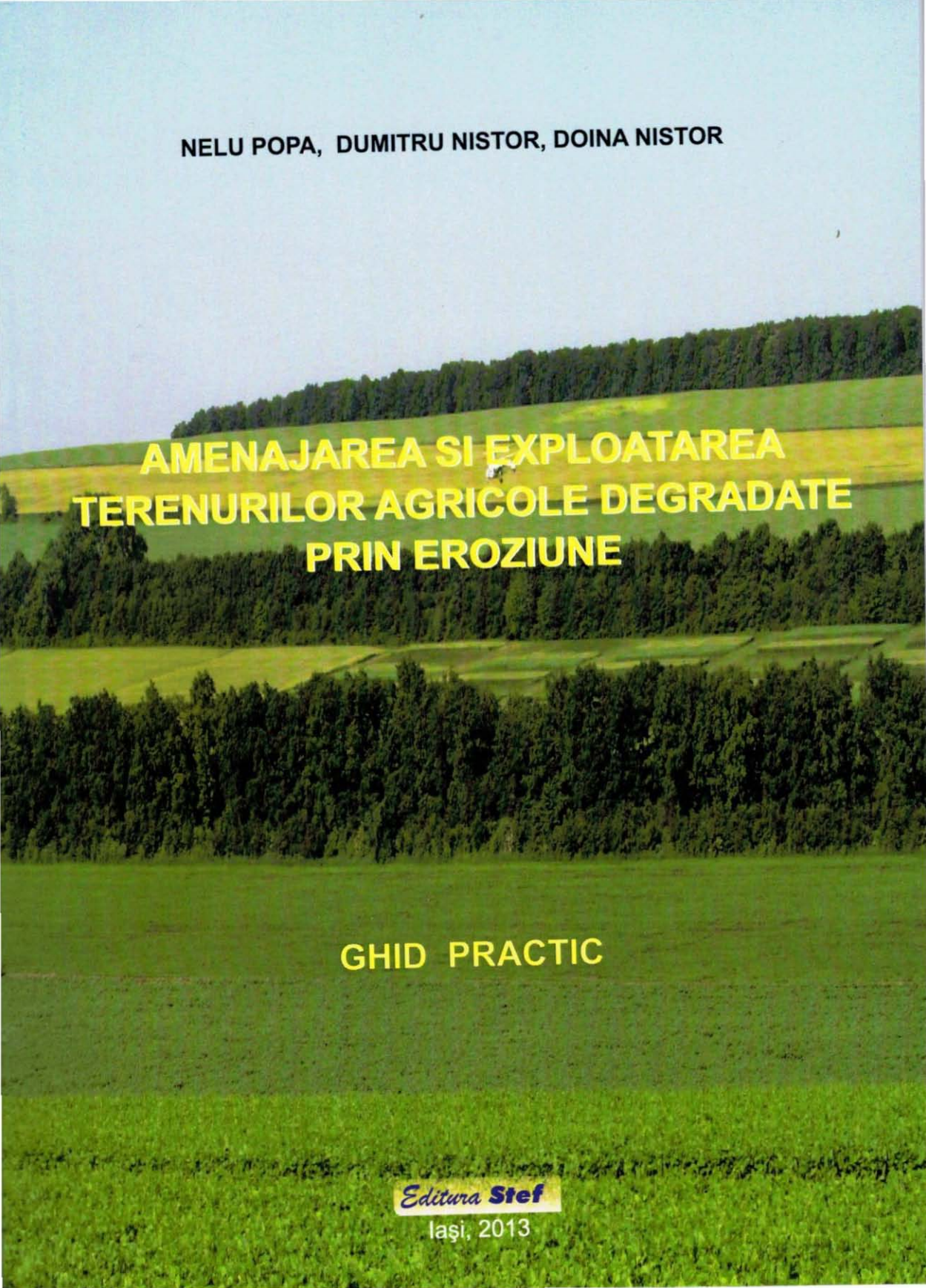
NELU POPA, DUMITRU NISTOR, DOINA NISTOR



AMENAJAREA SI EXPLOATAREA TERENURILOR AGRICOLE DEGRADATE PRIN EROZIUNE

GHID PRACTIC

Editura Stef
Iaşi, 2013

NELU POPA, DUMITRU NISTOR, DOINA NISTOR,

AMENAJAREA SI EXPLOATAREA TERENURILOR AGRICOLE, DEGRADATE PRIN EROZIUNE

GHID PRACTIC

LUCRARE FINANŢATĂ ÎN CADRUL PROGRAMULI SECTORIAL „OPAC 2020”, PROIECTUL 1.1.2 / 2011, DERULAT LA CENTRUL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU COMBATEREA EROZIUNII SOLULUI PERIENI

CUPRINS

1. Introducere 5

2. Tipurile şi cauzele degradării prin eroziune a terenurilor agricole 9
2.1. Conceptul sol. Definiţii şi noţiuni de bază 9
2.2. Forme de eroziune a solului 14
2.3. Factori influenţi 20
2.4. Impact ecologic 21
2.5. Consecinţe economice 23

3. Estimarea riscului la eroziune a terenurilor agricole 25
3.1. Eroziunea şi productivitatea solului 25
3.2. Tipuri de informaţii şi investigaţii specifice 27
3.3. Proceduri de estimare a impactului erozional. 30
3.3.1. Aprecierea riscului de eroziune a solului prin observaţii de teren 31
3.3.2. Modele matematice 32

4. Măsuri şi lucrări antierozionale, preventive, de reabilitare şi de reconstrucţie ecologică 44
4.1. Principii 44
4.2. Combaterea eroziunii de suprafaţă 44
4.2.1. Complex de măsuri şi lucrări agrofitotehnice cu rol antierozional 44
4.2.1.1. Restructurarea şi reamplasarea categoriilor de folosinţă a terenului 44
4.2.1.2. Organizarea antierozională a teritoriului agricol 46
4.2.1.3. Stabilirea sortimentelor de culturi 46
4.2.1.4. Stabilirea structurii culturilor 47
4.2.1.5. Asolamente 50
4.2.1.6. Sisteme de cultură 53
4.2.1.7. Lucrările solului 60
4.2.1.8. Refacerea fertilităţii solurilor erodate 67

4.2.2. Lucrări antierozionale pe versanţi 83
4.2.2.1. Lucrări de nivelarea-modelare a terenului 83
4.2.2.2. Amplasarea şi construcţia reţelei de drumuri de exploatare agricolă 85
4.2.2.3. Terasarea 87
4.2.2.4. Eliminarea excesului de umiditate din solurile situate pe pante 90
4.2.2.5. Lucrări de interceptare şi evacuare a scurgerilor de pe versanţi 91
4.2.3. Amenajări silvice 95
4.2.3.1. Perdele forestiere de protecţie 96
4.2.3.2. Plantaţii forestiere în masiv, cu rol antierozional 97

4.3. Combaterea eroziunii de adâncime 100
4.4. Combaterea alunecărilor de teren 105

5. Dicţionar 111

6. Legislaţie 121

7. Bibliografie 137

Capitolul 1

INTRODUCERE

Solul constituie resursa naturală cea mai importantă a omenirii, existenţa şi dezvoltarea societăţii umane fiind condiţionată vital de existenţa plantelor terestre. Acestea trebuie să asigure oamenilor hrană şi materii prime pentru medicamente, îmbrăcăminte şi alte cerinţe importante.

Majoritatea ecosistemelor terestre au ca bază solul, care este un sistem dinamic, alcătuit din minerale, materie organică, apă, aer şi organisme vii şi este capabil să furnizeze plantelor toate cele necesare dezvoltării lor normale, exceptând radiaţia solară şi bioxidul de carbon.

La nivel global, se observă o presiune crescândă exercitată de numărul tot mai mare al locuitorilor planetei asupra resurselor limitate de teren destinat agriculturii. Astfel, statisticile arată că la fiecare 50 de ani, populaţia globului creşte cu aproximativ trei miliarde de oameni, în timp ce suprafaţa cu potenţial agricol, care ocupă mai puţin de un sfert din suprafaţa terestră mondială, poate creşte doar pe seama despăduririlor sau luării în cultură a terenurilor situate la limita pretabilităţii pentru agricultură. Acestea din urmă se încadrează în categoria ecosistemelor extrem de fragile şi sunt cele mai vulnerabile la degradarea prin eroziune sau prin acţiunea altor categorii de factori care conduc la deteriorarea calităţii solului (deşertificare, salinizare, etc.).

Pentru ameliorarea tendinţei de degradare progresivă a solului, eforturile principale s-au îndreptat spre înţelegerea mai amănunţită atât a proceselor naturale cât şi a celor socio-economice, specifice fiecărei regiuni. Cunoştinţele, priorităţile şi aspiraţiile locale stau la baza programelor de dezvoltare durabilă a agriculturii fiecărei ţări.

Devine din ce în ce mai clar că agricultura nu este doar un mijloc de a procura alimentele de zi cu zi, ci constituie un sistem complex ce poate influenţa mediul înconjurător într-un mod decisiv. Agricultura este responsabilă pentru gestionarea resurselor naturale ce reprezintă baza nu numai pen-

tru nevoile ei interne de producţie, ci şi pentru întreaga viaţă terestră. Agricultura are un impact deosebit de important asupra mediului înconjurător şi de aceea trebuie să se orienteze tot mai mult spre menţinerea şi chiar îmbunătăţirea calităţii acestuia. În acest sens, un rol deosebit revine ştiinţei, care trebuie să furnizeze factorilor de decizie, informaţii utile pentru adoptarea unor strategii corecte de gospodărire a fondului funciar. Printre direcţiile mai importante de acţiune pe plan ştiinţific ce se manifestă în prezent, enumerăm următoarele:

- Monitorizarea, măsurarea şi cartarea terenurilor agricole degradate;
- Modelarea şi prognozarea proceselor de degradare a terenurilor;
- Îmbunătăţirea metodelor şi tehnologiilor de combatere a proceselor ce afectează calitatea terenurilor agricole;

Analiza rezultatelor obţinute în ţările dezvoltate dar şi în cele aflate în curs de dezvoltare, privitoare la reabilitarea terenurilor degradate, arată că eficacitatea măsurilor a crescut încet dar sigur, acolo unde implicarea directă a fermierilor a fost mai puternică. De asemenea, s-a constatat că stimulentele acordate proprietarilor de terenuri agricole au fost mai eficiente decât restricţiile legislative.

Dacă luăm în considerare faptul că în România, în anul 2001, ponderea populaţiei ocupate în agricultură era de 40,4% (în regiunea de nord-est ajungea la 49,8%), iar din suprafaţa totală de 238 390 km^2, cca. 62,3% revenea agriculturii, este de la sine înţeles că păstrarea calităţii terenurilor agricole ocupă un loc prioritar.

Intensificarea exploatării terenurilor agricole, ca urmare a creşterii cerinţelor de produse alimentare, conduce la degradarea tot mai pronunţată a calităţii solurilor. Aceasta are consecinţe grave nu numai pentru populaţia actuală dar şi pentru generaţiile viitoare, întrucât refacerea solurilor este un proces de lungă durată, de ordinul zecilor şi chiar sutelor de ani. Din acest motiv, guvernele din multe ţări au fost nevoite să adopte o politică dinamică, de protejare a calităţii terenurilor, prin care să favorizeze o exploatare raţională a acestora.

În ultimii ani se vehiculează din ce în ce mai mult conceptul de agricultură durabilă.

Dezvoltarea durabilă a agriculturii răspunde cerinţelor prezentului fără a le compromite pe cele ale generaţiilor viitoare. Una dintre definiţiile agriculturii durabile susţine ideea că generaţiile viitoare trebuie să aibă tot atâtea oportunităţi câte are generaţia prezentă.

Realizarea acestui tip de agricultură presupune îndeplinirea simultană a trei funcţii:

- Economică, de producţie a bunurilor alimentare sau industriale;
- Ecologică, de ameliorare a mediului înconjurător;

- Socială, de gestionare a teritoriilor şi de prestare a unor servicii şi activităţi neagricole (culturale, recreative, peisajere, etc.).

Deşi termenul de agricultură durabilă este suficient de clar, identificarea tuturor indicatorilor ce fac posibilă punerea în practică a acestui concept, nu este încă pe deplin lămurită. Specialiştii în domeniu s-au axat înainte de toate pe indicatorii fizici şi biologici care definesc calitatea solului şi a apei (bilanţul nutrienţilor, pierderile de recoltă, intensitatea şi diversitatea utilizării terenului, gradul de acoperire cu vegetaţie, gradul de poluare, etc.). Totuşi, s-au observat numeroase deficienţe atunci când aceşti parametri au fost măsuraţi izolat unii de alţii. În plus, aprecierea calităţii de agricultură durabilă necesită măsurători şi observaţii de lungă durată, de ordinul zecilor de ani.

Este important de reţinut că nerealizarea obiectivului de agricultură durabilă poate avea la origine două categorii de cauze:

- Naturale: precipitaţii catastrofale, secetă prelungită, seisme.
- Antropice, ca urmarea a unor practici agricole greşite: lente, cu efecte pe termen lung (eroziunea în suprafaţă, sărăturarea solului, colmatarea lacurilor de acumulare, etc.) şi rapide, cu efecte imediate (ravenarea, alunecările de teren, incendiile, atacurile de boli şi dăunători, etc.)

În România, sistemele de agricultură durabilă se pot diferenţia în funcţie de specificul zonei şi al factorilor care contribuie la degradarea terenurilor agricole:

- Sistem de agricultură irigată;
- Sistem de agricultură pe terenurile în pantă;
- Sistem de agricultură pentru terenuri nisipoase;
- Sistem de gospodărire agrosilvică, specific zonei montane;
- Sistemul solurilor poluate, degradate antropic.

Între acestea, sistemul de agricultură pe terenurile în pantă ocupă un loc important întrucât 43% din suprafaţa agricolă a României este situată pe pante.

Până în anul 1960, sistemul tradiţional de agricultură practicată pe această categorie de terenuri s-a caracterizat prin faptul că majoritatea lucrărilor se executau pe direcţia deal-vale iar cca. 85% din totalul suprafeţei era îl reprezentau loturile ce nu depăşeau un hectar. Sistemul era extrem de favorabil producerii fenomenului de eroziune a solului.

În perioada 1970-1990 s-a trecut la aplicarea pe scară largă a unui sistem integrat de amenajare şi exploatare a terenurilor agricole în pantă având ca urmare reducerea semnificativă a pierderilor de sol prin eroziune şi creşterea producţiilor agricole. La sfârşitul acestui interval, aproximativ 2,1 milioane de hectare au fost amenajate antierozional.

După anul 1990, prin promulgarea unei noi legislaţii, prin care terenurile au fost restituite foştilor proprietari însă, de regulă, pe vechile amplasamente şi până la gradul al patrulea de rudenie, s-au creat din nou condiţii de revenire la vechiul sistem caracterizat printr-o pulverizare excesivă a proprietăţilor agricole şi prin dispunerea loturilor cu latura lungă după direcţia deal-vale. Prin aceasta, cea mai mare parte a lucrărilor antierozionale au fost scoase din funcţiune iar rata anuală a eroziunii aproape s-a dublat. Consecinţa a fost nu numai scăderea pronunţată a producţiilor agricole ci şi degradarea, de multe ori ireversibilă, a terenurilor prin eroziune.

Autorii acestei cărţi încearcă să ofere, înainte de toate, deţinătorilor de terenuri agricole situate pe versanţi, apoi specialiştilor în agricultură precum şi a factorilor de decizie, un instrument sintetic, conform cu noile cerinţe socio-economice, de conştientizare, în primul rând, al pericolului eroziunii şi apoi, de aplicare a unor măsuri şi lucrări antierozionale, unele cu caracter general, altele adaptate unor situaţii specifice.

Capitolul 2

TIPURILE ŞI CAUZELE DEGRADĂRII TERENURILOR AGRICOLE PRIN EROZIUNE

2.1. Conceptul sol. Definiţii şi noţiuni de bază

În domeniul îmbunătăţirilor funciare se folosesc în mod frecvent cuvintele: teren, pământ şi sol. După *Gh. Sandu, V.Blănaru şi colab., 1981* aceste noţiuni se definesc astfel:

Teren este un termen general folosit în agricultură şi ameliorații. Acesta se referă atât la mărimea suprafeţei cât şi la faptul că reprezintă un suport pentru cultura plantelor.

Pământ este un termen cu diverse accepţiuni. Prima dintre ele se referă la suprafaţa de teren folosită ca principal mijloc de producţie în agricultură şi silvicultură. Alta ia în consideraţie materialul *în care se execută* unele lucrări (diverse săpături pentru canale sau fundaţii) şi materialul *din care se construiesc* o serie de obiective de îmbunătăţiri funciare.

Solul este termenul cel mai des utilizat în agricultură şi este definit drept un corp natural format la suprafaţa scoarţei terestre ca urmarea a acţiunii combinate şi îndelungate a factorilor geologici, climatici şi biologici şi care este diferenţiat pe verticală, prezintă o dinamică neîntreruptă şi complexă şi are însuşirea de a fi fertil.

Ştiinţele care studiază solul prin prisma specificităţii lor dau înţelesuri diferite conceptului de sol. În figura 1 este reprezentată distribuţia pe verticală a câtorva dintre stratele ce compun solul, cu denumiri folosite în geotehnică, hidrogeologie, pedologie şi pedologie ameliorativă. Pe profilul de sol, pot fi identificate şi, în acelaşi timp, privite comparativ, reprezentările grafice al unor noţiuni precum: strat arabil, strat agro-ameliorativ, strat pedoameliorativ, strat hidro-ameliorativ, etc.

