



Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

DEGRADACIÓN DE SUELOS

Ing. Agr. Renato Jiménez Zúñiga, MSc.
Conservación de Suelos y Aguas

**CURSO PARA LA METODOLOGÍA DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE COSTA RICA Y EL
MANEJO, CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS
MAG-ICAFÉ-INTA**



I- **DEGRADACIÓN: ES LA ACCIÓN Y EFECTO DE
DEGRADAR**

**DEGRADAR: DEPONER O PERDER LAS
 CARACTERÍSTICAS DE UNA
 PERSONA O UNA COSA**

DEGRADACIÓN DE SUELOS:



**ES EL DESMEJORAMIENTO EN LA CAPACIDAD ACTUAL
Y POTENCIAL DEL SUELO PARA PRODUCIR, BIENES
Y SERVICIOS (FAO, 1990).**

PRINCIPIOS Y DEFINICIONES

FUNDAMENTAL: ANTES DE INICIAR CUALQUIER PROYECTO AGRÍCOLA, ES PRECISO ANALIZAR:

1. RIESGO DE DEGRADACIÓN
2. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DEGRADACIÓN
3. PROCESOS DE DEGRADACIÓN
4. VELOCIDAD ACTUAL DE LA DEGRADACIÓN

**LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS, TENDRÁ EFECTOS
FUERTES SOBRE LA RENTABILIDAD DE LAS
ACTIVIDADES Y LA ESTABILIDAD DE LAS
POBLACIONES**

**ES UN PROCESO QUE AMENAZA SERIAMENTE LA
EXISTENCIA Y REPRODUCCIÓN HUMANA A FUTURO**



PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

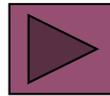
- EROSIÓN (HÍDRICA O EÓLICA)
- SALINIZACIÓN Y SODIZACIÓN
- DEGRADACIÓN QUÍMICA
- DEGRADACIÓN FÍSICA
- DEGRADACIÓN BIOLÓGICA



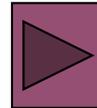
• EROSIÓN HÍDRICA

• ESCURRIMIENTO DIFUSO

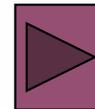
• EROSIÓN LAMINAR



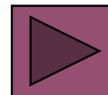
• EROSIÓN EN SURCOS



• FORMACIÓN DE TERRACETAS



• EROSIÓN EN CÁRCAVAS



• REMOCIÓN EN MASA





•EROSIÓN LAMINAR



• EROSIÓN EN SURCOS



• FORMACIÓN DE TERRACETAS



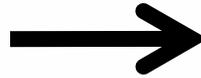
• EROSIÓN EN CÁRCAVAS



• PROCESO EROSIVO COMPLETO EN FINCA PARA PIÑA EN MUELLE DE SAN CARLOS



EROSIÓN LAMINAR



EROSIÓN EN SURCOS



• SEDIMENTACIÓN





•REMOCIÓN EN MASA

SE CONSIDERA LA ETAPA FINAL DEL PROCESO EROSIVO, Y QUE SE PUEDE CLASIFICAR ASÍ:

- DESLIZAMIENTOS
- DERRUMBES
- COLADAS DE BARRO
- SOLIFLUXIÓN



FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

**1- SU VULNERABILIDAD NATURAL A
DETERMINADO TIPO DE DEGRADACIÓN**

**2- LA INTERVENCIÓN HUMANA, QUE
ACELERA EL PROCESO.**

**LA EROSIÓN DE LOS SUELOS ES EL PUNTO DE INCIO
DE LA DEGRADACIÓN, Y PUEDE SER:**

A- HÍDRICA (por efecto del agua)

B- EÓLICA (por efecto del viento)

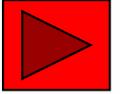
LA EROSIÓN PUEDE TENER DOS CONNOTACIONES:

A- GEOLÓGICA (NATURAL)

B- ACELERADA POR LA ACCIÓN HUMANA



LAS LEYES DE LA **TERMODINÁMICA** NOS DICEN QUE LA MATERIA TIENDE, DE MANERA NATURAL, A BUSCAR NIVELES ENERGÉTICOS MÁS BAJOS. ESTO EXPLICA EL POR QUÉ DE LA DEGRADACIÓN DE LOS MATERIALES COMPONENTES DEL SUELO Y SU OCURRENCIA CONSTANTE EN EL TIEMPO.



