. VI. S.C. Bariloche, Río Negro.

Ferrer, J.A. y J.M. Mendía, 1986 — Suelos del Valle de Santa María, provincia de Catamarca. C.F.I., Buenos Aires.

Figueira, H. (1983) — Horizonte vesicular: Morfología y génesis en un aridisol del norte de la patagonia. X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo.

Figueira, H. and G. G. Stoops, 1983 — Application of Micromorphometric techniques to the experimental study of vesicular layer formation. Pedologie, XXXIII, 1, p. 77-89, 3 tab., 7 fig. Ghent.

Figueira, H., 1985 — Caracterización de costras calcáreas en la planicie del interfluvio de la Confluencia Neuquén-Limay. XI Congreso Ciencia del Suelo,Neuquén, Río Negro.

Forbes, T.; D. Rossiter and A. van Wambeke,1982 — Guidelines for evaluating the adecuacy of soil resource inventiones. Cornell University.

Gaucher, G., 1968 — Traité de Pedologie Agricole. Le Sol et ses caracteristiques agronomiques. Edit. Dunod., Paris.

Gerrard, A.J., 1980 — Soils and Landforms. An integration of geomorphology and pedology. Edit George Allen and Unwin, London.

Gile, L.H., 1966 — A. Cambic and certain noncambic horizons in desert soil of southern. New Mejico. Soil Sci. Sec. Am J. 30 : 773-781.

Gile, L.H.; F.F. Peterson and R.B. Grossman, 1966 — b. Morphological and genetic sequences of carbonate acumulation in desert soils. Soil Science 101:347-360.

Gile, L.H. and J. Hawley, 1972 — The prediction of soil occurrence in certain desert regions of the southwestern United States. Soil Science Soc. Amer. Proc. Vol. 36

Gile, L.H., 1975 — Causes of soil boundaries in an arid region, I. Age and Parent materials. II. Dissection, moisture and faunal activity soil Science Soc. Amer. Proc. Vol. 39

Goudie, A.S., 1983 — Surface efflorescences and nitrate beds. In Chemical sediments and geomorphology: precipitates and residua in the near surface environment, Academic Press.

Goudie, A.S., 1983 — Calcrete. Idem.

Gupta, R.K.; C.P. Singh; and I.P. Abrol, 1985 — Dissolution of Gypsum in alkali Soils. Soil Science, Vol. 140, N° 5.

Hall, G.F., 1983 — Pedology and Geomorphology in Pedogenesis and Soil Taxonomy. Concepts and interactions (T 1) L.P. Wilding et al; Elsevier, edit.

Hole, F.D. y J. Campbell, 1985 — Soil landscape analysis. Edit. Routledge y Kegan Paul; London and Melbourne (Australia).

Imbellone, P. y J.A. Ferrer, 1980 — Naturaleza de los Materiales constituyentes de Haplargides y Paleargides de la Cuenca del río Santa Cruz. Actas de la IXa. Reunión Argentina Ciencia del Suelo, Paraná.

Irisarri, J.; A. Apcarian y col., 1986 — Estudio de suelos a nivel de Reconocimiento en 19 áreas preseleccionadas de la cuenca del Río Limay. C.F.I.; COPADE (Neuquén) y Fac. de Ciencias Agrarias, Univ. Nac. Comahue.

Jenny, H. 1980 — The soil resource. Origin and Behavior. Edit. Springer - Verlag, New York.

Kellogg, C., 1961 — Soil interpretation in the Soil Survey, USDA.

Lago, A.; E. Vitulich y R. Valencia, 1973 — Clasificación de suelos en la Rca. Argentina. El clima como elemento fundamental de clasificación. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXVIII N° 3, Buenos Aires.

Laya, H.; M. Pazos, 1095 (a) — Horizontes B2t discontinuos. Estudio micromorfológico. Pdo. de Patagones, Buenos Aires. En Actas de la 7a. Reunión Arg. de la Ciencia del Suelo. IDIA Supl. N° 33 INTA, Buenos Aires.

Laya, H., 1975 (b) — Salinización orientada y engrosamiento de suelos desde depresiones salitrosas por infuencia de vientos dominantes. Región Jacobacci-Maquinchao, Río Negro. Actas de la 7a. Reunión Arg. de la Ciencia del Suelo. IDIA Supl. N° 33. INTA Buenos Aires.

Laya, H., 1975 (c) — Algunos ejemplos del control de los materiales originarios sobre la edafogénesis en la Patagonia y Tierra del Fuego. Actas de la 7a. RACS Bahía Blanca, Buenos Aires.

Laya, H. y N. Amiotti, 1981 — Importancia de los vertisoles en los suelos del valle inferior del Río Chubut, I Jornadas regionales de suelos de la patagonia.

Laya, H. y N. Amiotti, 1983 — Aspectos metodológicos de un levantamiento detallado de suelos en zonas complejas con fines de riego. II Jornadas regionales de suelos de la patagonia.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES — BIBLIOTECA

Laya, H., 1983 — Reflexiones sobre experiencias y perspectivas de levantamientos de suelos en la patagonia. II Jornadas regionales de suelos de la patagonia.