În pedologia ameliorativă, profilul de sol are două semnificaţii: una naturală, care cuprinde stratul rădăcinilor şi stratul biologic inert, şi una ameliorativă, care se referă la următoarele patru straturi:

- *Stratul arat* sau agrochimic, cu adâncimea de 10-25 cm, ce corespunde orizontului mobilizat şi omogenizat artificial în fiecare

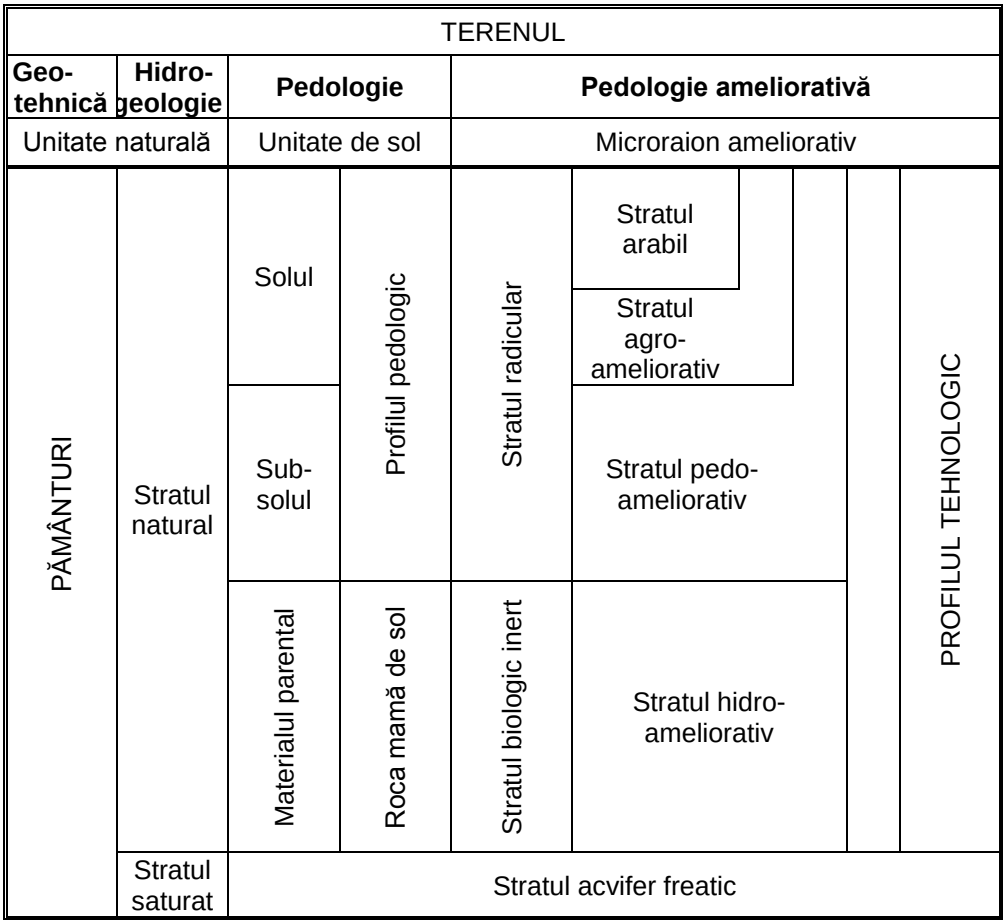


Figura 1 Relaţiile dintre termenii ce definesc straturile de la suprafaţa terenului cu utilizare în geotehnică, hidrogeologie, pedologie şi pedologie ameliorativă

an pentru realizarea patului germinativ, încorporarea îngrăşămintelor chimice şi organice, combaterea buruienilor, etc.

- *Stratul agroameliorativ,* cu adâncimi variabile, cuprinse între 0 şi 70cm, ce corespunde adâncimii pe care se execută lucrări de afânare profundă, în scopul măririi totale a porozităţii, a creşterii capacităţii de înmagazinare a apei, etc.
- *Stratul pedoameliorativ,* cu adâncimi ce variază de la 0 la 150cm reprezentând limitele între care se execută lucrări pedoameliorative durabile (amendarea, omogenizarea sau modificarea texturii, spălarea sărurilor, etc.).
- *Stratul hidroameliorativ,* în care se execută lucrări de ameliorare a regimului hidric al solului fie la suprafaţa solului (canale de

desecare, de irigaţie, etc.), fie la baza stratului pedoameliorativ (drenaj intern).

Proprietăţile solului influenţează şi în cele din urmă hotărăsc decisiv, modul de folosinţă agricolă al acestuia. Proprietăţile solului sunt acele însuşiri care pot fi determinate prin metode directe sau indirecte, în câmp şi / sau laborator.

Însuşirile solului pot fi exprimate fie prin coeficienţi sau rapoarte (mai mici sau mai mari ca 1), fie prin procente (cum este cazul notelor de bonitare generală agricolă).

După caracterul lor de a se modifica în timp, indicii pedoameliorativi se pot grupa în: stabili (textura, densitatea specifică, etc.), moderat schimbători (densitatea aparentă, conductivitatea hidraulică, rezistenţa la penetrare) şi uşor schimbători (reacţia pH, conţinutul de săruri solubile, etc.).

După caracterul lor deficitar sau excesiv, indicii pedoameliorativi se împart în două categorii şi anume: indici deficitari (deficitul de apă, deficitul de aeraţie, etc.) şi indici excesivi (excesul de apă, excesul de săruri, etc.).

Textura solului este o însuşire practic nemodificabilă a solului astfel încât tehnologiile agricole şi ameliorative trebuie să fie adaptate specificului textural al fiecărui sol.

Texturile grosiere se caracterizează prin capacitatea redusă de reţinere a apei, permeabilitate şi aeraţie ridicate, ascensiune capilară redusă. În perioadele secetoase folosesc uşor apa din ploile mici dar în sezonul ploios pierd mari cantităţi de apă provenite din ploile abundente. Au rezistenţă mecanică scăzută, se lucrează uşor şi sunt soluri calde. Prezintă valori mici sau cel mult moderate ale gradului de tasare. Sub aspect chimic, au conţinut redus de humus, un ritm rapid de modificare a rezervelor de elemente nutritive şi suferă mai des decât alte soluri de carenţe ale unor microelemente.

Solurile cu textură grosieră pot fi mai rezistente la eroziunea de suprafaţă prin apă, dar sunt mult mai sensibile la eroziunea eoliană pentru combaterea căreia se impun lucrări şi măsuri specifice.

Texturile mijlocii au o capacitate bună de reţinere a apei accesibile pentru plante, aeraţie bună, însuşiri mecanice şi termice satisfăcătoare. Densitate şi porozitatea au valori mijlocii, gradul de tasare este convenabil, iar dinamica elementelor nutritive este moderată.

Ca urmare, solurile cu textură mijlocie sunt cele mai favorabile condiţiilor pentru obţinerea unor producţii agricole superioare.

Solurile cu textură fină se caracterizează prin însuşiri hidrologice, mecanice şi termice inferioare celorlalte două categorii texturale descrise anterior.

În perioadele secetoase culturile agricole pot supravieţui dar dau producţii scăzute, iar ploile mici nu pot fi valorificate corespunzător, în timp ce în perioadele ploioase se creează uşor exces de umiditate. Regimul hidric din sol este puternic influenţat de formarea crăpăturilor care au implicaţii deosebite privind circulaţia apei şi pătrunderea sistemului radicular.

Principalele clase texturale pot fi determinate cu oarecare aproximaţie prin examinare pe cale organoleptică direct în teren . Metoda cuprinde examinarea solului cu ochiul liber sau cu lupa şi prin pipăirea solului uscat şi a celui umed (tabelul 1). Operaţia principală este modelarea solului umed în palmă şi între degete pentru formarea de mici sfere printr-o mişcare circulară în palmă, suluri prin mişcarea de du-te-vino între cele două palme, inele prin rularea peste deget a sulurilor sau panglici prin presarea şi netezirea între degetul mare şi cel arătător a sulului.

Tabelul 1 Recunoaşterea pe teren a claselor texturale
(după Canarache, 1990)

Clasa texturală	Comportare în stare umedă		
	Aspect general	Plasticitate	Posibilităţi de modelare între degete
Nisip	Foarte aspru	Neplastic	Nu se modelează
Nisip lutos	Foarte aspru dar murdăreşte uşor degetele	Extrem de slab plastic	Practic nu se modelează
Lut nisipos	Aspru	Foarte slab plastic	Formează sfere; Formează suluri care se rup uşor
Lut	Făinos	Slab-moderat plastic	Formează sfere; Formează suluri care crapă uşor; Formează inele care se rup uşor.
Lut argilos	Alunecos	Plastic	Formează sfere şi suluri; Formează inele care crapă uşor; Formează panglici lucioase care se rup uşor
Argilă	Alunecos, unsuros	Foarte plastic	Formează sfere, suluri, inele şi panglici lucioase.

Fertilitatea solurilor se defineşte ca fiind însuşirea solului de a pune la dispoziţia plantelor, în cantităţi corespunzătoare nevoilor acestora, apa, aerul şi substanţele nutritive indispensabile creşterii şi dezvoltării lor în ansamblu.

De cele mai multe ori, solurile nu au o fertilitate naturală corespunzătoare unei dezvoltări normale ale plantelor. Astfel, deşi uneori apa se găseşte în sol în cantităţi optime, este greu accesibilă plantelor datorită concentraţiei ridicate de săruri. În alte cazuri, poate fi deficitară aeraţia (la solurile

puternic tasate sau argiloase). Din acest motiv, noţiunea de fertilitate naturală trebuie să includă nu numai gradul de aprovizionare cu apă, aer şi substanţe nutritive, ci şi proprietăţile solului care limitează folosirea acestora.

Ciclicitatea nutrienţilor din sol joacă un rol deosebit de important în toate ecosistemele. Fără aceasta, s-ar produce o acumulare ireversibilă de substanţe nutritive în forme neaccesibile pentru organismele vii.

Ciclul carbonului. Se apreciază că fără fixarea şi reciclarea carbonului atmosferic de către plantele verzi acesta s-ar epuiza în circa 20 de ani. Organismele vii consumă şi descompun carbohidraţii sintetizaţi şi încorporaţi de plante şi le returnează în atmosferă sub forma bioxidului de carbon (figura 2).

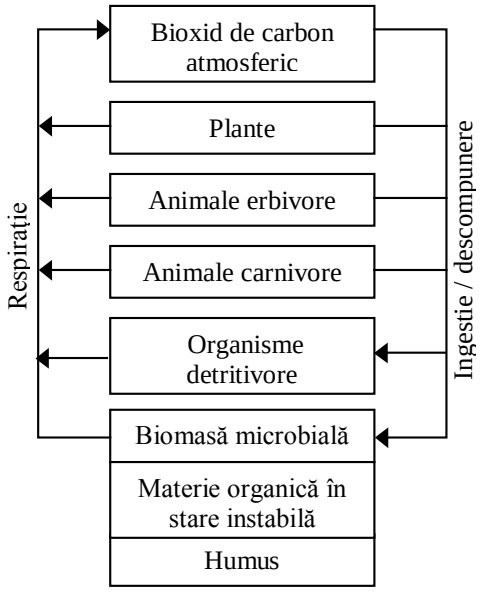


Figura 2 Ciclul carbonului

Există, totuşi, câteva situaţii în care combinarea carbonului conduce la reali-zarea de produse toxice pentru organismele vii, mai ales ca urmare a unor procese industriale. Aceste produse trebuie neapărat transformate în forme utile sau măcar inofensive pentru organismele vii.

Ciclul azotului şi a altor nutrienţi. Azotul este un element prezent în cantităţi foarte mici în roci şi trebuie extras din atmosferă. Numeroase microorganisme care trăiesc în simbioză cu plantele sunt capabile să fixeze azotul din aerul atmosferic. Deşi există o serie de procese prin care azotul este transformat în oxizi cu ajutorul energiei luminoase, fără fixarea biologică a azotului majoritatea ecosistemelor nu ar putea supravieţui. Din acest motiv, azotul joacă un rol extrem de important în reabilitarea terenurilor degradate. Există numeroase situaţii în care compuşii pe bază de azot trebuie adăugaţi în sol, fie în faza iniţială fie pe parcurs, pentru a instala şi menţine un covor vegetal bine încheiat. De asemenea, alţi nutrienţi precum fosforul, potasiul, calciul, fierul, cuprul, etc., prezintă importanţă deosebită în dezvoltarea ecosistemelor şi au particularităţile lor privind ciclicitatea. Principalele probleme survin atunci când aceste substanţe lipsesc sau, uneori, sunt în exces.

2.2. Forme de eroziune a solului

Scurgerea produsă de ploi

Cantitatea de sol erodat este în strânsă legătură cu volumul scurgerii la suprafaţa versantului.

Scurgerea este influenţată de mai mulţi factori care se pot grupa în două categorii:

a) Factori cu stabilitate mare în timp:
   - Relieful terenului;
   - Configuraţia şi geometria suprafeţei scurgerii;
   - Reţeaua naturală sau artificială a canalelor;
   - Proprietăţile hidrologice ale profilului de sol;

b) Factori cu stabilitate redusă în timp:
   - Microrelieful terenului;
   - Starea de afânare;
   - Prezenţa crustei şi a crăpăturilor în sol;
   - Stabilitatea structurală;
   - Învelişul vegetal.

Apa provenită din precipitaţii care nu reuşeşte să se infiltreze în sol, se scurge la suprafaţa versanţilor, fie sub formă laminară, fie sub formă de şiroaie cu dimensiuni variabile.

La ploi cu intensităţi medii, aproape întreaga suprafaţă a versantului se acoperă cu un strat de 1,5-2,0mm grosime pentru care scurgerea are un aspect laminar. Pe măsură ce apa se depărtează de cumpăna apelor, apar mici şiroaie care se unesc şi cresc în dimensiuni formând scurgerea concentrată. În cazul ploilor cu intensitate mare, aceasta devine predominantă şi capătă un pronunţat caracter turbulent.

Privită în general, se poate spune că scurgerea de pe versant are o neuniformitate mare în timp şi spaţiu, accentuată în primul rând de neregularităţile terenului şi apoi de variaţia intensităţii ploii şi de şocul picăturilor de ploaie, care amplifică turbulenţa curenţilor.

Eroziunea solului.

Definiţie: Eroziunea solului este fenomenul de natură mecanică ce se manifestă la suprafaţa scoarţei terestre şi se caracterizează prin trei faze principale: desprinderea (detaşarea) particulelor de sol, transportul şi depunerea sedimentelor.

În natură, eroziunea se poate produce prin intermediul următorilor *agenţi:*

- apa, sub forma picăturilor de ploaie şi a curenţilor de apă de la suprafaţa terenului;
- aerul, sub forma curenţilor de viteză mare (vânt).

Având în vedere multitudinea de factori care intervin în procesul de eroziune precum şi de apariţia fenomenelor secundare, separarea în cele trei faze are un pronunţat caracter arbitrar.

Termenul de eroziune a solului poate implica unele ambiguităţi atunci când se afirmă, de exemplu, că la o ploaie, eroziunea măsurată într-o secţiune de control a atins un anumit nivel. Practic, nu se precizează cât material a fost desprins de la suprafaţa solului, ce cantitate din acest material s-a depus pe versant şi mai ales care este noua configuraţie a terenului după ce procesul de eroziune a încetat. Aceste neajunsuri au totuşi un temei şi anume faptul că cele trei faze se compun într-o manieră foarte dinamică astfel încât este foarte greu de elaborat un sistem de indicatori care să descrie întreaga complexitate a procesului erozional.

În cele ce urmează, se vor trata cu precădere problemele legate de eroziunea prin apă întrucât în România este fenomenul cu cea mai largă extindere comparativ cu eroziunea prin vânt, localizată îndeosebi în Oltenia şi Dobrogea.

Principalele forme ale eroziunii hidrice sunt prezentate schematizat (după *M.Moţoc*) astfel:

Eroziunea prin picături

Agent	- picăturile mari de ploaie
Faza	- distrugerea agregatelor din stratul de la suprafaţa solului de 1-2 cm la impactul picăturilor cu solul.
	- împroşcarea materialului rezultat
Localizare	- microrelieful terenului
Efecte	- redistribuirea locală a particulelor de sol
	- formarea crustei la suprafaţa solului

Distrugerea agregatelor de la suprafaţa solului are loc prin: impactul picăturilor, explozia agregatelor şi dispersia liantului dintre particule (foto 1).

1. Picăturile de ploaie pot avea dimensiuni cuprinse între 0,2 şi 6,0mm iar viteza de cădere se situează în jurul valorii de 9 m/s. La impactul cu solul dezgolit şi uscat, acestea se sparg şi creează o presiune locală foarte intensă (*Al-Durrah and Breadford, 1982*) ce desprinde o anumită cantitate de sol. În jurul locului de impact al picăturii se produc microcurenţi cu viteze foarte mari ce antrenează particulele de sol.

După ce solul s-a umezit şi la suprafaţă s-a format o peliculă de apă, orice picătură de ploaie care cade, rupe acest strat umed iar stropii împroşcaţi antrenează şi particulele de sol, pe distanţe ce depind de energia picătu-

rilor de ploaie şi de panta terenului. Picăturile mari de ploaie pot proiecta fragmentele mici de sol până la înălţimea de 1m şi distanţa de 0,8m faţă de locul impactului.

Foto 1 Eroziunea prin picături

2. După umezire, are loc explozia agregatelor, adică fărâmiţarea bruscă a acestora şi blocarea aerului în spaţiul capilar din stratul superficial de sol. După ce ploaia încetează, acest strat relativ uniform ce conţine o aglomerare de bule de aer, se usucă şi se transformă într-o crustă subţire, dură şi impermeabilă care blochează circulaţia aerului şi a apei sub formă de vapori, între sol şi atmosferă.

3. Alt mod de distrugere a agregatelor se realizează prin dispersarea liantului dintre particule în prezenţa apei din precipitaţii.

Toate cele trei moduri de distrugere acţionează conjugat, influenţându-se reciproc.

Eroziunea prin curenţi dispersaţi (foto 2)

Agent	- microcurenţi dispersaţi de apă încărcaţi cu particule de sol
Faze	- distrugerea agregatelor de la suprafaţa terenului
	- erodarea orizontului superior al profilului de sol
	- transportul materialului solid
	- depunerea materialului grosier
Localizare	- porţiuni uniforme de versant
Efecte	- deformarea suprafeţei terenului prin apariţia de mici canale de scurgere
	- depunerea selectivă (în ordinea descrescândă a dimensiunilor) a materialului erodat

Acest tip de eroziune se produce prin deplasarea spre aval a stratului pelicular de apă amintit mai sus, sub formă de curenţi dispersaţi pe întreaga suprafaţă a terenului.