SOLAMENTE PARA EFECTOS DE ESTUDIO, SE PUEDE SEPARAR LA DEGRADACIÓN EN TRES TIPOS, AUNQUE EN EL MOMENTO DE SU OCURRENCIA SUS EFECTOS SE OBSERVAN SIMULTÁNEAMENTE Y A VECES SINERGISTICAMENTE

1- DEGRADACIÓN FÍSICA

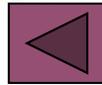


2- DEGRADACIÓN QUÍMICA



3- DEGRADACIÓN BIOLÓGICA





DEGRADACIÓN FÍSICA

A- SELLADO SUPERFICIAL, QUE PRODUCE:

- Destrucción de la Estructura
 - Redistribución de las partículas
 - Taponeamiento de los poros

B- ENCOSTRAMIENTO (después del sellado y al secarse el suelo, se generan costras de diverso grosor):

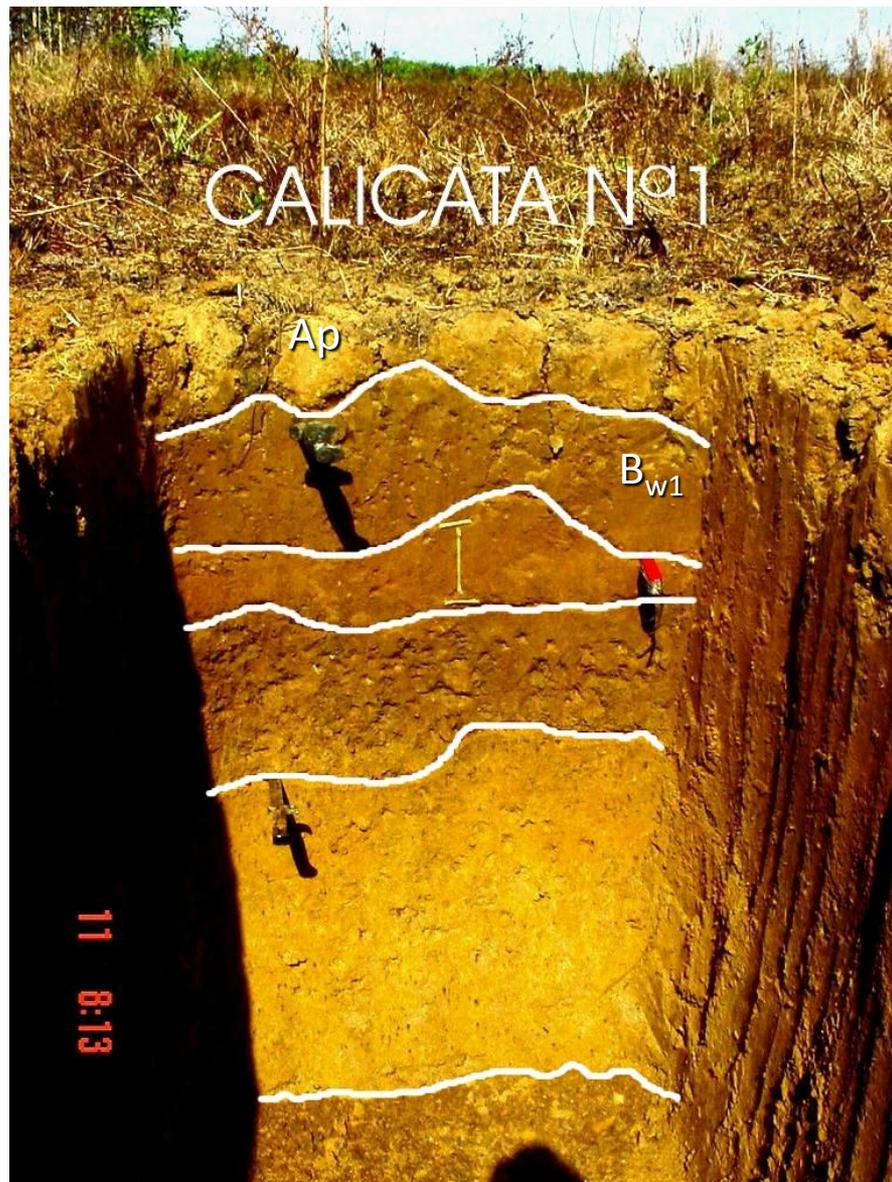
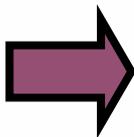
LOS SUELOS ARCILLOSOS SON MÁS ESTABLES!!!