Maletic, J and T. Hutchings, 1974. — Selection and Classification of Irrigable Land. In Irrigation of agricultural lands Amer. Soc. Agronomy, Serie Agronomy N° 11, Madison.

Mendía, J.M., 1985 — Suelos del valle de Iglesias, provincia de San Juan. C.F.I., Buenos Aires.

Nadir, A.; A. Ocaranza y T. Chafatinos, 1975 — Los suelos de la cuenca del río Bermejo. Consideraciones sobre su distribución y génesis. Actas de la 7a. Reunión Argentina Ciencia del Suelo, Bahía Blanca.

Nettleton, W.D. and F.F. Peterson, 1983 — Aridisols; Pedogenesis and Soil Taxonomy II. (L.P. Wilding, N.E. Smeck, and G.F. Hall, edit.). Elsevier, Amsterdam, Oxford.

Northcote, K.H., 1954 — The place and function of pedology in soil science. Soils and Fertilizers, Vol. XVII, N° 4.

Rostagno, C., 1980 — Propiedades, Génesis y clasificación de los suelos de Península de Valdés, Prov. del Chubut. Pub. en Actas de la IX RACS, Paraná, Entre Ríos.

Rostagno, C.M., 1981 — Reconocimiento de suelos de Península de Valdés. I. Jornadas Regionales de suelos de la patagonia.

Rostagno, C.M. y Del Valle, H., 1986 — Los montículos asociados a arbustos en un área del noreste de la Patagonia: Características morfológicas, edafólogicas y posibles mecanismos de formación.

Ruellan, A., 1981 — Characterization of calcareous soils with xeric or aridic moisture regime. Soil Science Division, (ACSAD), pág. 205-218.

Sánchez, R. y J.A. Ferrer, 1973 — Suelos con horizonte argílico en la Alta Cuenca del Río Bermejo, provincias de Salta y Jujuy. Comunicación en Actas del XIV Congr. Brasileño Ciencia del Suelo, Santa María, Río Grande, Brasil.

Scoppa, Carlos O., 1982 — Determinación para la Argentina de las subdivisiones tentativas propuestas a los regímenes de humedad del Soil Taxonomy. Boletín Informativo N° 43, Asoc. Arg. Ciencia del Suelo.

Scoppa, Carlos O. y J.C. Salazar Lea Plaza, 1984 — Los climas edáficos. Relatorio del IX Congreso Geológico Argentino. San Carlos de Bariloche.

Shovic, H. and C. Montagne, 1983 — Quantitative aids to soil mapping: computer assisted methods for Reconnaisance wildland. 74th. Anual Meeting. Am. Soc. Agr., California.

Smith, G.D., 1965 — Lectures on soil classification Pedologie N° 4.

Smith, G.D., 1983 — Historical development of soil Taxonomy - Background. In Pedogenesis and Soil Taxonomy, T I Concepts and interactions. Edit. L. Wilding et al; Elsevier edit.

Stoops, G. and M.Ilaimi, 1981 — Gypsum in Arid Soils Morphologie and Genesis. Soil Science Division, ACSAD; pag. 175-185

Tricart, J., 1969 — Le modelé des régions seches. Traité de geomorphologie, Tome IV. Edit. SEDES, Paris.

Tricart, J. y J. Kilian, 1982 — La ecogeografía y la ordenación del medio natural. Edit. Anagrama, Barcelona.

Van den Henvel, R.C., 1966 — The ocurrence of scpiolite and attapulgite in the calcareus zone of a soil near Las Cruces, New Mexico. pag. 193-207. Clay 8 Chay Min. 13th. Nat. Conference.

Van Wambeke, A. y C. Scoppa, 1976 — Las taxas climáticas de los suelos argentinos RIA. Serie 3 Clima y Suelos. Vol. XIII N°1 Buenos Aires.

Vargas Gil, R. y J.P. Culot, 1980 — Los suelos de la Puna. IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Paraná.

Vargas Gil, J.R., 1983 — Génesis de los Paleargides de la Puna Argentina X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. pag. 218-219.

Verheye, W., 1976 — Nature and impact of temperature and moisture in arid weathering and soil forming processes - a review Pedologie N° 26.

Vogt, Thea, 1984 — Croutes calcaries. Type el genése Université Louis Pasteur, Strasbourg.

Watson, A., 1983 — Gysum crusts. In Chemical sediments and geomorphology: precipites and residua in the near-surface environment, Academic Press.

Whalley, W.B., 1983 — Desert varnish. Idem.

Webster, R., 1979 — Quantitative and numerical methods in soil classification and survey. Clarendon Press, London.

Western, S., 1978 — Soil survey contracts and quality control. Clarendon Press, Oxford.

Wilding, L.P.; N.E. Smeck and G. Hall, 1983 — Pedogenesis and soil taxonomy. Vol. I Concepts and interactions. Edit. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.

Yaalon, Dan 1982 — Aridic soils and geomorphic processes. Catena Suplement N° 1.

Yaalon, D., 1983 — Climate, time and soil development. In Pedogenesis and Soil Taxonomy; Concepts and Interactions (I) Edit. L.P. Wilding et al; Elsevier, edit.