Foto 2 Eroziunea prin curenţi dispersaţi

Eroziunea prin curenţi concentraţi (foto 3)

Agent	- curenţi concentraţi puternic încărcaţi cu material solid
Faze	- erodarea profilului de sol - transportul materialului - depunerea materialului în zonele cu modificări importante ale pantei (platforme de terase, drumuri, baza versanţilor, etc.)
Localizare	- pe aproape întreg versantul
Efecte	- fragmentarea suprafeţei versantului prin apariţia de formaţiuni avansate ale eroziunii în adâncime (ogaşe, ravene) - declanşarea altor forme de degradare (surpări de maluri, alunecări de teren, etc.) - depunerea materialului în zonele cu pantă mai redusă

Sursele de sedimente

În studiul proceselor erozionale este important de desluşit nu numai mecanismul sau modul de producere a eroziunii ci şi proveniența aluviunilor precum şi destinaţia lor. Astfel, pentru eroziunea produsă prin picăturile de ploaie, sursa de eroziune se poate identifica, la nivelul mi-

Foto 3 Eroziunea prin curenţi concentraţi

croreliefului, ca fiind micile ridicături sau coame ce se pot forma prin mobilizarea solului cu ajutorul utilajelor agricole. Depunerea sedimentelor se produce în microdepresiunile terenului, aflate în imediata vecinătate a microformelor de relief amintite mai sus.

Pentru formele de eroziune prin curenţi dispersaţi sau concentraţi, sursele de sedimente se definesc în funcţie caracteristicile scurgerii la suprafaţa terenului.

Pentru a putea fi definită mai bine prin relaţii matematice, scurgerea dispersată este, în general, considerată ca având o grosime uniformă în lungul pantei, tinzând să se concentreze în numeroase mici canale, care au la origine microdepresiunile produse de utilajele agricole. Forma de eroziune ce se dezvoltă în interiorul acestor canale poartă denumirea generică de ***eroziune în rigole*** în timp ce eroziunea ce afectează suprafeţele dintre canale se numeşte ***eroziune între rigole***. De asemenea, se consideră că microcanalele au o distribuţie uniformă pe versant, iar dimensiunile lor sunt cuprinse, cel mai adesea, între 100 şi 300mm lăţime şi 50 şi 150mm adâncime (*Foster, 1982*). Ele au un caracter efemer întrucât pot fi nivelate prin arăturile anuale. Totodată, se apreciază că scurgerea între rigole este direcţionată preponderent în lateral, spre rigole, în timp ce scurgerea în rigole urmăreşte linia de cea mai mare pantă a terenului.

Crusta solului

Crusta este rezultatul impactului picăturilor de ploaie asupra solului neprotejat de vegetaţie (foto 4). Ea este adesea compusă din două straturi: unul foarte subţire, neporos şi altul de 0,5-2,0 cm grosime alcătuit din particule foarte fine şi care prezintă o densitate mult mai mare ca cea a solului de dedesubt.

Foto 4 Crusta solului

Procesul de formare a crustei este foarte complex şi presupune interacţiunea mai multor fenomene fizice: compactarea, fragmentarea, redistribuirea şi selectarea agregatelor, dar nu sunt excluse nici unele reacţii chimice.

Sunt susceptibile la formarea crustei, solurile care au o textură mai grosieră, astfel încât, în timpul umezirii, spaţiile goale sunt umplute de particulele cu o granulaţie mai fină.

Dintre efectele negative mai importante ale formării crustei la suprafaţa solului, enumerăm:

- Reducerea cantităţii de apă din precipitaţii care se infiltrează în sol;
- Accentuarea procesului de eroziune prin faptul că o cantitate mai mare de apă se va scurge la suprafaţa solului;
- Împiedică răsărirea plantelor;
- Înrăutăţirea condiţiilor de aeraţie de sub crustă, ce afectează semnificativ dezvoltarea normală a plantelor;
- Creşterea consumului energetic pentru realizarea lucrărilor mecanice;
- Repetarea unor lucrări mecanice ale solului;

Crusta are uneori şi efecte pozitive:

- Protejează solul împotriva eroziunii eoliene;
- Diminuează intensitatea eroziunii produsă de curenţii dispersaţi (eroziunea între rigole) Se apreciază că, pe solurile cu pantă lină, crusta rămâne intactă pe o lungime mai mare decât pe solurile situate pe pante mari, unde apare rapid eroziunea în rigole.

Crusta se îndepărtează prin efectuarea lucrărilor solului. Totuşi, efectele ei pot fi prevenite prin aplicarea următoarelor metode:

- Gestionarea regimului resturilor vegetale din sol şi de la suprafaţa solului care oferă o protecţie mai bună împotriva impactului picăturilor de ploaie;
- Creşterea conţinutului de materie organică din sol, care conferă acestuia o rezistenţă mărită la eroziune; Se poate realiza prin aplicarea îngrăşămintelor organice cum sunt gunoiul de grajd şi îngrăşămintele verzi (leguminoasele ca: lupinul, mazărea, măzărichea, etc.);
- Utilizarea tehnologiei de modelare a suprafeţei terenului în coame, aspect care uşurează spargerea crustei;
- Umezirea periodică a terenului prin irigaţii, uşurează penetrarea crustei de către plante în perioada de răsărire.

Compactarea solului

Compactarea (tasarea, îndesarea) solului este procesul în urma căruia densitatea aparentă a acestuia creşte peste valorile normale.

Compactarea poate fi naturală sau artificială (antropică).

Compactarea naturală se datorează unor factori sau procese pedogenetice, în general, de lungă durată şi de complexitate ridicată..

Compactarea artificială se datorează utilajelor agricole sau de transport, care se deplasează pe terenurile agricole, de multe ori în mod neraţional. Acest tip de compactare este caracteristic agriculturii moderne, intensive şi puternic mecanizate (*A.Canarache 1990*).

Intensitatea procesului de compactare depinde atât de însuşirile solului (textură, structură, conţinut de humus, etc.), cât şi de caracteristicile sistemei de maşini şi tehnologiilor de mecanizare. Astfel, compactarea creşte pe măsură ce se folosesc utilaje agricole mai grele, care execută un număr mare de treceri pe acelaşi loc, în condiţii de sol cu umiditate mare. De asemenea, compactarea solului apare în condiţiile aplicării necorespunzătoare a unor tehnologii agricole precum: folosirea rotaţiilor de scurtă durată, mai ales a celor fără culturi amelioratoare, de bilanţul negativ al humusului din sol, de fertilitatea redusă sau inadecvată, de calitatea necorespunzătoare a lucrărilor solului, de executare a acestora în condiţii de umiditate superioare celei optime.

Compactarea are numeroase efecte negative asupra solului, printre care cele mai importante sunt:

- Creşterea rezistenţei mecanice a solului, fapt care conduce la creşterea consumului de combustibil când lucrările agricole se execută mecanizat;
- Scăderea permeabilităţii şi a capacităţii de reţinere a apei;
- Înrăutăţirea regimului aerohidric;
- Înrăutăţirea structurii solului;

Ca urmare a deteriorării unor însuşiri ale solului prin compactare, calitatea lucrărilor de pregătire a patului germinativ scade, creşterea sistemului radicular al planelor este puternic inhibată şi, finalmente, recoltele pot scădea cu până la 50% comparativ cu solurile necompactate.

Solurile compactate sunt mai sensibile la eroziune datorită permeabilităţii pentru apă mai reduse. Deosebit de grave sunt cazurile în care lucrările agricole sunt executate pe direcţia deal-vale iar scurgerile la suprafaţa solului se concentrează pe urmele lăsate pe sol de pneurile utilajelor agricole.

2.3. Factori influenţi

Eroziunea este rezultatul activităţii unui număr mare de procese foarte complexe şi variate, cu interrelaţii cauză-efect, care pot acţiona periodic, sistematic, în mod independent sau concomitent, sub acţiunea următorilor factori prezentaţi în figura 3 (*V.Ionescu, 1972).*

2.4. Impact ecologic

Eroziunea solului are consecinţe nefaste din punct de vedere ecologic, deoarece contribuie nu numai la diminuarea grosimii stratului de sol, dar şi la modificarea în mare parte a principalelor proprietăţi fizice, chimice şi biologice. Astfel, se reduce considerabil capacitatea de reţinere a apei şi a elementelor nutritive, vitale pentru dezvoltarea plantelor.

Deplasarea particulelor de sol şi acumularea acestora în zonele situate în aval, destabilizează ecosistemele, în sensul că, odată cu sedimentele, se acumulează şi cantităţi însemnate de substanţe chimice folosite în agricultură pentru combaterea bolilor şi dăunătorilor sau pentru creşterea fertilităţii solului. Multe din aceste substanţe ajung în apele curgătoare şi acumulări, favorizând dezvoltarea exagerată a algelor, ceea ce face ca apa să devină improprie pentru multe folosinţe şi în special pentru alimentarea cu apă a localităţilor.

Prin urmare, eroziunea este din punct de vedere fizic, un agent poluant major, care se manifestă atât prin faptul că afectează prin sedimentare terenurile agricole situate în zonele mai joase, cât şi prin aceea că sporeşte colmatarea şi scoaterea timpurie din uz a lacurilor de acumulare. De asemenea, contribuie la degradarea din punct de vedere chimic a unor suprafeţe de teren, dar şi a calităţii apelor din râurile şi lacurile situate în aval de terenurile agricole.

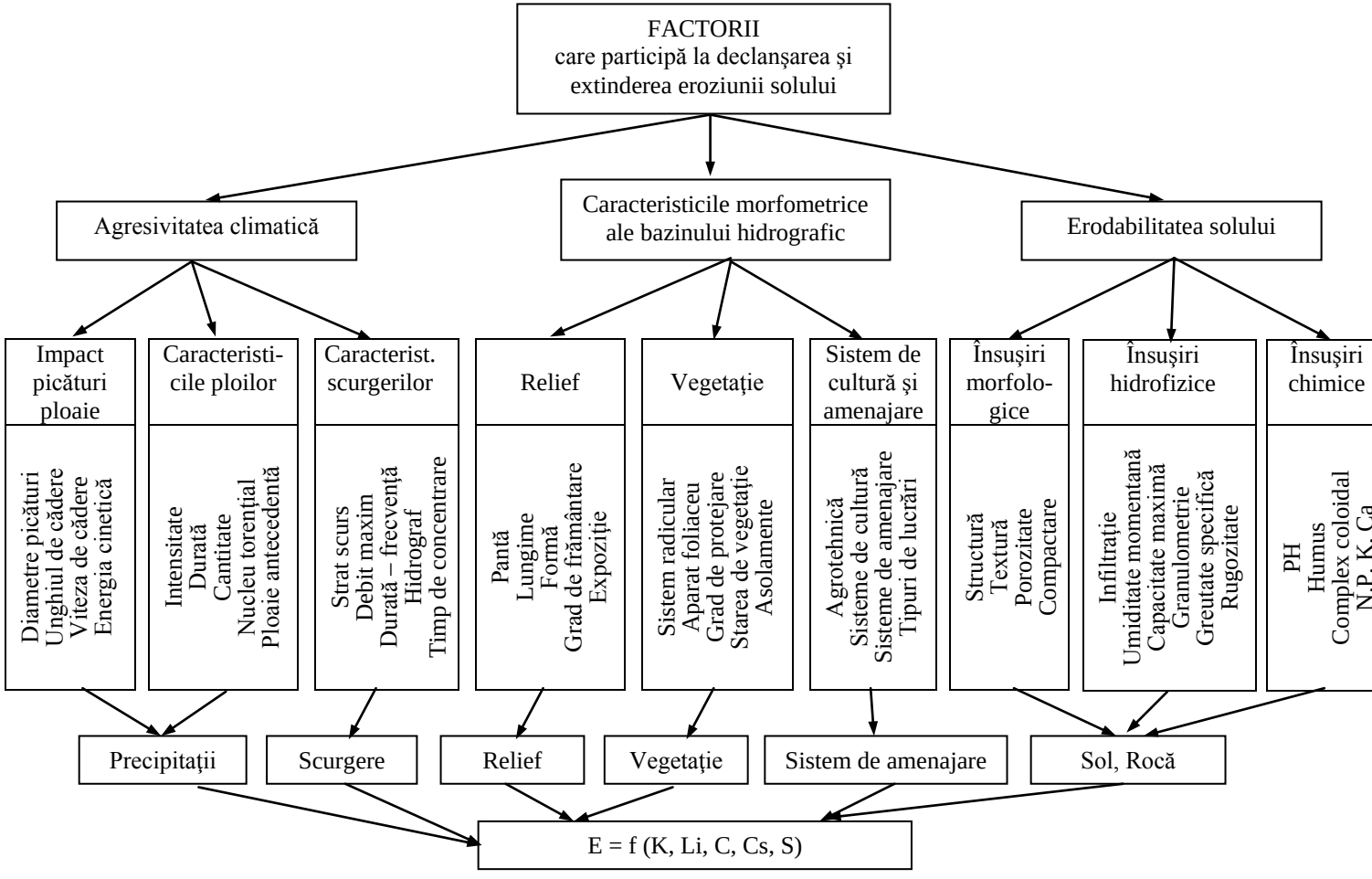


Figura 3 Factorii eroziunii solului (*după V. Ionescu, 1972*)

2.5. Consecinţe economice

Pagubele provocate de eroziunea solului, privite sub aspect economic, pot fi directe şi indirecte. Pagubele directe sunt produse prin:

- Pierderile de humus şi elemente nutritive, dizolvate şi spălate de apă sau deplasate odată cu particulele fine de sol. Pe solul afectat moderat de eroziune, rezerva de humus scade cu 50% în timp ce la solul puternic erodat, cantitatea de humus se diminuează cu până la 80% comparativ cu solul neerodat.
- Pierderile datorate scăderii productivităţii solurilor degradate prin eroziune. Fenomenul se manifestă prin scăderea masei vegetale, a vitalităţii plantelor şi în final, a producţiei.
- Spălarea şi antrenarea în aval a seminţelor semănate în stratul superficial sol. Rezultatul este o scădere semnificativă a producţiei agricole prin diminuarea densităţii plantelor de pe suprafaţa agricolă cultivată.
- Colmatarea unor suprafeţe de teren agricol cu material transportat din amonte conduce uneori la acoperirea în totalitate a platelor cu sedimente.
- Concentrarea scurgerilor de suprafaţă care provoacă apariţia de ogaşe sau chiar ravene de versant. Lucrările de nivelare-modelare necesare uniformizării terenului sunt foarte costisitoare şi presupun intervenţia cu utilaje specializate.

Pagubele indirecte au la origine următoarele cauze:

- Modificarea însuşirilor fizice ale solului:
  - Degradarea structurii solului prin înrăutăţirea stabilităţii sale hidrice;
  - Modificarea texturii datorită trierii particulelor de sol în urma procesului de antrenare de către apă a stratului de la suprafaţă. Sunt deplasate în primul rând fracţiunile fine.
- Pierderea progresivă de material cu granulaţie fină ce conţine elemente nutritive pentru plante, contribuie într-o manieră ireversibilă, pe termen lung, la distrugerea structurii solului, la micşorarea capacităţii de stocare a apei şi la diminuarea fertilităţii solului. Aceasta înseamnă că valoarea terenului scade semnificativ.

- Eroziunea, aşa cum s-a arătat mai sus, poluează apele şi solul prin depunerea de sedimente şi substanţe chimice. Aplicarea măsurilor de eliminare a acestor consecinţe presupune iarăşi cheltuieli însemnate.
- În numeroase cazuri, eroziunea solului afectează căile de comunicaţii, în speţă, drumurile de exploatare agricolă. Refacerea periodică a acestora conduce, de asemenea, la majorarea costurilor ce decurg din activităţile de atenuare a consecinţelor eroziunii.
- Condiţiile care favorizează eroziunea contribuie la accentuarea fenomenului de secetă întrucât apă scursă la suprafaţa terenului nu mai ajunge la rădăcinile plantelor. De asemenea, creşte riscul de producere a inundaţiilor datorită:
    - reducerii timpului de atingere a debitului maxim;
    - reducerii capacităţii de transport a reţelei hidrografice prin colmatarea cu sedimente.

Se poate concluziona că, din punct de vedere financiar, eroziunea conduce în mod clar la sporirea cheltuielilor de exploatare a terenurilor agricole. Din păcate, pe termen scurt, pagubele sunt mascate de condiţiile climatice anuale, care induc variaţii ale nivelului producţiilor agricole. Pe termen lung, însă, consecinţele neaplicării unui sistem antierozional se agravează şi se ajunge în final chiar până la scoaterea definitivă a terenului din circuitul agricol. Dovada cea mai concludentă o constituie existenţa unor întinse suprafeţe neproductive, abandonate, pe care se observă clar forme de eroziune în suprafaţă, de adâncime sau alunecări de teren. Iniţial, aceste terenuri au fost, fie împădurite, fie exploatate agricol. Politica greşită de tăiere abuzivă a pădurilor, precum şi neaplicarea la timp a măsurilor şi lucrărilor antierozionale stau la baza acestor consecinţe nefaste.

Capitolul 3

ESTIMAREA RISCULUI LA EROZIUNE A TERENURILOR AGRICOLE

3.1. Eroziunea şi productivitatea solului

Eroziunea solului este un proces aproape imposibil de oprit, dificil de controlat şi poate fi foarte uşor accelerat prin activităţile umane. Pe multe terenuri eroziunea a acţionat până la un asemenea nivel încât, practic, este imposibil de a reface stratul iniţial de sol care a fost creat în mod natural de-a lungul a sute de ani.

Productivitatea unui teren, în funcţie de utilizarea sa, este definită ca proprietatea de a produce o anumită cantitate de produse biologice, pe unitatea de suprafaţă.

Relaţiile dintre eroziune şi productivitate pot fi desluşite mai bine studiind fertilitatea, definită ca un complex de însuşiri fizice, chimice şi biologice ale solului care se influenţează reciproc.

Declinul productivităţii produs de eroziune are ca efect imediat modificarea unor caracteristici ale solului în sensul scăderii fertilităţii acestuia. Pe măsură ce fertilitatea scade, gradul de acoperire cu vegetaţie se reduce, favorizând eroziunea. Cercul se închide prin faptul că eroziunea ulterioară produce un declin mai accentuat al productivităţii. În felul acesta, procesul se autosusţine. De asemenea, trebuie avut în vedere faptul că rata scăderii productivităţii solului trebuie analizată prin prisma bilanţului între eroziune şi dezvoltarea naturală a profilului de sol.