LOS EFECTOS DE ESTE TIPO DE DEGRADACIÓN:

- BAJAS TASAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA INCREMENTO D.A.
- DIFICULTAD PARA LA PENETRACIÓN DE RAÍCES
- BAJA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA
- **COMPACTACIÓN**, QUE ES LA “DEFORMACIÓN” DE LA ARQUITECTURA NATURAL DEL SUELO, “EMPAQUETÁNDOLO”

COMPACTACIÓN SUPERFICIAL DEL SUELO POR EFECTO DE LA LABRANZA

En el horizonte A_p se determinó una densidad Aparente de 1.1 g/cm^3 , mientras que el B_{w1} una de 1.01 gr/cm^3 , en un Typic Eutroudepts del abanico aluvial del río Paquita, en Quepos. Puntarenas.



ENCOSTRAMIENTO (“Crusting”)





DEGRADACIÓN QUÍMICA

ES EL AGOTAMIENTO DE LA FERTILIDAD QUÍMICA NATURAL DEL SUELO, MUY COMÚN EN LAS TIERRAS ROJAS Y LADEROSAS DE LA PENÍNSULA DE NICOYA, LA REGIÓN CENTRAL SUR, LA FILA COSTEÑA Y LA ZONA DE COTO BRUS (30% DEL TERRITORIO NACIONAL).

LOS EFECTOS VAN DESDE:

LA CREACIÓN DE
DESBALANCES NUTRICIONALES (bases de
intercambio
 Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2}),

DEFICIENCIA DE Zn

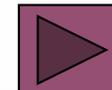
HIDRÓLISIS DE ARCILLAS Fe y Al

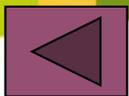
FIJACIÓN DE P Y B

ACIDIFICACIÓN

SALINIZACIÓN Y LA SODIZACIÓN

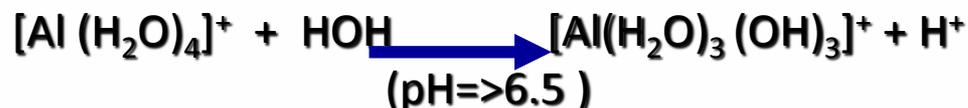
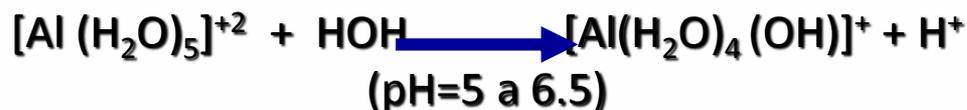
CONTAMINACIÓN





DEGRADACIÓN QUÍMICA

EN EL CASO DE SUELOS TROPICALES ROJOS (Ultisoles y Alfisoles, 30.6% del país) LA DESAPARICIÓN DEL HORIZONTE A, PROVOCA LIBERACIÓN DEL Al^{+3} , POR HIDRÓLISIS DE SESQUIÓXIDOS DE Fe y Al, SEGÚN EL SIGUIENTE PROCESO, PARA Al:



Presentar Al degradación



LA TOXICIDAD DE ALUMINIO EN LOS CULTIVOS:

SOYA

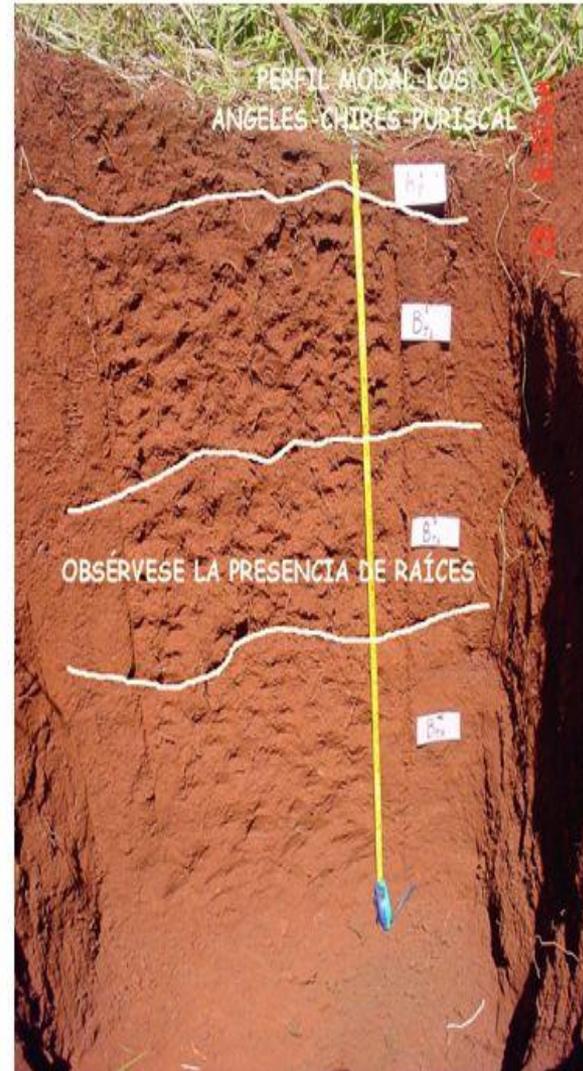


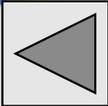
COMO SE APRECIA, EN CULTIVOS SUSCEPTIBLES, LAS PÉRDIDAS SON MUY CONSIDERABLES

EN UN ULTISOL DE PURISCAL

CARACTERÍSTICAS DETERMINADAS EN LABORATORIO PARA EL
PERFIL MODAL, LOS ÁNGELES, CHIRES, PURISCAL

Horizontes	A ₀	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃
Profundidad (cm.)	0-8	8-44	44-70	70-1120
pH (H ₂ O)	4.5	4.1	4.2	4.1
Materia Orgánica (%)	6.23	1.07	1.07	0.8
Carbono orgánico (%)	3.62	0.62	0.62	0.46
CATIONES (cmol/Kg suelo)				
Ca	3.4	1.9	1.8	1.7
Mg	1.5	0.7	0.8	0.8
K	0.38	0.16	0.17	0.26
Suma de bases	5.28	2.76	2.77	2.76
CIC	14.4	13.09	12.57	12.54
Sat. de bases (%)	36.67	21.08	22.03	22.0
FERTILIDAD ACTUAL (cmol/L suelo)				
Ca	2.9	1.0	1.0	0.9
Mg	1.4	0.6	0.6	0.6
K	0.28	0.11	0.11	0.18
Al	0.80	4.0	4.0	4.30
CICE	5.38	5.71	5.71	5.98
% Sat. Al.	14.86	70.05	70.05	71.90
RELACIONES CATIONICAS				
Ca/Mg	2.07	1.67	1.67	1.5
Ca/K	10.35	9.9	9.09	5
Mg/K	5	5.45	5.45	3.3
(Ca+Mg)/K	7.9	6.45	6.45	4.23
P Y ELEMENTOS MENORES (µg/ml suelo)				
P	4	3	3	4
Cu	15	31	35	84
Fe	108	35	16	40
Mn	35	19	6	4
Zn	2.2	0.8	0.6	2.7
GRANULOMETRIA				
Textura	FAJA	A	A	A
Arena %	32	28	32	30
Limo %	28	26	24	22
Arcilla %	40	46	44	48
RETENCION DE HUMEDAD (%) Y % AGUA UTIL				
0.033 Mpa	44.32	45.64	40.79	41.09
1.5Mpa	24.16	25.01	23.89	24.15
Agua Util (%)	20.16	20.63	16.9	16.94
DENSIDAD				
Densidad real	1.86	2.24	-	-
Densidad Aparente	0.89	1.14	-	-
Porosidad Total	52.15	49.11	-	-