W. C. Moldenhauer (1971) consideră că relaţia eroziune - productivitate are două efecte majore asupra solului:

- ireversibil: recolta potenţială este ireversibil micşorată de eroziune;
- reversibil: pierderea azotului, fosforului şi a celorlalte elemente poate fi refăcută din exterior.

Aceasta este o prezentare simplistă a efectelor pentru că, în vreme ce scăderea fertilităţii imediate poate fi refăcută cu ajutorul elementelor nutritive suplimentare, pe termen lung se observă continuarea deteriorării unor însuşiri ale solului.

Pierderi de sol admisibile

Conceptul de pierdere admisibilă de sol a apărut din nevoia de a reflecta mai corect bilanţul dintre cantitatea de sol erodat şi acela de formare a solului în condiţii naturale.

Stamey şi Smith (1964) sugerează că definiţia pierderii admisibile de sol prin eroziune trebuie:

- să aibă în vedere conservarea resurselor de sol;
- să fie adaptabilă în privinţa ratelor de eroziune şi de refacere a oricărei caracteristici de sol,
- să ia în consideraţie cauzele eroziunii şi a refacerii solului.
- să permită utilizarea oricărei proprietăţi a solului sau cerinţe viitoare, predictibile.

Pierderea de sol admisibilă este cantitatea maximă de sol care se poate pierde prin eroziunea de suprafaţă, ce permite realizarea unui nivel ridicat al productivităţii solului, pe o perioadă de timp nedefinită. Alţi autori definesc acest parametru ca fiind cantitatea maximă de sol ce se pierde prin eroziune, la care calitatea medie a solului se menţine astfel încât plantele se dezvoltă normal.

Bennett (1939) a afirmat că, sub o vegetaţie forestieră sau ierboasă, suprafaţa solului este bine protejată împotriva eroziunii şi va fi stabilizată pentru o lungă perioadă de timp. Solul se formează din materialul parental, mai încet decât ne putem noi imagina. Astfel, conform estimărilor, sub influenţa celor mai favorabile condiţii, incluzând un bun covor forestier sau ierbos, un centimetru de sol se formează într-o perioadă de timp cuprinsă între 100 şi 400 de ani .

Natura extrem de fragilă a ecosistemelor formate pe solurile acoperite de vegetaţie ierboasă, pagubele aproape ireversibile provocate prin eroziune, precum si dificultăţile întâmpinate la estimarea pierderilor de sol de pe aceste terenuri, fac dificilă aprecierea valorică a toleranţei la eroziune.

Serviciul privind Conservarea Resurselor Naturale din SUA diferenţiază cinci clase de eroziune (tabelul 2) iar toleranţa maximă la eroziune, pe majoritatea terenurilor agricole americane, este considerată valoarea de 11,0 t/ha/an (tabelul 3), din următoarele motive:

- pierderile de sol ce depăşesc această valoare admisibilă afectează durabilitatea şi costul unor structuri, cum sunt canalele, acumulările, digurile, etc.
- eroziunea de suprafaţă, în exces, este însoţită de eroziunea în adâncime, cauzând probleme la efectuarea lucrărilor agricole dar şi altele, precum colmatarea canalelor, acumulărilor, etc.

- pierderile de azot şi fosfor dintr-o tonă de sol erodat valorează între 5 şi 10$. Peste valoarea de 10$, pierderile sunt considerate excesive

Tabelul 2

Clase de eroziune a solului

Clasa de eroziune	Potenţialul pierderilor de sol
Foarte scăzută (tolerabilă)	<7,5
Scăzută	7,5-12,5
Moderată	12,5-25,0
Înaltă	25,0-32,5
Severă	>32,5

Tabelul 3

Pierderile de sol admisibile pe terenurile arabile după diverşi autori

Autorul	Pierderea de sol admisibilă (t/ha)
terenuri arabile	
Thompson,.L.M.	1,2-14,4
Whatt şi Miller	5,0-10,0
Whischmeyer, W.H.	7,0-11,0
Browning – pentru statul Iowa	5,0-15,0
Moţoc M. Pentru România	2,0-8,0
Păşuni	
Wight and Siddoway	0,33

3.2. Tipuri de informaţii şi investigaţii specifice

Surse de variaţie în analizele de sol. Pentru ca rezultatele analizei agrochimice să reflecte cât mai corect situaţia din parcelele de recoltare, cu o eroare admisibilă, este necesar ca probele de sol să fie reprezentative. Ele trebuie să aibă trăsături specifice terenului pe care îl caracterizează, să nu sufere modificări în cursul pregătirii transportului, depozitării, manipulării şi să fie analizate în mod corect. Numeroase studii au arătat că într-un laborator de serie, de agrochimie, în care se lucrează corect, din eroarea totală care afectează analiza de sol, 80-85% revine erorii de recoltare şi 15-20% erorii de divizare a probei şi erorii analitice (*Hauser*, 1973). În prezent, ca şi în

viitor, se menţine valabilă afirmaţia că, de modul în care sunt recoltate probele de sol din teren depinde în cea mai mare măsură justeţea datelor obţinute.

Eroarea de recoltare care afectează rezultatele analizei fizico chimice ale solului provine din doua surse principale: variaţia în spaţiu şi variaţia în timp a însuşirilor sale În figura 4 se prezintă schema principalelor surse de variaţie în analizele de sol.

Variaţia spaţială a însuşirilor solului. Proprietăţile solului nu sunt identice pe o suprafaţă de teren de dimensiuni oricât de mici, chiar în condiţii de omogenitate aparent ridicată a învelişului de sol. Întrucât solul dintr-o parcelă de recoltare nu poate fi analizat ca un întreg, ci prin probe parţiale, care intră în alcătuirea probei medii, datele analizei fizico chimice vor exprima întotdeauna situaţia medie din parcelele de recoltare, cu o anumită eroare.

Pentru o parcelă de recoltare fiecare proprietate a solului are o variaţie proprie, caracterizată prin indicii statistici ai variabilităţii:

a - abaterea medie pătratică

$CV = \frac{s}{x}100$ - coeficientul de variaţie, în care x este media aritmetică.

Numărul de probe parţiale necesare alcătuirii unei probe medii reprezentative este determinat de gradul de variaţie a proprietăţii celei mai variabile din setul ce urmează să se analizeze şi de precizia urmărită pentru datele analitice.

Tipul de variaţie exprimă raportul ce există între gradul de variaţie a însuşirilor solului pe suprafeţe mici în comparaţie cu suprafeţele mari. Totodată, s-a constatat că metoda de recoltare sistematică a probelor parţiale dă rezultate mai bune decât metoda de recoltare randomizată. De menţionat că distanţa dintre probe trebuie astfel aleasă încât să asigure o participare, pe cât posibil egală, a microzonelor existente în parcelă având diferite grade de neomogenitate.

Variaţia temporală a însuşirilor solului. Proprietăţile solului prezintă o variaţie în timp cu caracter sezonier şi una determinată de interacţiunea solului cu amendamentele şi îngrăşămintele aplicate. În anumite cazuri, această variaţie poate afecta rezultatele analizei cu o eroare determinată de momentul recoltării probelor de sol.

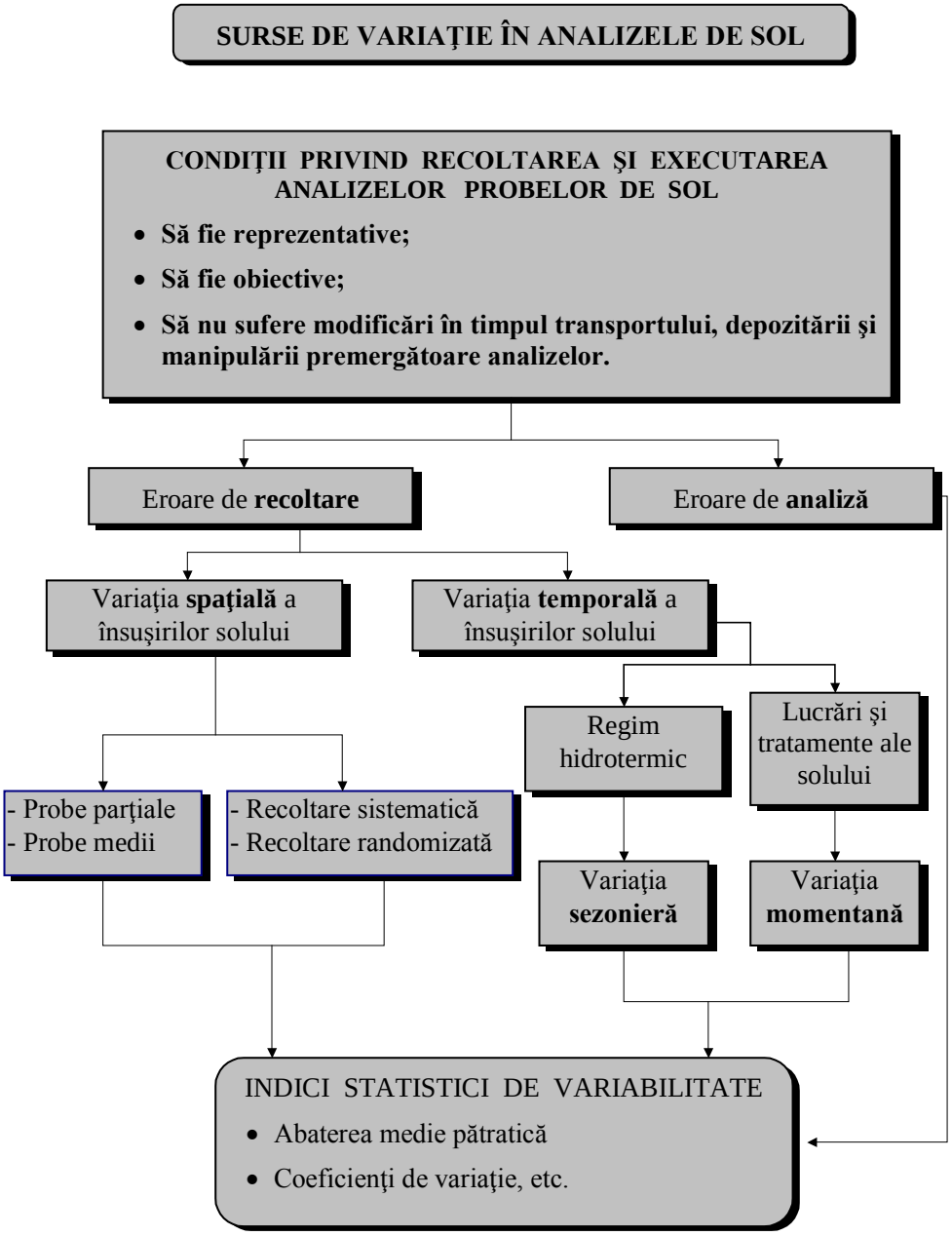


Figura 4 Surse de variaţie în analizele de sol

In general, variaţia sezonieră a proprietăţilor solului, determinată de regimul hidrotermic, de activitatea microbiologică a solului şi de consumul de elemente nutritive al plantelor, nu conduce la schimbări în clasa de încadrare a solurilor, spre exemplu, după reacţie sau conţinut de fosfor şi potasiu accesibil.

In momentul recoltării trebuie să se ţină seama de eroarea determinată atunci când se iau probe destinate urmăririi modificărilor de lungă durată ale proprietăţilor solului şi pentru calibrarea modelelor de simulare a proceselor fizice şi chimice din sol. Pentru primul aspect, cel mai indicat moment apare la sfârşitul verii, după recoltarea cerealelor şi înainte de aplicarea tratamentelor pentru cultura următoare sau din terenuri încă ocupate cu porumb ori cu alte culturi târzii, aflate în coacere deplină.

Pentru cel de-al doilea aspect, se pot recolta probe de sol înainte de semănatul culturilor de primăvară sau înainte de aplicarea fertilizării cu azot.

3.3. Proceduri de estimare a impactului erozional. Modele matematice

Principalele cauze ale eroziunii solului sunt astăzi suficient de bine cunoscute. Cu toate acestea, este aproape imposibil de apreciat riscul eroziunii sub toate formele sale, întrucât:

- cauzele eroziunii sunt multiple; ele se combină într-o mulţime de procese extrem de variate;
- condiţiile necesare utilizării de modele informatice nu sunt întotdeauna îndeplinite;
- informaţiile de care dispunem pentru evaluarea riscului de eroziune sunt de multe ori neomogene.

Din acest motiv, prezentul subcapitol abordează mai multe metode de estimare a riscului la eroziune şi de determinare a cauzelor majore ale acestui fenomen. Aceste abordări examinează problemele sub unghiuri diferite şi pot fi aplicate cu mai mult sau mai puţin succes, în funcţie de condiţiile specifice locale. În tabelul 4 se prezintă câteva dintre metodele mai cunoscute de apreciere a riscului erozional pe terenurile în pantă, cu folosinţe agricole.

Tabelul 4

Metode de estimare a riscului la eroziune a terenurilor agricole

Acţiunea	**Cine face observaţiile sau măsurătorile?**	**Metoda**	**Ce se observă? Ce se determină?**
Observaţii simple de câmp	Fermierul sau agentul agricol	Analiza vizuală asupra solului şi vegetaţiei	microrelieful, structura şi culoarea solului, starea vegetaţiei, starea de descompunere a resturilor vegetale, activitatea biologică din sol, depozitele de sedimente
Măsurători şi analize simple de câmp	Fermierul sau agentul agricol	Determinarea infiltraţiei apei în sol	Starea structurală a stratului arabil şi permeabilitatea sa
		Determinarea rezistenţei la penetrare	Compactarea solului
Analize de laborator	Agentul agricol sau specialistul în analize fizico-chimice ale solului	Analiza granulometrică	Permeabilitatea şi stabilitatea structurală a solului
		Analiza conţinutului de humus, N, P, K şi microelemente.	Fertilitatea solului
		Analiza pH-lui	Aciditatea sau alcalinitatea solului
		Analiza stabilităţii structurale	Rezistenţa solului privind dispersia, eroziunea şi compactarea
		Analiza porozităţii	Capacitatea de reţinere a apei în sol

3.3.1. Aprecierea riscului de eroziune a solului prin observaţii de teren

Metoda efectuării unor simple observaţii de teren asupra eroziunii de suprafaţă este mai puţin precisă, însă, poate fi extrem de eficientă în luarea unor decizii pe plan local.

Imediat după o ploaie, o simplă vizită în câmp efectuată de către fermier sau agentul agricol poate da informaţii satisfăcătoare privind riscul la eroziune dacă se respectă o anumită rigoare în culegerea informaţiilor. Analiza vizuală asupra aspectului solului şi vegetaţiei poate cuprinde investigaţii privind: microrelieful, structura şi culoarea solului starea de descompunere a resturilor vegetale, activitatea biologică din sol, etc. Se recomandă ca aceste informaţii să aibă un caracter unitar, pe cât posibil standardizat, care să permită efectuarea de comparaţii privind starea terenului agricol între

diferite parcele sau între diferite stadii de evoluţie în timp a aceleiaşi parcele.

În figura 5 se propune un model de fişă a anchetei de câmp referitoare la potenţialul de eroziune al unei teren agricol.

Se apreciază că sensibilitatea la eroziune a unui teren cultivat poate fi ridicată dacă, după o ploaie normală, de intensitate medie, se pot vedea urmele produse de scurgerea apei la suprafaţă şi deplasarea unei cantităţi sol observabilă cu ochiul liber.

3.3.2. Modele matematice

Calculul pierderilor de sol îşi are începuturile în Statele Unite ale Americii, unde primele ecuaţii au fost dezvoltate în jurul anului 1940, în zona Cordonul Porumbului (Corn Belt). Procedura de estimare a pierderilor de sol în această regiune, între anii 1940 şi 1956, se baza în general pe modul în care erau practicate lucrările agricole pe pante.

A.W.Zingg a elaborat în anul 1940 o ecuaţie care punea în relaţie rata pierderilor de sol cu lungimea şi înclinarea versantului. În anul următor, *R.E.Smith* a adăugat factorii privind cultura şi metodele de conservare a solului şi conceptul pierderilor limită de sol.

În 1946, un comitet din Ohio a extins ecuaţia pierderilor de sol din Centura Porumbului la alte regiuni ale SUA. Au fost recalculate valorile unor parametri şi a fost adăugat factorul legat de precipitaţii. Ecuaţia care a rezultat, cunoscută sub numele de ecuaţia *Musgrave*, a fost utilizată pe scară largă pentru estimarea eroziunii din unele bazine hidrografice, conform programului de ameliorare a acţiunii torenţilor. În 1952 a fost publicată o soluţie grafică a acestei ecuaţii.

După 1960, simulatoarele de ploaie utilizate în Georgia, Minessota şi Nebraska au fost extinse în alte 16 state americane pentru a completa setul de date necesar.

Analiza acestui volum mare de date a permis realizarea unor îmbunătăţiri majore ale ecuaţiei pierderilor de sol:

- evaluarea indicatorului ploaie al eroziunii, în concordanţă cu caracteristicile locale ale precipitaţiilor;
- evaluarea factorului de erodabilitate a solului;
- evaluarea efectelor culturilor şi amenajărilor antierozionale asupra eroziunii.

Figura 5 **Ancheta de câmp pentru o parcelă cultivată, privind estimarea eroziunii solului**

Nr. anchetă Data Data ultimei anchete Nr. parcelă Nr. tarla

Comuna Judeţul Suprafaţa (ha) Responsabil anchetă

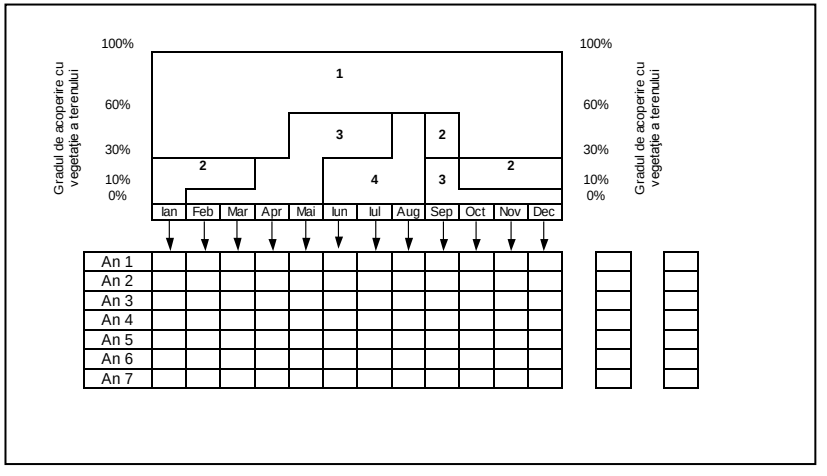
Scara riscului la eroziune: 1.Minim; 2.Redus; 3.Mediu; 4. Ridicat

Risc de eroziune		*1*	*2*	*3*	*4*
RELIEF					
1. Care este panta medie a parcelei?	>10%				
	2-10%			✓	
	< 2%	✓			
Există sectoare cu panta mai mare de 2%?					
da					
Aceste zone pot prezenta risc la eroziune. Se va continua estimarea globală.					
nu					
NU există risc de eroziune. Ancheta de câmp se poate opri aici.		✓			
2. Parcela prezintă sectoare de concentrare a scurgerii de suprafaţă? Dacă da, care este lungimea maximă a scurgerii?	>200m				
	100-200m			✓	
	30-100m		✓		
	<30m	✓			
3. Care este utilizarea versantului în amonte de parcela studiată?	Nu există versant în amonte de parcelă				✓
	Pădure şi / sau păşune			✓	
	Culturi agricole şi păşune		✓		
	Culturi agricole	✓			

Risc de eroziune		*1*	*2*	*3*	*4*
UTILIZAREA TERENULUI					
7. Ce procent ocupă parcela din suprafaţa asolamentului antierozional?	<20%				
	20-33%			✓	
	33-50%		✓		
	>50%	✓			
8. Care este sensul de executare a lucrărilor agricole?	Pe direcţia deal-vale				✓
	Transversal la pante >10%		✓		
	În lungul curbelor de nivel	✓			
9. Care este protecţia oferită solului de covorul vegetal?	3-4				✓
	2-3			✓	
	1-2		✓		
	1	✓			
SENSIBILITATEA SOLULUI LA EROZIUNE					
10. Care este influenţa texturii solului? (vezi diagrama)	1				✓
	2			✓	
	3		✓		
11. Care este conţinutul de humus din sol?	1-2%				✓
	2-3%			✓	
	3-4%		✓		
	>4%	✓			
UMIDITATEA SOLULUI					
12. Care este aspectul general al solului?	Foarte uscat				✓
	Uscat			✓	
	Umed		✓		
	Foarte umed	✓			

CARACTERISTICI HIDROLOGICE			**EROZIUNE**	
4. Există scurgeri provenite de pe parcelele învecinate (din amonte sau din lateral)? Există alte lucrări de evacuare a scurgerilor de suprafaţă care traversează parcela (canale de nivel, debuşee, canale marginale la drumuri)?	Da		13. Se observă urme ale eroziunii de suprafaţă?	Nu
	Nu			Pe alocuri
5. Există izvoare de coastă care să influenţeze în mod semnificativ scurgerea de suprafaţă?	Nu			Deseori
	Nepermanente			În mod regulat
	Permanente		14. Se observă urme ale eroziunii în rigole?	Nu
6. Cum se scurge apa la suprafaţa terenului?	Nesemnificativ			Pe alocuri
	Predominant difuz			Deseori
	Predominant concentrat			În mod regulat

Grupa de cauze	Nr. întrebare	Indicele de risc erozional				Factor de pondere
		1	2	3	4	
A. Influenţa reliefului	1					x 5
	2					x 5
	3					x 3
Caracteristicile hidrologice	4					x 3
	5					x 3
	6					x 3
Modul de utilizare a terenului	7					x 5
	8					x 5
	9					x 5
Sensibilitatea solului la eroziune	10					x 2
	11					x 2
Umiditatea solului	12					x 2
Formele de eroziune identificate	13					x 5
	14					x 5
Număr de puncte cumulate						



- evaluarea efectelor interacţiunii dintre sistemul de cultură, nivelul productivităţii, lucrările mecanice ale solului şi nivelul resturilor vegetale.

Până în 1965, dezvoltările ecuaţiei eroziunii solului au vizat extinderea acesteia prin utilizarea unor metode rapide de estimare locală a valorilor unor factori, sub forma de nomograme, tabele şi hărţi.

Ecuaţia universală a eroziunii solului (*Universal Soil Loss Equation –USLE* după *W.H.Wischmeier* şi *R.E.Smith*, 1978) este ecuaţia cu cea mai largă utilizare în prognozarea eroziunii, identificarea suprafeţelor cu eroziune excesivă şi elaborarea de proiecte pe termen lung de organizare antierozională a teritoriului.

Ecuaţia, cu notaţiile originale, are forma următoare:

A = R K L S C P unde:

A = Pierderile de sol calculate pe unitatea de suprafaţă (t/acru/an).

R = Factorul ce exprimă influenţa ploii şi a scurgerii lichide. R este numărul de unităţi ale indicelui de erozivitate pluvială. Denumit indexul ploaie sau agresivitate pluvială, el reprezintă produsul energie · intensitate (EI_{30}), adică energia totală a ploii de calcul, multiplicată cu intensitatea nucleului torenţial, a cărui durată măsoară 30 de minute.

K = Factorul de erodabilitate a solului. Reprezintă rata pierderii de sol raportată la unitatea de agresivitate pluvială, pentru un sol specific, cum a fost determinat pe o parcelă martor, lungă de 22,1m şi cu panta de 9%., la ogor negru, permanent.

L = Factorul referitor la lungimea versantului. Reprezintă raportul dintre pierderile de sol de pe terenul analizat şi cele măsurate la parcela martor de 22,1 m, în condiţii identice.

S = Factorul privind panta terenului. Este exprimat prin raportul dintre pierderile de sol de pe terenul studiat şi cele măsurate pe o parcelă cu panta de 9%, în condiţii identice.

C = Factorul privind influenţa folosinţelor, culturilor agricole şi lucrărilor solului. Reprezintă raportul dintre pierderile de sol corespunzătoare condiţiilor specificate şi cele pentru ogorul negru permanent.

P = Factorul care exprimă influenţa măsurilor şi lucrărilor antierozionale. Este raportul dintre pierderile de sol corespunzătoare condiţiilor specificate şi cele pentru lucrări executate pe direcţia deal-vale.

USLE a fost dezvoltată de către Serviciul de Cercetări Agricole (ARS) din SUA. Ecuaţia este rezultatul unei ample analize statistice. Anual, au fost colectate date de pe 10.000 parcele pentru controlul scurgerilor, situate în câmpuri experimentale cu diverse condiţii naturale de relief, climă, sol, etc., la care se adaugă datele colectate de pe 1000-2000 parcele echipate cu simulatoare de ploaie. Deşi cea mai mare parte din datele experimen-

tate provin de pe terenuri agricole, seturi limitate de date au fost utilizate pentru adaptarea USLE şi pentru alte terenuri (construcţii, terenuri miniere, păduri, etc.). În astfel de situaţii, USLE trebuie utilizată cu oarecare discernământ.

Aplicativitatea largă a ecuaţiei se datorează faptului că are o formă simplă, uşor de utilizat. Cei şase factori care compun ecuaţia pot fi determinaţi rapid cu ajutorul a câtorva tabele, nomogarame şi hărţi. Cu toate acestea, ecuaţia prezintă şi câteva deficienţe. De exemplu, USLE nu descrie eroziunea pe solurile îngheţate precum şi eroziunea produsă de scurgerile provenite din topirea zăpezii sau din irigaţii. Măsurătorile efectuate asupra eroziunii produse prin topirea zăpezii au arătat însă, că aceasta reprezintă doar 7% din eroziunea anuală (*L.D.Meyer*, 1980). Altă lipsă se referă la faptul că nu poate furniza informaţii asupra depunerilor de sedimente pe versant sau la baza acestuia. De asemenea, eroziunea este calculată ca medie, pe lungimea de versant considerată. În realitate, eroziunea din partea superioară a versantului are valori relativ scăzute în timp ce în partea inferioară, ea poate depăşi de câteva ori eroziunea admisibilă.

Se poate afirma că USLE include eroziunea în rigole mici. Totuşi, limita de la care rigola devine atât de mare încât USLE să nu mai poată fi aplicată nu a fost încă stabilită. În orice caz, nu se recomandă aplicarea acestei ecuaţii pentru condiţiile naturale ce se depărtează prea mult de cele în care a fost creată.

În anul 1975 *J.R.Williams* a modificat factorul R din USLE astfel încât, eroziunea solului să poată fi calculată pentru fiecare ploaie în parte.

$$R = 27{,}06\ A^{0,12}\ Q^{0,56}\ q_p^{0,56} \qquad [a.3]$$

unde:

A - aria bazinului hidrografic (ha);

Q - volumul scurgerii lichide (mm);

Q - intensitatea maximă a scurgerii (mm/h).

Utilizată cu această modificare, ecuaţia poartă numele de MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation).

O ecuaţie asemănătoare cu MUSLE este ecuaţia *Onstad Foster* unde factorul Ro are următoarea expresie:

$$Ro = 0{,}5R + 3{,}42\ Q\ q_p^{1/3} \qquad [a.4]$$

R are valoarea uzuală din USLE.

Începând cu anul 1997, un colectiv de cercetători americani coordonat de *K.G Renard, G.R. Foster, G.A Weesies, D.K. McCool şi D.C Zoder*, au pus la punct o versiune revizuită a ecuaţiei universale a eroziunii solului (RUSLE - Revised Universal Soil Loss Equation), care are în componenţă şase factori, la fel ca şi ecuaţia precedentă. Tehnologia de evaluare a acesto-

ra a fost, însă, modificată iar baza de date a fost lărgită, computerizată şi divizată în trei componente majore:

- CITY - prezintă informaţii despre precipitaţiile şi temperaturile lunare, erozivitatea pluvială anuală (R) şi distribuţia lunară a erozivităţii ploilor torenţiale (E);
- CROP - include date despre biomasa din sol şi de la suprafaţa solului, înălţimea covorului vegetal la intervale de 15 zile precum şi alte caracteristici ale culturilor;
- OPERATION - reflectă modificările proprietăţilor fizico-chimice ale solului corespunzătoare executării diferitelor lucrări agricole.

Datorită faptului că poate fi rulat pe un calculator PC obişnuit, modelul RUSLE reprezintă in SUA un instrument foarte eficient pentru proiectarea lucrărilor de îmbunătăţiri funciare.

Modelul românesc ROMSEM

Modelul propus de către *M. Moţoc* respectă structura stabilită de *W.H.Wischmeier* (A=RKLSCP) însă notarea, semnificaţia şi metoda de calcul al termenilor este diferită:

$E_s = K\ S\ L^m$ în $C_s\ C$

unde:

E_s = eroziunea în suprafaţă (t/ha an);

K = factorul climatic, reprezintă erozivitatea zonală, respectiv pierderile de sol raportate la agresivitatea pluvială. Indexul de agresivitate pluviala este produsul $H\ I_{15}$ în care H este cantitatea de precipitaţii căzută pe durata ploii iar I_{15} este intensitatea nucleului torenţial cu durata de 15 minute;

L^m = lungimea parcelei în sensul scurgerii (metri), m=0.3;

i^n = panta medie a parcelei (%), n=1.4;

C = factor de influenţă a covorului vegetal (tabelul 5). C=1 pentru porumb în monocultură.

C_s = factor de influenţă a măsurilor şi lucrărilor solului (tabelul 6). C_s = 1 pentru terenurile fără măsuri şi lucrări CES;

Comparativ cu formula *Wischmeier,* au intervenit următoarele modificări:

- Termenul dimensional nu mai este erodabilitatea ci erozivitatea (acesta reprezintă pierderea de sol măsurată în parcelele pentru controlul eroziunii, raportată la valorile $L^{0.3}$ şi $i^{1.4}$ ale parcelei cu folosinţă porumb în monocultură, fără măsuri şi lucrări CES);

- Pentru factorul de relief ($L \cdot i$) nu se mai utilizează raportul faţă de parcela standard ci direct $L^{0.3} \cdot i^{1.4}$. Relaţia care ia în calcul înclinarea şi lun-

gimea versantului a fost stabilită pentru versanţi cu profil drept, uniform. Pentru versanţi cu profil convex se aplică un coeficient de corecţie de 1,2 iar pentru profilul concav, corecţia este de 0,6.

- Pentru factorul C se utilizează valorile stabilite prin experienţele efectuate în ţara noastră.

Deşi, după cum afirmă autorul, prezintă unele neajunsuri, totuşi metoda se dovedeşte a fi cea mai potrivită pentru estimarea eroziunii în suprafaţă, pe terenurile cu folosinţe predominant agricole.

Tabelul 5

Valori medii multianuale pentru factorul C

Nr. crt.	Folosinţa pentru culturi	Valoarea factorului C
1.	Teren fără vegetaţie sau ogor	1,6
2.	Porumb în monocultură	1,0
3.	Porumb în asolament	0,8
4.	Cartofi sau sfeclă	0,6
5.	Floarea soarelui	1,1
6.	Cereale păioase de primăvară	0,2
7.	Cereale păioase de toamnă	0,14
8.	Ierburi perene în primul an	0,20
9.	Ierburi perene după al doilea an	0,014
10.	Păşuni foarte bine încheiate	0,010
11.	Păşuni slab degradate	0,20
12.	Păşuni moderat degradate	0,40
13.	Păşuni puternic degradate	0,80
14.	Plantaţii viticole tinere sub 3 ani	0,80
15.	Plantaţii viticole pe rod	0,70
16.	Plantaţii pomicole tinere cu întreţinerea solului ca ogor	0,80
17.	Plantaţii pomicole pe rod cu întreţinerea solului ca ogor	0,60
18.	Plantaţii pomicole cu intervale între rânduri alternativ înţelenite	0,25
19.	Fâneţe naturale bine încheiate	0,001
20.	Pădure bine încheiată şi cu litieră	0,001
21.	Pădure acoperire 50%	0,060

Tabelul 6

Valori medii multianuale pentru factorul C_s

Nr. crt.	Măsuri sau lucrări CES		Valoarea factorului C_s	Observaţii
1.	Culturi în arabil orientate pe linia de cea mai mare pantă		1,0	
2.	Culturi în arabil orientate pe direcţia curbelor de nivel	panta 5 - 10% 10 - 20% > 20%	 0,5 0,7 0,9	
3.	Culturi în fâşii sau cu benzi înierbate:	panta 10 - 20% > 20%	 0,35 0,45	
4.	Terase banchetă pe arabil		-	Eroziunea este aceea stabilită ca admisibilă la calculele distanţei între lucrări
5.	Terasele în trepte elimină eroziunea dacă taluzele sunt bine protejate		-	

Calculul riscului hidrologic

Regimul hidrologic al solurilor situate pe versanţi este influenţat de scurgerea de suprafaţă. Volumul scurgerii diminuează efectul precipitaţiilor asupra recoltei pin faptul că mai puţină apă ajunge la rădăcinile plantelor.

Coeficientul de scurgere este un parametru utilizat la calculul riscului hidrologic şi reprezintă raportul dintre apa scursă la suprafaţa solului şi volumul total de apă provenită din precipitaţii.

În tabelul 7 sunt prezentaţi coeficienţii de scurgere pentru ogor, porumb şi grâu, calculaţi pe baza datelor experimentale de la Staţiunea Perieni, obţinute pe parcelele pentru controlul scurgerilor cu dimensiunile 4x25m, panta 12%, pe o perioadă de 25 ani.

Tabelul 7

Coeficienţii de scurgere la ogor, porumb şi grâu

Cultura	Lunile					
	Mai	Iunie	Iulie	August	Sept.	Total anual
Ogor	0,67	0,41	0,40	0,28	0,30	0,37
Porumb	0,61	0,28	0,18	0,15	0,15	0,19
Grâu	0,14	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04

La ogor, valori mai mari se realizează în lunile mai, iunie şi iulie, scad în august şi septembrie din cauza deficitului de umiditate. La porumb şi

grâu sunt diferenţieri în funcţie de consumul de apă al plantelor şi gradul de intercepţie a acestora.

In tabelul 8 se prezintă nivelul precipitaţiilor şi scurgerii la ogor, porumb şi grâu. În cazul ogorului şi porumbului, riscul cel mai mare apare în lunile iunie şi iulie, iar la grâu condiţii de risc maxim sunt în lunile august şi septembrie, dacă terenul este prelucrat după recoltare. În situaţia când se menţine mirişteа, riscul diferă foarte puţin faţă de lunile precedente.

Tabelul 8

Precipitaţii şi scurgere în mm şi % pe luni

Precipitaţii Scurgere	Mai	Iunie	Iulie	August	Sept.	Total anual
%						
H total	29	23	20	16	12	100
H prod. S_c	3.0	29	35	27	12	100
S_c ogor	6	25	28	20	11	100
S_c porumb	11	34	34	21	0	100
S_c grâu	8	17	27	24	24	100

Semnificaţia termenilor din prima coloană a tabelului de mai sus este următoarea: H este suma tuturor ploilor căzute într-un an măsurate în mm; H prod. Sc reprezintă suma ploilor care au produs scurgere la suprafaţa solului; Sc reprezintă scurgerea şi se măsoară cu aceleaşi unităţi de măsură ca şi precipitaţiile.

Datele experimentale (tabelul 9) arată că, la grâu, în 84 de ani din 100, nu ne aşteptăm la scurgeri de suprafaţă mai mari de 5mm, la porumb scurgerile se produc în 32 de ani din 100, iar la ogor în 28 de ani. Scurgeri importante, de 40-45 mm, sunt posibile în 12 ani din 100 la ogor şi în 4 ani la porumb. La grâu, scurgerea maximă nu depăşeşte 25mm şi este posibilă în 8 ani. Impactul scurgerii asupra deficitului de precipitaţii şi ca urmare, diminuarea recoltei la porumb şi grâu, este prezentată în continuare, în contextul participării şi altor factori la formarea recoltei.