SALINIZACIÓN Y LA SODIZACIÓN

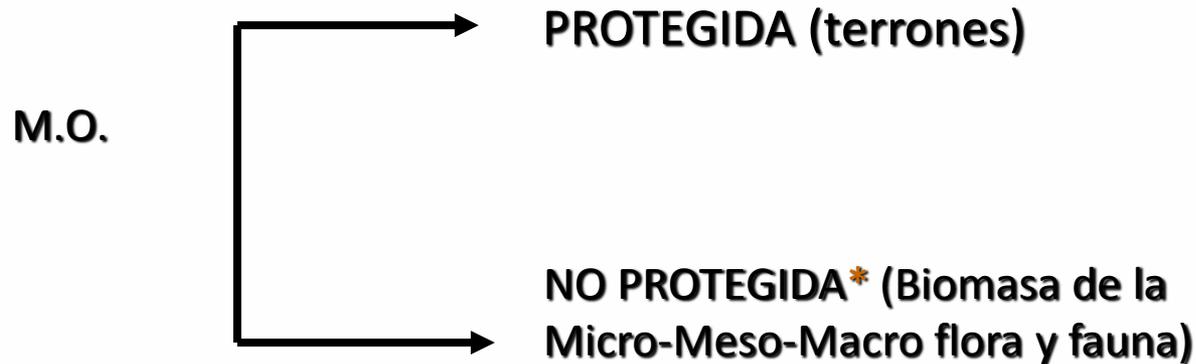




DEGRADACIÓN BIOLÓGICA

TODOS LOS SUELOS MINERALES CONTIENEN MENOS QUE UN 25% DE M.O. ESTOS MATERIALES PUEDEN ESTAR HUMIFICADOS (fracción estable) O NO (lábil)

COMPUESTOS ORGÁNICOS: -AMINOÁCIDOS LIBRES; -GRASAS; -CARBOHIDRATOS; -ÉSTERES; PROTEÍNAS; LIGNINAS U OTROS.



***MUY SUSCEPTIBLE A LA MINERALIZACIÓN**

-EN LOS SUELOS EL 90% DEL NITRÓGENO DISPONIBLE ES DE ORIGEN ORGÁNICO, DE AHÍ LA MARCADA RESPUESTA DE LOS CULTIVOS

DEGRADACIÓN BIOLÓGICA (continuación)

LA M.O. ES LA “COMIDA” QUE NUTRE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO, LOS CUALES PUEDEN SER:

A-SAPRÓFITOS y SIMBIONTES

(Hongos, Bacterias, Actinos, Nematodos, Micorrizas)

B-PARÁSITOS (Hongos, Bacterias, Nematodos-3%-Virus)

C-MESOFLORA-MESOFAUNA (Nematodos, Micorrizas y Otros)

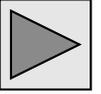
D-MACROFLORA (Lombrices, Artrópodos, Miriápodos, Collembola)

-LOS MÉTODOS DE LABRANZA CONVENCIONAL (ARADA+RASTRA O ROTAVATOR) DESTRUYEN LOS TERRONES O AGREGADOS DEL SUELO, LIBERANDO LA M.O. PROTEGIDA Y ACTIVANDO LA MINERALIZACIÓN (“Muerte”) DE LA MISMA.

-EXISTEN RELACIONES DE EQUILIBRIO ENTRE ESTOS ORGANISMOS. LA DEGRADACIÓN BIOLÓGICA AGOTA LAS RESERVAS DE M.O., POR LO QUE LAS POBLACIONES DE PARÁSITOS (Phytium sp, Phytophthora sp., Fusarium sp., Pratylenchus sp., Radophulus sp. y otros) SE ELEVAN.



EFFECTOS DE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS



□-DEGRADACIÓN FÍSICA DE SUELOS

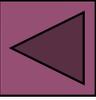


□-DEGRADACIÓN QUÍMICA DE SUELOS



□-DEGRADACIÓN BIOLÓGICA DE SUELOS





-ESCASA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN PASTOS

-DIFICULTAD EN LA EMERGENCIA DE LAS PLÁNTULAS EN CULTIVOS DE SEMILLAS PEQUEÑAS, INCREMENTANDO LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN POR RESIEMBRAS

-PROBLEMAS DE PENETRACIÓN RADICAL, AL GENERARSE UN INCREMENTO EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

-DEFORMACIÓN IRREVERSIBLE, QUE ES LA AMASADURA DEL SUELO, MUY UTILIZADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