Tabelul 9

Număr de ani din 100 cu scurgeri de diferite mărimi la ogor, porumb şi grâu

Clase precipitaţii (mm)	Porumb		Grâu	
	25 ani	100 ani	25 ani	100 ani
0-5	8	32	21	84
5-10	4	16	1	4
10-15	4	16	1	4
15-20	4	16	0	0
20-25	2	8	2	8
25-30	0	0	0	0
30-35	2	8	0	0
35-40	0	0	0	0
40-45	1	4	0	0

Evenimentele singulare sau succesive la interval scurt, de 1-3 zile, produc pagube culturilor prin antrenarea seminţelor şi distrugerea plantelor. Volumul pagubelor depinde de nivelul agresivităţii pluviale, de umiditatea solului anterioară evenimentului şi de protecţia pe care plantele o oferă solului. Anterior, s-a arătat distribuţia pe luni a scurgerii în suprafaţă. Rezultă că grâul oferă o bună protecţie pe toata perioada de vegetaţie. Cea mai sensibilă este cultura porumbului iar perioada critică cuprinde luna mai şi prima decadă a lunii iunie. Pagubele cresc pe măsură ce evenimentele apar mai aproape de data semănatului, caz în care fiind necesară reînsămânţarea culturii.

Rata eroziunii, ca medie multianuală, este un bun indicator de risc erozional pe termen lung. Unul dintre factorii limitativi este grosimea solului care poate fi utilizat de rădăcinile plantelor. Alt factor limitativ este conţinutul de humus. Aceştia sunt puternic influenţaţi de rata pe termen lung a eroziunii solului. Anterior, s-a prezentat metoda de estimare a ratei eroziunii (t/ha/an) şi influenţa acesteia asupra recoltei de porumb, în cazul terenurilor cu panta de 12% şi lungimea parcelei de 25m. Pentru cultura porumbului, rata medie a eroziunii pentru o perioada de 25 ani a fost de 7 t/ha/an, iar la cultura grâului de 0.88 t/ha/an. În aceste condiţii pierderile de recoltă sunt nesemnificative.

În producţie, pe suprafeţe întinse, pantele şi lungimea versantului sunt mult mai mari. Estimarea ratei eroziunii pentru condiţii variate de agresivitate pluvială, relief, erodabilitate a solului, protecţia solului prin vegetaţie şi măsuri sau lucrări de combatere a eroziunii se realizează cu ajutorul modelului ROMSEM

Pentru a estima riscul erozional, cu parametrii recomandaţi pentru Podişul Moldovei (tabelul 10), *M.Moţoc* a utilizat această relaţie luând în consideraţie următoarele ipoteze:

- Panta terenului: 20%
- Lungimea versantului: - 200m şi 400m
- Coeficient S=1
- Coeficient C:
  - porumb monocultura = 1
  - grâu monocultura = 0.12
- Porumb 70% din suprafaţa
- Grâu 30% din suprafaţa
- Durata perioadei considerate: 80 ani de la reforma agrară, când terenurile au fost parcelate în loturi orientate pe linia de cea mai mare pantă.

Tabelul 10

Rata eroziunii şi grosimea solului erodat pentru panta versant 20%

Variante	Porumb monocultura		Grâu monocultura		70% porumb 30% grâu		Greut vol.
	Rata eroziunii (t/ha/an)	Grosime sol erodat (cm)	Rata eroziunii (t/ha/an)	Grosime sol erodat (cm)	Rata eroziunii (t/ha/an)	Grosime sol erodat (cm)	
L=200	43	25.08	6.0	3.0	31.8	18.40	1.2
L=400	52	30.33	6.2	3.6	37.3	22.92	1.2

- Starea actuală de eroziune este dependentă de grosimea solului deja erodat înainte de reforma agrară şi de tehnologiile aplicate până în prezent. Variantele pesimiste, alese pentru tehnologii şi măsuri de combaterea eroziunii, au în vedere situaţia actuală din numeroase comune situate în zonele în care punerea în posesie s-a efectuat pe vechile amplasamente, precum şi tendinţa creşterii suprafeţelor ocupate cu porumb şi reducerii a celor cu grâu.

Riscul climatic privind cultura grâului şi a porumbului

La stabilirea riscului climatic, s-au avut în vedere accidentele climatice cum sunt: grindina, îngheţul, şocuri termice, sau condiţiile agrotehnice la semănat. Culturile au fost înfiinţate în perioada optimă. Producţiile realizate sau estimate au fost grupate pe clase iar intervalul de clasă ales a fost de 0.5t/ha. Recoltele estimate şi cele măsurate nu diferă decât în puţine cazuri cu mai mult de 0.5t/ha.

Considerăm că anii în care producţiile se situează sub 0.5t/ha, sunt ani de calamitate totală, în care calitatea solului sau îngrăşămintele nu contribuie la obţinerea unor producţii mai mari. La porumb, mai ales pe terenurile cu pante mari şi expoziţie vestică, acestea au efect negativ. Astfel, la porumb cultivat pe soluri erodate, în 6-7 ani din 100 cultura este compromisă, iar la grâu în 4-6 ani. Chiar la porumbul cultivat după ţelină, în 4-6 ani din 100, cultura poate fi compromisă. Rezultă că estimarea frecvenţei anilor nefavorabili prezintă avantaje în raport cu producţia medie. Urmărirea distribuţiei anilor pe clase de recoltă, reflectă mai corect riscul fiecărei culturi în diferite condiţii şi permite estimarea corectă a eficienţei economice a fiecărei culturi, în raport cu costurile de producţie şi preţurile de valorificare a recoltei.

Un studiu privind ritmul mediu de degradare erozională a solului în România a fost publicat de *M. Moţoc în 1982*. În tabelul 11 se prezintă ponderea terenurilor erodate, pe clase de intensitate a eroziunii.

Tabelul 11

Situaţia terenurilor agricole în raport cu intensitatea eroziunii

Clasa de intensitate	Limitele de variaţie a intensităţii, t/ha/an	Valoarea medie t/ha/an	% din supraf. teren agricol
Eroziune neapreciabilă	< 1	0.5	57.40
Eroziune slabă	2 - 8	5.0	3.00
Eroziune moderată	8 - 16	12.0	19.00
Eroziune puternică	16 - 30	23.0	18.00
Eroziune foarte puternică	30 - 45	37.5	2.60
Total			100.00

Se constată că ponderea cea mai mare aparţine suprafeţelor cu eroziune moderată şi puternică (8-30t/ha/an).

Eroziunea specifică totală pe terenurile agricole variază între 3,2 si 41,5t/ha/an, media ponderată pe ţară fiind de 16,28t/ha/an.

Zona cea mai puternic afectată de eroziune cuprinde Subcarpaţii de Curbură (30-45 t/ha/an) după care urmează Subcarpaţii Sudici, Podişul Getic, partea central-sudică a Podişului Moldovei şi vestul Podişului Transilvaniei (20-30 t/ha/an). Această zonare corespunde în mare măsură cu harta stării actuale de eroziune elaborată de *N. Florea* şi colab. 1977.

Producţia cea mai mare de material solid erodat provine de pe păşuni, după care urmează terenurile neproductive, cu eroziune în adâncime şi apoi terenurile arabile.

Capitolul 4

MĂSURI ŞI LUCRĂRI ANTIEROZIONALE, PREVENŢIVE, DE REABILITARE ŞI DE RECONSTRUCŢIE ECOLOGICĂ

4.1. Principii

Măsurile şi lucrările descrise în acest capitol vizează atingerea următoarelor deziderate:

- Reducerea pierderilor de sol până la un nivel admisibil;
- Regularizarea circulaţiei apei pe versanţi care contribuie la:
  - Menţinerea şi sporirea rezervei de apă în zonele secetoase;
  - Evacuarea apei în exces în zonele umede
- Asigurarea condiţiilor de exploatare optimă a terenurilor în vederea creşterii producţiilor agricole;
- Protecţia calitativă şi cantitativă a resurselor de apă şi sol;
- Reducerea poluării prin antrenarea de către apă a îngrăşămintelor şi a altor substanţe chimice utilizate în agricultură;
- Asigurarea condiţiilor de creştere a biodiversităţii;
- Conservarea aşezărilor umane şi a reţelei de circulaţie;
- Îmbunătăţirea esteticii peisajului.

4.2. Combaterea eroziunii de suprafaţă

4.2.1. Complex de măsuri şi lucrări agrofitotehnice cu rol antierozional

4.2.1.1. Restructurarea şi reamplasarea categoriilor de folosinţă a terenului

Stabilirea noilor categorii de folosinţă trebuie făcută ţinând cont de toate criteriile tehnice, economice şi sociale. Folosinţele propuse trebuie să asigure un nivel înalt al producţiilor agricole dar, concomitent, să ofere solului o bună protecţie antierozională, drept pentru care, lucrările de amenajare proiectate trebuie să fie economice şi cu efect maxim.

Principala categorie de folosinţă, terenul arabil, este recomandabil să ocupe versanţii cu pante relativ uniforme, să nu fie afectat de alunecări şi izvoare de coastă şi să nu fie excesiv degradat prin procese de eroziune de suprafaţă sau de adâncime. Arabilul nu trebuie să se extindă pe pante mai mari de 25% deoarece creşte pericolul de declanşare a fenomenului de eroziune iar ponderea lucrărilor efectuate cu animalele sau manual creşte foarte mult, cu efecte economice reduse. De asemenea, în scopul creşterii randamentului lucrărilor agricole executate mecanizat, se vor defrişa arboretele izolate şi mărăcinişurile.

Pe păşunile situate pe pante, în funcţie de stadiul de degradare a solului şi a posibilităţilor de ameliorare, se stabileşte dacă suprafaţa luată în studiu se menţine în întregime ca păşune sau parţial, va fi destinată altor categorii de folosinţă. Păşunile situate pe soluri mai fertile, cu pante mici şi mijlocii, a căror producţie poate fi mult sporită, prin cultivarea lor cu plante furajere în cadrul unui asolament, pot fi desţelenite cu condiţia să fie luate măsuri corespunzătoare de prevenire a eroziunii solului.

Unele terenuri în pantă, în funcţie de condiţiile pedo-climatice, expoziţia versanţilor dar şi de cerinţele sociale, pot fi amenajate ca plantaţii de vii sau plantaţii de pomi.

Terenurile puternic afectate de eroziunea de suprafaţă şi de adâncime precum şi de alunecări, care nu mai pot fi valorificate pentru agricultură, trebuie identificate şi, pe bază de studii, propuse pentru împădurire.

În momentul de faţă, ca urmare a aplicării Legii nr.18 / 1991, majoritatea proprietarilor dispun de terenuri agricole cu suprafaţa sub 2 ha, pe care le exploatează individual, practicând o agricultură primitivă, incompatibilă cu principiile de amenajare şi exploatare antierozională a teritoriului. În noile condiţii de proprietate, concepţia privind restructurarea categoriilor de folosinţă, deşi are la bază aceleaşi principii tehnice, trebuie să ţină cont de voinţa noilor proprietari. Dacă înainte de anul 1990, restructurarea folosinţelor se putea face la scara unor bazine hidrografice mici şi mijlocii, fără mari probleme privind implicaţiile sociale, întrucât statul era principalul proprietar, în prezent, trecerea de la o folosinţă la alta (de exemplu înfiinţarea unor noi plantaţii de vie nobilă sau de pomi) nu se poate face decât dacă sunt îndeplinite câteva condiţii esenţiale, printre care:

- Să existe acordul proprietarului de teren, acord care nu va fi dat dacă nu se întrevăd avantaje economice;
- Suprafaţa restructurată să fie suficient de mare încât să aibă efect antierozional. În acest sens, este necesară comasarea terenurilor care se poate face prin asociere, arendare, vânzare-cumpărare, etc.

4.2.1.2. Organizarea antierozională a teritoriului agricol

Exploatarea corectă din punct de vedere antierozional a teritoriului agricol implică aplicarea în complex a unor măsuri şi lucrări specifice terenurilor în pantă. Acestea au rolul de a diminua pierderile de apă şi sol provocate de ploile torenţiale, în scopul conservării fertilităţii naturale a solurilor şi creşterii semnificative a producţiilor agricole.

Aceste măsuri şi lucrări îşi demonstrează pe deplin eficienţa pe terenurile unde organizarea teritoriului s-a făcut în mod unitar, pe suprafeţe mari, pe cât posibil, la nivel de bazin hidrografic.

Tratarea în complex a problemelor conduce adesea şi la reducerea cheltuielilor de amenajare şi exploatare a suprafeţelor cu potenţial de eroziune.

Organizarea antierozională a teritoriului reprezintă deci, un ansamblu în continuă evoluţie, de măsuri agricole, silvice şi hidroameliorative care, aplicate împreună, asigură îndeplinirea următoarelor obiective:

- exploatarea corectă a terenurilor agricole situate pe versanţi, în concordanţă cu condiţiile pedoclimatice şi socio-economice locale;
- valorificarea superioară a tuturor categoriilor de teren agricol;
- asigurarea controlului eficient al scurgerilor de suprafaţă şi prin aceasta, diminuarea pierderilor de sol de pe versanţi, protecţia contra inundaţiilor şi a colmatării cu aluviuni a terenurilor din aval, a acumulărilor şi a altor obiective sociale şi industriale.

Principalele categorii de folosinţă, pentru care aplicarea organizării corespunzătoare a teritoriului din punct de vedere antierozional reduce semnificativ pierderile de sol, sunt următoarele: terenurile arabile, păşunile, plantaţiile de vie şi plantaţiile de pomi.

Organizarea terenului arabil constă în stabilirea reţelei de circulaţie (drumuri tehnologice), amplasarea şi dimensionarea unităţilor de exploatare (sole, parcele) în scopul asigurării celor mai bune condiţii pentru folosirea eficientă a pământului, echipamentelor de producţie şi a forţei de muncă.

4.2.1.3 Stabilirea sortimentelor de culturi

Sortimentele de culturi se stabilesc în funcţie de condiţiile locale de climă şi sol dar se va avea în vedere şi situaţia socio-economică a populaţiei din zonă.

În funcţie de productivitatea culturilor pe pantă, acestea au fost împărţite în culturi care valorifică bine condiţiile specifice zonelor colinare şi culturi care înregistrează producţii mici şi neeconomice.

Printre culturile cele mai productive pe terenurile în pantă se citează: po-

rumbul, grâul, orzul, secara, ierburile perene, etc. Rezultate mai slabe s-au obţinut pe terenurile în pantă, erodate, în special, la plantele tehnice.

Din cercetările efectuate în Podişul Central Moldovenesc şi sintetizate de *A.Popa,* 1984, a reieşit că cele mai mari producţii agricole medii de pe terenurile erodate s-au înregistrat la porumb, ierburi perene şi grâu.

4.2.1.4. Stabilirea structurii culturilor

În funcţie de protecţia oferite solului împotriva eroziunii hidrice, culturile agricole pot fi împărţite în următoarele categorii:

- *Culturile foarte bune protectoare* sunt culturile care asigură solului un grad de acoperire de minimum 75%. În această grupă sunt cuprinse ierburile perene însămânţate singure sau în amestec, începând cu anul al doilea de vegetaţie (bromus, trifoi, lucernă, sparcetă, etc.).
- *Culturile bune protectoare* cuprind cerealele păioase şi furajerele anuale (grâu, orz, ovăz, secara, borceag, etc.) ce asigură un grad de acoperire a solului cuprins între 50 şi 75%.
- *Culturile mediu protectoare* acoperă solul în proporţie de 25-50%. Cele mai des întâlnite sunt leguminoasele anuale pentru boabe (mazăre, fasole, soia, etc.).
- *Culturile slab protectoare* cuprind, în general, culturile prăşitoare care asigură un grad de acoperire a solului mai mic de 25% (porumb, floarea soarelui, sfeclă, cartof, etc.).

Indicatorii prin care se evaluează capacitatea de protecţie a plantelor sunt: desimea şi înălţimea plantelor, volumul masei vegetale şi a mulciului.

În figura 6 este ilustrat gradul de acoperire al terenului cu vegetaţie pentru diferite culturi.

Evaluarea capacităţii de protecţie se face raportând cantitatea de sol erodat de pe terenul cultivat cu diferite specii, la cea erodată de pe terenul neacoperit de vegetaţie (ogor negru) sau cultivat cu o plantă slab protectoare. În România, *M.Moţoc* a considerat ca etalon cultura de porumb în monocultură.

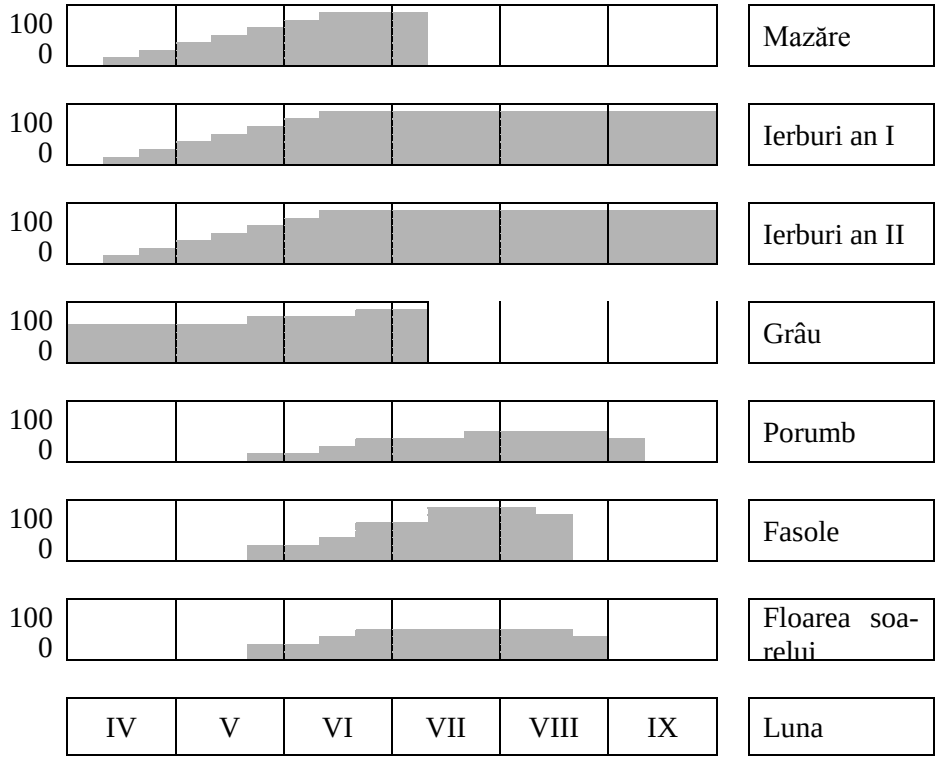


Figura 6. Gradul de acoperire a terenului în perioada de vegetaţie, a principalelor culturi agricole

Cele mai semnificative pierderi de sol se înregistrează pe terenurile cu pante mari şi foarte mari, la culturile prăşitoare aşa cum reiese şi din situaţia prezentată în tabelul 12 ce sintetizează unele cercetări de la Staţiunea Perieni (*A.Popa*).

Tabelul 12

Pierderi medii anuale de sol înregistrate în Podişul Central Moldovenesc

Nr. crt.	Grupa de culturi	Pierderi de sol			
		panta 16%		panta 24%	
		t/ha/an	%	t/ha/an	%
1.	Foarte bune protectoare	0,5	1,5	1,2	1,5
2.	Bune protectoare	4,0	12,3	10,0	13,7
3.	Mediu protectoare	7,0	27,5	14,0	19,3
4.	Slab protectoare	32,5	100,0	72,5	100,0

Structura culturilor trebuie diferenţiată corespunzător asigurării unui control suficient scurgerilor, în funcţie de mărimea pantei. Ca regulă generală, ponderea culturilor slab protectoare trebuie redusă în favoarea celorlalte grupe pe măsură panta terenului creşte.

Culturile păioase, leguminoasele anuale şi mai ales cele furajere trebuie să predomine pe terenurile cu pantă mare, ele necesitând, în general, mai puţine lucrări mecanice şi asigurând o bună protecţie antierozională a solului.

După *A.Popa* structura culturilor poate avea următoarea configuraţie (tabelul 13), corespunzătoare a patru categorii de pantă:

Tabelul 13

Structura culturilor (în %) pe terenurile înclinate

Grupa de culturi	Panta terenului (%)			
	<5	5-10	10-20	20-25
Foarte bune protectoare	5	10	10	35
Bune protectoare	20	20	40	35
Mediu protectoare	15	20	20	15
Slab protectoare	60	50	30	15

În funcţie de panta şi lungimea versantului (tabelul14), *V.Ionescu* recomandă următoarele combinaţii de culturi:

Tabelul 14

Structura culturilor pe versanţi în funcţie de panta şi lungimea de scurgere

Grupa de pantă (%)	Lungimea de scurgere (m)	Procentul de participare a culturilor (%)				Restricţia
		Prăşitoare	Păioase	Legumi-noase	Ierburi	
Sub 5	Sub 400	100	-	-	-	Fără restricţie
	400-600	80	20	-	-	
	peste 600	80	10	10	-	
5-10	Sub 400	80	20	-	-	Uşoară
	400-600	70	20	10	-	
	peste 600	70	10	10	10	
10-15	Sub 300	70	10	10	10	Mijlocie
	300-500	60	20	10	10	
	peste 500	50	10	20	20	
15-20	Sub 300	40	30	10	20	Mare
	300-400	30	20	20	30	
	peste 400	20	10	30	40	
Peste 20	Sub 200	-	40	30	30	Foarte mare
	200-300	-	30	30	40	
	peste 300	-	20	30	50	

Starea de vegetaţie a culturilor este extrem de importantă în anii cu agresivitate ridicată a ploilor torenţiale. Condiţiile climatice nefavorabile, (seceta) ca şi măsurile agrotehnice necorespunzătoare, pot determina o dezvoltare slabă a vegetaţiei care va avea deci, o capacitate de protecţie scăzută. Astfel, o mirişte de grâu proaspăt arată, pe care a căzut o ploaie torenţială, poate produce o eroziune puternică în comparaţie cu cea de pe o miriştea nearată.

4.2.1.5. Asolamente

Asolamentul se defineşte ca fiind distribuţia în spaţiu precum şi rotaţia, într-un ciclu prestabilit, a culturilor agricole. El are ca scop atât crearea celor mai bune condiţii de dezvoltare a culturilor cât şi conservarea şi îmbunătăţirea continuă a fertilităţii solului.

Într-un asolament stabilit corect, plantele se cultivă prin rotaţie pe aceeaşi suprafaţă de teren în funcţie de particularităţile biologice care le diferenţiază (consumul de apă şi elemente nutritive, adâncimea de pătrundere a rădăcinilor, perioada de vegetaţie, etc.) de bolile şi dăunătorii care le atacă, de sensibilitatea la tratamentele cu anumite erbicide, etc.

Suprafaţa asolamentului se compune din mai multe sole care, la rândul lor, sunt alcătuite, fiecare, din una sau mai multe parcele. Forma şi dimensiunile acestor unităţi teritoriale prezintă importanţă deosebită pentru eficienţa lucrărilor agricole. Astfel, se recomandă forma dreptunghiulară sau trapezoidală, cu laturile lungi paralele cu direcţia generală a curbelor de nivel. În acest fel, direcţia de executare a lucrărilor agricole va corespunde necesităţilor de combatere a eroziunii solului. Păstrarea lăţimii constante a solelor şi parcelelor măreşte randamentul lucrărilor mecanice în sensul că evită deplasările în gol ale agregatelor agricole. În acest sens, solele pot fi orientate cu abateri de până la 5% faţă de direcţia curbelor de nivel. Cât priveşte lungimea solelor, aceasta este determinată, în majoritatea cazurilor, de limitele obligatorii: formaţiuni ale eroziunii în adâncime, drumuri, alte categorii de folosinţe, etc. Pe versanţii uniformi, lungimea solelor poate ajunge la 2000m însă mulţi autori recomandă lungimea de 1200m ca fiind optimă din punctul de vedere al cheltuielilor la hectar.

În cadrul asolamentelor de pe terenurile în pantă, lăţimea solelor se stabileşte în funcţie de înclinarea, forma (convexă sau concavă) şi lungimea versantului. Pe terenurile cu panta mai mare de 5% se recomandă următoarele lăţimi ale solei:

- pe pante de 5 – 10%, lăţimi de 400-200m;
- pe pante de 10 – 18%, lăţimi de 200-100m;

- pe pante peste 18%, lăţimi de 100-50m;

Pe terenurile cu variaţii mari de pantă şi frecvente limite obligate se recomandă gruparea iniţială a parcelelor pe unităţi de pantă uniformă după care, se face gruparea lor în sole. Numărul parcelelor din fiecare solă variază în funcţie de numărul categoriilor de pantă iar ariile solelor trebuie să permită executarea cu randament cât mai bun a lucrărilor agricole mecanizate.

Respectarea condiţiei de egalitate a suprafeţelor solelor favorizează rotaţia culturilor, planificarea necesarului de utilaje agricole, seminţe, îngrăşăminte, forţă de muncă, etc. Se acceptă diferenţe de arie între sole de maximum 10% dacă prin aceasta se asigură respectarea celorlalte condiţii de proiectare a unităţilor teritoriale de lucru ale asolamentului.

Sola trebuie să cuprindă pe cât posibil soluri cu un grad de fertilitate cât mai apropiat, în vederea aplicării uniforme a îngrăşămintelor precum şi a aceluiaşi sistem antierozional. În cazul în care această cerinţă nu poate fi respectată, se recomandă fertilizarea diferenţiată, chiar şi în cadrul aceleiaşi sole, conform cartării agrochimice.

Solele pot fi racordate la unul sau mai multe drumuri tehnologice pentru a permite accesul utilajelor agricole şi a mijloacelor de transport. Accesul se poate face, fie pe latura lungă, la solele mărginite de drumuri orientate pe direcţia curbelor de nivel, fie pe la capete, de pe drumurile de legătură trasate oblic sau în serpentină.

Având în vedere faptul că vegetaţia este unul dintre factorii principali care influenţează eroziunea de suprafaţă, alegerea culturilor din cadrul unui asolament va influenţa în mod decisiv eficienţa întregului ansamblu de măsuri şi lucrări antierozionale. Structura culturilor trebuie să răspundă următoarelor cerinţe:

- să contribuie la reducerea pierderilor de sol astfel încât acestea să se situeze sub valoarea admisibilă;
- să permită executarea mecanizată a lucrărilor agricole;
- să asigure condiţii favorabile pentru rotaţia raţională a culturilor;
- sa asigure recolte mari, la un preţ de producţie cât mai mic.

Asolamente de câmp. Pe terenurile în pantă, asolamentele de câmp cuprind, în diferite proporţii, culturi aparţinând tuturor grupelor de protecţie antierozională a solului. De regulă, acestea se organizează pe pante mai mici de 18% iar în componenţa lor intră atât cerealele cât şi plantele tehnice şi furajere.

Unul dintre cele mai simple asolamente este cel de trei ani care se aplică, îndeosebi, pe terenuri cu pante mici. El poate cuprinde cereale păioase, prăşitoare şi leguminoase anuale +plante tehnice +furajere. Asolamentele de 4 şi 5 ani pot cuprinde diferite combinaţii de culturi (cereale păioase, prăşitoare, plante tehnice, leguminoase anuale, furajere, etc.). Pe pantele mai

mari, din aceste asolamente se va reduce proporţia de prăşitoare, ele fiind înlocuite de culturi foarte bune protectoare pentru sol şi anume, ierburile perene. Într-un astfel de asolament, sola cu ierburi are rolul de solă săritoare sau amelioratoare.

Asolamente de protecţie. Pe terenurile cu pantă mai mare, sau în zonele cu relief accidentat, se organizează asolamente de protecţie. Acestea cuprind un număr mai mare de sole (6-9 sole) din care majoritatea sunt însămânţate cu ierburi perene. Pe pante mai mari, din cauza pericolului eroziunii, din asolamentele de protecţie se vor exclude prăşitoarele, acestea fiind înlocuite de culturi furajere anuale, leguminoase sau cereale păioase.

Două dintre efectele cele mai importante ale asolamentelor sunt creşterea producţiilor agricole şi diminuarea procesului de eroziune.

Primul este ilustrat prin datele obţinute pe cale experimentală (tabelul 15), la Staţiunea Perieni de către *T. Neamţu*.

Tabelul 15

Influenţa asolamentelor asupra producţiilor la grâu şi porumb pe terenuri în pantă, nefertilizate

Asolamentul	Producţia (% faţă de monocultură)	
	Grâu	Porumb
Monocultură	100	100
Porumb x grâu	107	117
Grâu x grâu x porumb	116	126
Fasole x grâu x porumb x floarea soarelui x ierburi perene	173	151

Din situaţia prezentată mai sus, reiese că, pe măsură ce rotaţia este mai lungă, cu atât creşte nivelul producţiilor la culturile agricole.

Al doilea efect, se datorează faptului că introducerea unui asolament înseamnă practic realizarea unui sistem în care culturile bune protectoare alternează cu cele mai puţin protectoare pentru sol. Influenţa introducerii asolamentului asupra pierderilor de sol prin eroziune este foarte bine demonstrată prin datele din tabelul 16 unde se prezintă cantităţile medii anuale de sol erodat în cazul a câtorva asolamente de protecţie amplasate demonstrativ pe pante mai mari de 35% (chiar dacă nu se recomandă depăşirea pentru arabil a limitei de pantă de 25%).

Tabelul 16

Influenţa asolamentelor de protecţie asupra eroziunii

Structura culturilor	Pierderi de sol (t/ha)	
	Total	Fără porumb
33% ierburi perene + 33% grâu + 17% porumb + 17% leguminoase anuale.	42,0	16,1
67% ierburi perene + 33% grâu	16,8	16,8
66% ierburi perene + 17% grâu + 17% porumb	29,4	4,4
100% ierburi perene	1,2	1,2

4.2.1.6. Sisteme de cultură

Sistemul de cultură pe curba de nivel.

Prin executarea lucrărilor agricole, solul este astfel mobilizat încât se formează la suprafaţa terenului mici depresiuni prin care, în timpul ploilor torenţiale, se dezvoltă mici canale ce favorizează eroziunea. Pentru a contracara acest fenomen, soluţia cea mai simplă şi mai puţin costisitoare este ca toate lucrările să se execute după direcţia generală a curbelor de nivel (foto 5). În condiţiile unui relief mai accidentat, se pot accepta abateri de 2-3% iar pe distanţe scurte, mai mici de 20m, abaterile pot fi de 4-5%. În acest sistem, se consideră că versantul este acoperit de o singură cultură.

Foto 5 Arături executate după direcţia curbelor de nivel în V.Crâng, Colinele Tutovei

În urma cercetărilor, *A.Popa* arată că direcţia după care se execută arătura nu influenţează în mod semnificativ producţia de cereale şi de prăşitoare (tabelul 17). În schimb, are un efect vizibil asupra eroziunii în sensul că aceasta se reduce la 62,7% la păioase şi la 30,3% în cazul prăşitoarelor, cultivate pe contur faţă de cele cultivate pe direcţia deal – vale.

Tabelul 17

Influenţa direcţiei de executare a arăturii asupra producţiei agricole şi eroziunii

Nr. Crt.	Direcţia de executare a arăturii	păioase		prăşitoare	
		Produc.	Eroz.	Produc.	Eroz.
1	Deal – vale	100,0	100,0	100,0	100,0
2	Pe contur, cu răsturnarea brazdelor spre aval	106,9	65,0	102,3	31,6
3	Pe contur, cu răsturnarea brazdelor spre amonte	120,7	62,7	101,5	30,3

De asemenea, în tabelul 18 sunt prezentate rezultatele determinărilor efectuate de *D.Nistor (1979)* la Staţiunea Perieni pentru diferite condiţii de pantă.

Tabelul 18

Influenţa direcţiei de arat asupra eroziunii

Panta terenului (%)	Pierderi de sol		
	Arat pe contur	Arat deal-vale	
	t/ha	t/ha	% faţă de varianta martor
9-10	11,4	32,3	283,3
14-15	17,2	45,7	265,6
18-20	23,3	55,2	231,9

Direcţia de semănat influenţează eroziunea, mai ales în cazul prăşitoarelor, chiar dacă lucrarea de bază s-a executat pe contur. În cazul semănatului pe direcţia deal-vale, plantele de pe versant sunt distruse prin dezrădăcinare iar cele de la baza versantului prin colmatare. Aceasta se datorează scurgerilor concentrate pe urmele roţilor şi brăzdarelor care antrenează atât cantităţi mari de sol cât şi plante. Astfel, prin efectuarea semănatului la porumb, după direcţia deal-vale, numărul plantelor distruse prin dezrădăcinare şi colmatare creşte de 3-4 ori iar producţia scade cu 35-40% faţă de situaţia când semănatul se face după direcţia curbelor de nivel.

Cu sistema obişnuită de maşini, efectuarea lucrărilor mecanice se poate face până la panta de 16-18%. Peste această limită, productivitatea şi calitatea lucrărilor scade simţitor. În cazul în care se doreşte executarea acestor lucrări pe pante mari, este indicat să se folosească tractoare pe şenile, echipate cu agregate de lucru corespunzătoare.

Atunci când este nevoie să se cultive prăşitoare pe suprafeţe întinse, simpla utilizare a sistemului de lucrare a solului pe direcţia curbelor de nivel, pe întreg versantul, nu mai dă rezultate satisfăcătoare. S-a constatat că,

pe terenuri cu panta peste 8%, cultivate cu prăşitoare, în tarlale a căror lăţime depăşeşte 200m, eroziunea creşte semnificativ. De aceea, se recomandă alternarea, pe acelaşi versant, a unor culturi ce oferă solului protecţie antierozională diferită.

Sistemul de cultură în fâşii este un mijloc simplu, eficace şi necostisitor de combatere a eroziunii solului pe pante medii şi constă în dispunerea pe versant a unor fâşii de teren, astfel încât să fie orientate cu latura lungă după direcţia curbelor de nivel (foto 6). Acestea se cultivă cu prăşitoare în alternanţă cu plante bune protectoare pentru sol împotriva eroziuni hidrice (cereale păioase, leguminoase anuale, etc.).

Foto 6 Sistem de cultură în fâşii din V. Ţarinei, Colinele Tutovei

Stabilirea lăţimii fâşiilor se face având în vedere faptul că unele fâşii cultivate cu prăşitoare favorizează scurgerea şi eroziunea iar altele semănate cu păioase sau leguminoase, diminuează scurgerea şi contribuie la filtrarea şi depunerea solului erodat de pe terenul cu prăşitoare. Se poate folosi, fie criteriul vitezei minime de neeroziune, fie criteriul eroziunii medii anuale admisibile.

Pentru a uşura calculele, *P.Savu* recomandă următoarele valori orientative ale lăţimii fâşiilor în funcţie de panta terenului şi rezistenţa solului la eroziune (tabelul 19), determinate după relaţiile lui *P. Stănescu* din instrucţiunile privind proiectarea lucrărilor de combatere a eroziunii solului.

Tabelul 19

Lăţimea fâşiilor în funcţie de pantă şi rezistenţa solului la eroziune

Nr. Crt.	Panta (%)	Lăţimea fâşiilor pentru soluri cu erodabilitate		
		mică	medie	mare
1	5-10	117-83	100-71	79-56
2	10-15	78-59	66-50	52-40
3	15-25	55-30	47-25	37-20

Eficienţa antierozională a sistemului de cultură în fâşii este demonstrată de rezultatele experimentale obţinute pe doi versanţi într-o perioadă de cinci ani, pe un cernoziom cambic, moderat erodat (tab. 20).