-DISMINUCIÓN EN LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DEL SUELO

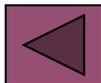
-PROBLEMAS PARA LA DIFUSIÓN DE GASES EN LA RIZOSFERA (AIREACIÓN) DISMINUYENDO LAS TASAS DE RESPIRACIÓN DE LAS RAÍCES Y CON ELLO LOS RENDIMIENTOS



**-INCREMENTO EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN
POR ENCALADOS Y APLICACIÓN DE OTROS TIPOS
DE ENMIENDAS**

**-DISMINUCIÓN DE LA RENTABILIDAD Y LA
COMPETITIVIDAD DE LA AGRICULTURA, POR
EFECTO DE AUMENTO EN EL NIVEL DE INSUMOS
(FUENTES DE N,P,K,S, Zn Y B)**

**-AUMENTO EN LOS COSTOS DEL USO DEL AGUA
PARA RIEGO, EN AQUELLOS SITIOS DONDE HAY
PROBLEMAS DE SALINIZACIÓN.**



-INCREMENTO EN LOS COSTOS DE APLICACIÓN DE PROGRAMAS DE COMBATE DE ENFERMEDADES Y PLAGAS (FUNGICIDAS, NEMATICIDAS Y OTROS AGROTÓXICOS)

-CONTAMINACIÓN DE AGUAS DE DRENAJE, QUE LLEVAN ELEMENTOS QUÍMICOS Y OTROS COMO COLIFORMES, BACTERIAS, HONGOS Y METABOLITOS DE AGROTÓXICOS, QUE VAN A PARAR A LAS FUENTES DE AGUA, QUE PUEDEN SER ÚTILES PARA EL CONSUMO HUMANO O PARA RIEGO

-INCREMENTO EN LOS COSTOS DE ATENCIÓN DE PACIENTES EN LAS CLÍNICAS Y HOSPITALES DE LA CCSS

EN RESUMEN EL PROCESO

Degradación del suelo

Física

Química

Biológica

Endurecimiento

Erosión y
desertización

Disminución de
la fertilidad

Desequilibrio
elemental

Reducción de
micro y macro-
fauna

Pérdida de la
materia orgánica

Erosión
hídrica

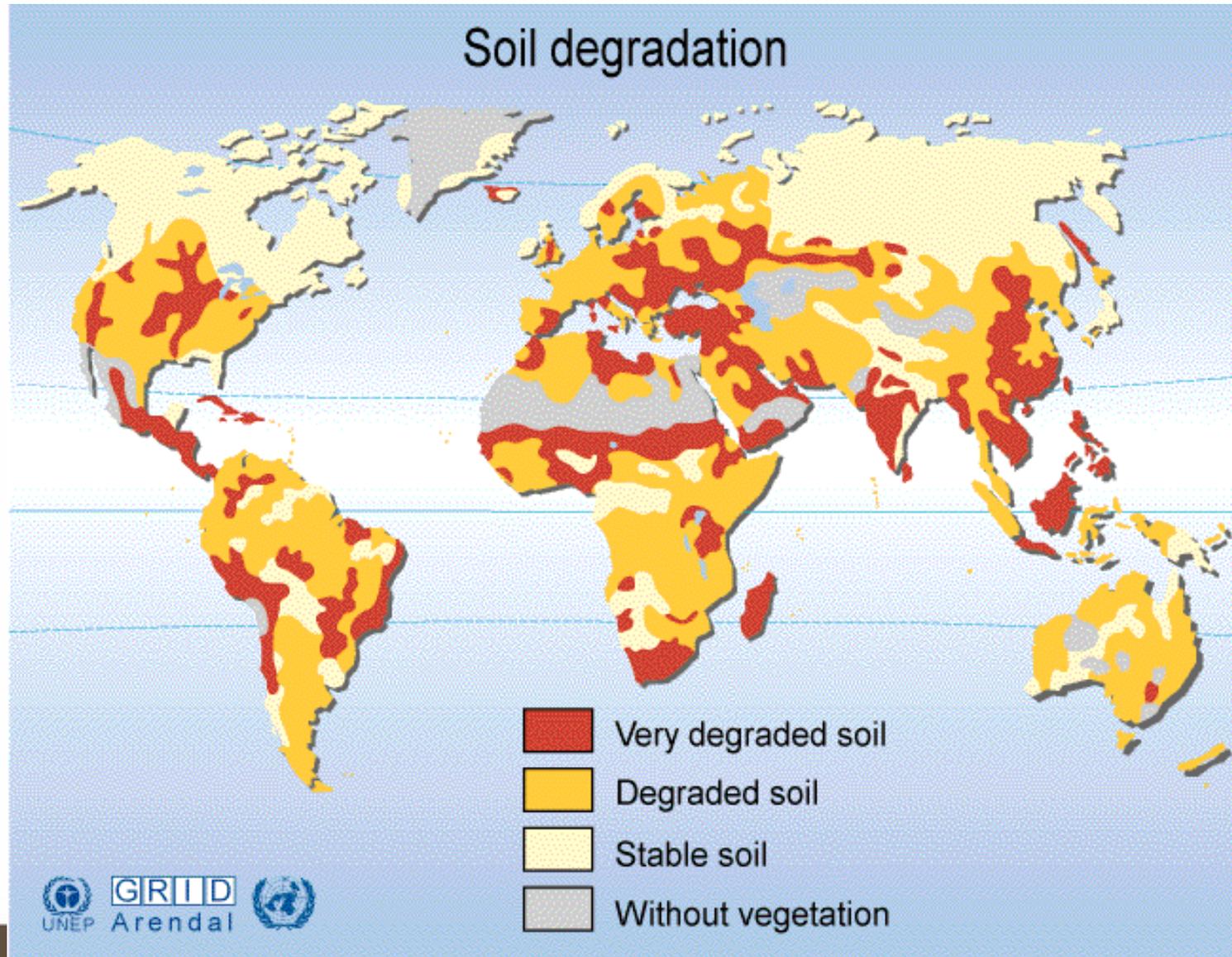
Erosión
eólica

Salsodificación

Componentes
tóxicos

Acidificación

DEGRADACIÓN DE SUELOS EN EL ÁMBITO MUNDIAL, SEGÚN FAO, 2006

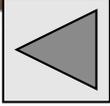


METODOLOGÍAS PARA EL LEVANTAMIENTO CARTOGRÁFICO DE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS SEGÚN CIDIAT, VENEZUELA

EXISTEN VARIOS MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN
Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN
DE SUELOS, QUE SE PUEDEN AGRUPAR:

- OBSERVACIONES Y MEDICIONES DIRECTAS
- UTILIZACIÓN DE SENSORES REMOTOS (IMÁGENES
SATELITALES O FOTOGRAFÍAS AÉREAS RECIENTES,
COMO LAS DEL PROYECTO Carta 2005.
- MÉTODOS PARAMÉTRICOS
- MÉTODOS MATEMÁTICOS





● OBSERVACIONES Y MEDICIONES DIRECTAS

1. PUEDEN SER CUALITATIVOS Y RELACIONADOS AL CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA DEL EVALUADOR

2. POR MEDIO DE DETERMINACIONES ANALÍTICAS DE CAMPO Y DE LABORATORIO, QUE EVALUAN:

-EROSIÓN HÍDRICA:

- Erosión Pluvial
- Erosión por escurrimiento
- Remoción en masa

-EXCESO DE SALES

-Degradación Física

-EROSIÓN EÓLICA:

- Erosión Pluvial
- Erosión por escurrimiento
- Remoción en masa

-Degradación Química

-Degradación Biológica

UTILIZACIÓN DE SENSORES REMOTOS



• MÉTODOS PARAMÉTRICOS

PERMITEN INFERIR LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS, A PARTIR DE FACTORES AMBIENTALES, CUYA INTERACCIÓN SE PUEDE EXPRESAR CON LA SIGUIENTE FUNCIÓN MATEMÁTICA*:

*:FAO-PNUMA-UNESCO

$$D = f(C, S, T, V, L, M)$$

Donde:

D= degradación del suelo

C= factor agresividad climática

S= factor suelo

T= factor topográfico

V= factor vegetación natural

L= factor uso de la tierra

M= factor intervención humana

A mayor número asignado a cada factor, mayor será la degradación resultante calculada

- MÉTODOS MATEMÁTICOS

COMO LA ECUACIÓN MUNDIAL DE PÉRDIDA DE SUELOS, CONOCIDA COMO USLE (EN INGLÉS) Y COMO EUPS EN CASTELLANO

$$A = R * K * LS * C * P$$