Tabelul 20

Influenţa sistemului de cultură în fâşii asupra pierderilor de sol după *A.Popa*

Panta (%)	Cultura şi lăţimea fâşiei (m)	Sol erodat	
		t/ha	%
12	Grâu + porumb 4 x 40	25,9	28,6
	Grâu + porumb 2 x 20	35,6	39,4
	Grâu 120 + porumb 40	15,6	17,2
	Porumb 120 + grâu 40	63,3	69,7
	Grâu 160	5,8	6,4
	Porumb 160	90,3	100,0
14-16	Grâu 20 + porumb 60	35,9	69,1
	Grâu + porumb 2 x 40	37,2	52,4
	Grâu 60 + porumb 20	13,3	25,6
	Grâu 80	6,9	13,3
	Porumb 80	51,9	100,0

Trebuie precizat că, aplicarea sistemelor de cultură pe direcţia curbelor de nivel, în fâşii şi cu benzi înierbate nu conduce imediat la creşterea producţiilor agricole. În primii ani de la aplicarea acestor sisteme, sporurile de producţie sunt mici şi nesemnificative. După *A. Popa*, creşterile medii ajung până la 24%, după o perioadă de 5-10 ani (figura 7), pe măsură ce eroziunea scade în intensitate iar efectele se cumulează.

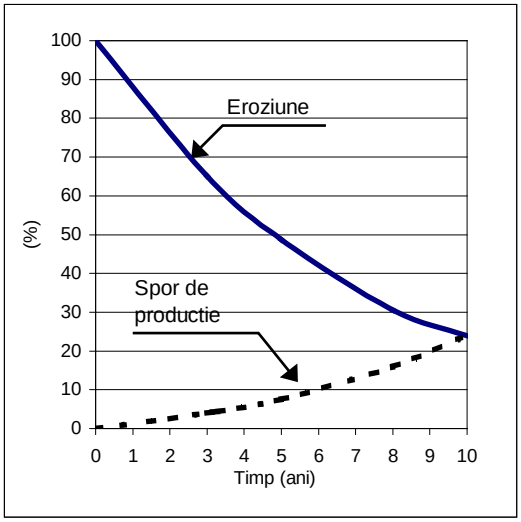


Figura 7 Influenţa sistemului de cultură în fâşii asupra producţiei agricole şi eroziunii

De fapt, punerea în evidenţă a eficienţei măsurilor şi lucrărilor antierozionale se poate face în două moduri: fie comparând terenurile amenajate cu cele neamenajate, luând în consideraţie aceleaşi condiţii de relief, sol, climă şi vegetaţie, fie prin simularea proceselor erozionale cu ajutorul modelelor matematice.

Referitor la eficienţa economică, se apreciază că la aplicarea sistemului de cultură în fâşii, consumurile suplimentare faţă de situaţia în care versantul este cultivat cu aceeaşi plantă, creşte cu cca. 8%.

Sistemul de cultură cu benzi înierbate constă în cultivarea tarlalei cu o singură cultură şi crearea unor benzi înguste, cultivate cu ierburi perene, dispuse după direcţia generală a curbelor de nivel, ce limitează fâşiile de teren.

Orientativ, lăţimea benzilor înierbate poate fi de 4-6m iar în cazul versanţilor lungi, cu profil convex, lăţimea lor poate fi majorată la 8-10m. În practică, pentru uşurarea pentru uşurarea introducerii acestui sistem antierozional, lăţimea benzilor înierbate poate fi multiplul lăţimii de lucru a semănătorii pentru ierburi.

Dacă suprafaţa versantului este neuniformă, pentru realizarea unei lăţimi constante a fâşiei cultivate între benzi, se recomandă înfiinţarea benzilor cu lăţime variabilă.

Înierbarea se face cu speciile şi amestecurile specifice zonei, după tehnologia pajiştilor însămânţate. În scopul obţinerii unor benzi încheiate, fără goluri, şi cu densităţi normale, este necesară o pregătire bună a terenului, o însămânţare la adâncime corespunzătoare şi executarea tăvălugirii după însămânţare.

Pe durata de exploatarea a benzilor se va acorda o atenţie deosebită combaterii buruienilor, lucrare ce se va executa prin cosire sau erbicidare. Pe terenurile cu pante mici şi uniforme, benzile pot fi menţinute până ce plantele se răresc, după care pot fi desţelenite şi înfiinţate pe suprafeţele limitrofe vechilor amplasamente. Pe versanţii cu pante mari, benzile înierbate se pot menţine pe aceleaşi aliniamente iar cu timpul se vor transforma în taluzurile viitoarelor agroterase.

Pentru a preveni deteriorarea benzilor înierbate sau chiar distrugerea lor, se va evita circulaţia pe ele sau transformarea lor în drumuri.

Aplicarea sistemului de cultivare cu benzi înierbate conduce la micşorarea suprafeţei arabile cu 3-5% însă pierderea este compensată de sporurile obţinute în timp de pe fâşiile cultivate precum şi de recolta de fân realizată pe benzi.

Sistemul de cultură în fâşii şi sistemul de cultură cu benzi înierbate pot fi utilizate şi împreună, pe acelaşi versant. Sistemul antierozional obţinut, cumulează efectele pozitive ale ambelor sisteme analizate şi prezintă în plus şi alte câteva avantaje cu ar fi:

- delimitarea mai riguroasă şi permanentă a fâşiilor, acestea fiind mărginite pe ambele laturi de benzi înierbate.
- efectul antierozional al benzilor permite suplimentarea lăţimii fâşiilor ceea ce conduce la concentrarea culturilor pe sole mai mari, la folosirea mai eficientă a maşinilor şi utilajelor agricole.

Sistemul de cultură cu terase (agroterase, terase banchetă, terase clasice). În capitolul de faţă, unde sunt tratate măsurile agrofitotehnice cu

rol antierozional, se va insista doar asupra procesului de agroterasare şi asupra efectului teraselor în modificarea însuşirilor solului şi creşterea producţiilor agricole. Proiectarea şi executarea teraselor va fi analizată mai detaliat la capitolul 4.2.3. referitor la lucrările antierozionale pe versanţi.

Caracterul ciclic al lucrărilor agricole conduce uneori la modificarea microreliefului terenurilor în pantă, fapt ce poate influenţa semnificativ scurgerea lichidă şi solidă pe versanţi. Un exemplu concludent în acest sens îl reprezintă procesul de agroterasare treptată, determinat mai ales de executarea arăturilor pe direcţia generală a curbelor de nivel, cu răsturnarea brazdelor în aval.

Studiile executate până în prezent privind formarea agroteraselor subliniază rolul hotărâtor al factorului antropic. Anumite lucrări agricole ce mobilizează solul contribuie an de an la deplasarea în plan orizontal a unor volume importante de pământ ce se acumulează îndeosebi pe liniile de contact dintre fâşii sau terase (foto 7). Ulterior, depunerile de material sedimentar provenit din erodarea terenului din amonte vor accentua şi mai mult procesul de agroterasare. Schema din figura 8 reproduce primele două secvenţe ale procesului de agroterasare.

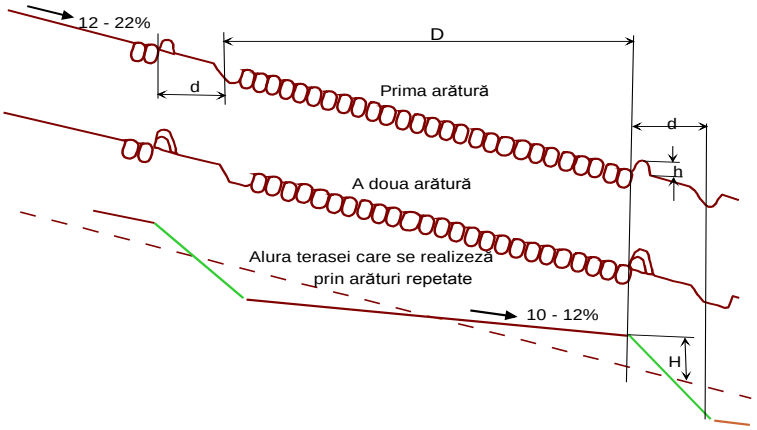


Figura 8 Schema de realizare a teraselor prin arături repetate
(după *Viorel Ionescu*, 1973)

D = distanţa între două agroterase succesive;

d = lăţimea fâşiei care nu se ară;

n = înălţimea brazdei răsturnate în aval

H = înălţimea agroterasei faţă de situaţia iniţială.

V. Ionescu (1973) arată în tabelul 21 că dimensiunile platformei unei agroterase cu panta de 5% depind atât de numărul de arături repetate, cât şi de panta generală a terenului.

Foto 7 Agroterasarea prin executarea arăturii cu răsturnarea brazdelor spre aval

Tabelul 21

Modificarea lăţimii platformei unei agroterase în funcţie de panta terenului şi numărul de arături

Lăţimea platformei pe pantă (m)	Numărul de arături adânci, în funcţie de panta terenului (%) de:		
	15	20	30
10	4-5	6-7	7-8
15	9-10	12-15	16-18
20	15-18	22-25	27-30
25	22-25	28-32	-
30	28-32	35-40	-

Prin faptul că reduce panta terenului pe anumite porţiuni de versant, agroterasarea prezintă câteva avantaje semnificative şi anume:

- contribuie la diminuarea eroziunii solului;
- înlesneşte executarea lucrărilor mecanice.

Un dezavantaj al acestui proces este acela că accentuează neuniformitatea proprietăţilor fizico-chimice ale solului în sensul că acumularea de sol fertil în platforma agroterasei se face cu preţul diminuării grosimii stratului superficial de sol din amonte.

Studiile efectuate la Staţiunea Perieni de *I. Ioniţă* (1985) privind evoluţia unor agroterase din Valea Ţarinei - Colinele Tutovei, pe un interval de 17 ani, arată că ritmul mediu de creştere a înălţimii taluzului este de 5-6 cm/an. S-au exclus din calcul anii în care terenul a fost ocupat cu ierburi pe-

rene şi s-a ajuns la concluzia că aratul pe contur joacă rolul decisiv în agroterasare. Totodată, s-a precizat că pe platforma majorităţii teraselor se pot distinge două tronsoane: unul în amonte, cu panta mai mică decât panta terenului iar altul în aval, cu contrapantă. In profil transversal aceste tronsoane formează un canal larg deschis cu adâncimea medie de 3-19 cm.

Aşa cum s-a menţionat anterior, agroterasele contribuie la micşorarea efectelor eroziunii pe versanţi datorită depunerii de sedimente în zonele cu pantă mai mică din platforma (foto 8).

Referitor la modificarea proprietăţilor solului datorită agroterasării, *A. Popa* arată că la agroterasele dezvoltate pe versanţi cu pante mari, de 15-27%, cu soluri puternic erodate, se constată modificări semnificative faţă de martorul neterasat. Astfel, analiza profilului de sol din platforma agroterasei pe adâncimea de 40 cm indică o creştere a conţinutului de azot cu 26-55%, a fosforului cu 20-75%, a potasiului cu 32-42%, iar a humusului cu până la 30%.

Foto 8 Efectul antierozional al agroteraselor prin retinerea sedimentelor

4.2.1.7. <u>Lucrările solului</u>

Aratul

Aratul se evidenţiază ca având o serie de efecte pozitive precum: creşterea aeraţiei, crearea condiţiilor optime pentru descompunerea resturilor organice şi a dezvoltării microorganismelor, etc. În plus faţă de terenurile plane, arătura, prin rugozitatea creată, împiedică scurgerea la suprafaţa terenului a apei provenite din precipitaţii, şi favorizează infiltraţia în sol.

D. Nistor (1979) arată că nerespectarea epocii optime de efectuare a arăturii de vară pentru culturile de toamnă are consecinţe negative, mai accentuate pe terenurile în pantă decât pentru terenurile plane deoarece, în urma ploilor torenţiale, 60-80% din cantitatea de apă se scurge la suprafaţă, accentuând astfel fenomenul de secetă şi pierderile de sol prin eroziune. Practica agricolă a demonstrat că executarea arăturilor de vară pentru culturile de toamnă, trebuie să se efectueze imediat după eliberarea terenului de

planta premergătoare.

Referitor la adâncimea de efectuare a arăturii, rezultatele experimentale au arătat că sporurile de producţie realizate prin adâncirea stratului arabil la peste 20-25 cm, nu justifică energia suplimentară consumată.

Dintre indicii calitativi de lucru care se au în vedere la arat, pe terenurile în pantă trebuie să se acorde o atenţie deosebită uniformităţi arăturii. Dacă pe terenurile plane se poate discui toamna sau primăvara în orice direcţie pentru a nivela o arătură de slabă calitate, pe terenurile în pantă, în special pe cele amenajate antierozional, acest lucru nu mai este posibil, întrucât, pe aceste terenuri, pregătirea patului germinativ se face, de asemenea, paralel cu direcţia curbelor de nivel.

Aratul unei tarlale în pantă se începe cu lucrarea zonei de întoarcere. În caz contrar, prin lucrarea acestei zone la încheierea arăturii, rămâne, la ultimul parcurs, o rigolă pe care se poate concentra scurgerea din precipitaţii.

Într-o tarla, lucrarea de arat pe curba de nivel se poate porni fie de la mijlocul acesteia (arătura la cormană) fie de la margini (arătura în părţi). În ambele cazuri, vor rămâne la margini sau la mijlocul tarlalei şanţuri neacoperite motiv pentru care este indicat ca aceste două metode de arat să alterneze anual.

La pregătirea agregatelor ce lucrează pe pante se vor înlătura deplasările laterale ale plugurilor prin strângerea ancorelor tiranţilor laterali până la limita ce permite ridicarea la maxim a plugului. Nefăcând această operaţie, când se răstoarnă brazda spre deal, se obţine o arătură de proastă calitate, iar la răsturnare spre vale, se poate ca prima trupiţă să nu lucreze.

Lucrări minime ale solului

Din studiul bibliografic întocmit de *Doina Nistor (1999)* rezultă că lucrările minime pot fi împărţite în următoarele trei mari sisteme:

- sistemul care implică folosirea de unelte care întorc solul şi încorporează complet, sub brazdă, resturile vegetale ale culturii anterioare;
- sistemul care foloseşte unelte care nu întorc solul, lăsând resturile culturii anterioare pe sau aproape de suprafaţa solului;
- sistemul fără prelucrarea primară a solului.

Fiecare din sistemele de mai sus se subdivide în două, în funcţie de uneltele folosite la pregătirea patului germinativ:

- unelte care prelucrează întreaga suprafaţă;
- unelte care prelucrează solul în benzi.

<u>Lucrări combinate cu aratul</u>

Combinarea arăturii cu pregătirea patului germinativ se practică în regiunile unde se acordă prioritate aratului de primăvară sau este nevoie de o arătură suplimentară de primăvară. Pentru o mărunţire suficientă a solului, simultan cu aratul, se foloseşte organul activ de sfărâmat bulgări, adaptat la plug, compus din două mecanisme de lucru ce amintesc, prin construcţia lor, de cultivatorul rotativ. Ataşat la plug, organul de mărunţire şi grapa stelată asigură o bună pregătire a suprafeţei solului pentru semănat.

Unelte care nu întorc solul

Una din uneltele cu care se poate face lucrarea primară a solului, fără ca acesta să fie întors, este plugul tip chisel (foto 9). Acest plug are lăţimea şi viteza de lucru mare, productivitatea ajungând până la 13 ha/zi. Chiselul s-a dovedit a fi foarte avantajos mai ales în zonele aride, evitând pierderile de apă prin evaporare. Este echipat cu cuţite înguste, uneori reversibile, montate pe suporţi elastici, prevăzuţi cu o spiră dublă la partea superioară. La unele construcţii suportul are un profil lat, fiind prevăzut cu mai multe lame flexibile. În aceste cazuri, elasticitatea mare a cuţitelor face ca efortul de tracţiune să fie mult mai mic decât în cazul celor cu organe active rigide iar cuţitele pot trece uşor peste eventualele obstacole fără a se deteriora. Productivitatea chiselului este de cca. două ori mai mare decât a unui plug cu trei sau patru trupiţe.

Foto 9 Cizel cu organe rigide + grapă rulantă

Eliminarea aratului şi limitarea celorlalte lucrări ale solului la minimum.

Metoda semănatului direct în teren nearat prezintă câteva caracteristici specifice:

- renunţarea totală la arătură, un număr de ani;
- lucrarea solului în benzi sau pe toată suprafaţa;
- distrugerea buruienilor prin mijloace chimice.

Folosirea acestei metode depinde de tipul de sol, condiţiile meteorologice predominante, comportarea plantelor în condiţii variabile de mulcire,

vigoarea buruienilor, etc.

În SUA această metodă se foloseşte în special la cultura porumbului care se seamănă după porumb sau pe terenurile unde a crescut iarbă mai mulţi ani (*R.L.Blevins şi col.1983*). Deşi lucrarea diferă sub aspect tehnic, în diferitele regiuni, baza rămâne distrugerea chimică a buruienilor cu ajutorul erbicidelor. Resturile de plante de la suprafaţă protejează solul faţă de acţiunea precipitaţiilor, limitează scurgerea şi constituie un mediu bun pentru dezvoltarea microorganismelor. De asemenea, mai contribuie la reducerea tasării solului, reducerea adâncimii de îngheţ şi încălzirea excesivă vara. Semănând direct în teren nearat, solul este mai puţin permeabil dar are o structură mai stabilă. Succesul semănatului direct este asigurat de erbicidele care distrug eficient buruienile şi nu au efect dăunător asupra culturii. Întrucât nici unul dintre erbicidele utilizate în prezent nu poate cuprinde un spectrul foarte vast al buruienilor, se pot utiliza două sau mai multe erbicide. Semănatul se face cu maşini speciale şi se pot utiliza două tipuri de agregate: alcătuite cu freze de sol şi cu brăzdare tip disc. Reprezentantul clasic al agregatelor pe bază de freză este maşina de semănat combinată, acţionată de la axul prizei de putere al tractorului.

În foto 10, 11 şi 12 sunt prezentate comparativ, porumb semănat în varianta neprotetejată (arat), porumb semănat în varianta protejată parţial (chisel) şi porumb semănat în varianta protejată cu mirişte (nearat).

În cele ce urmează, rezultatele experimentale obţinute la Staţiunea Perieni de *Doina Nistor,* ilustrează în mod concludent avantajele sistemului de lucrări minime ale solului pe terenurile cu potenţial de eroziune. În tabelul 22 se prezintă influenţa lucrărilor solului asupra eroziunii, pe un cernoziom cambic, moderat erodat, situat pe un versant cu panta medie de 12%.

Foto 10 Porumb semănat în varianta neprotejată (arat)

Foto 11 Porumb semănat în varianta protejată parţial (chisel)

Foto 12 Porumb semănat în varianta protejată cu mirişte (nearat)