

Vintu Carmencita

UNIVERSITATEA PENTRU ȘTIINȚELE VIETII
„ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI

ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL DE DOCTORAT: AGRONOMIE
SPECIALIZAREA: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ÎMBUNĂTĂȚIRI
FUNCIARE

TEZĂ DE DOCTORAT

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT,
PROF. UNIV. DR. DANIEL BUCUR

DOCTORAND,
CRINA-LOREDANA LEONTE (TURCU)

2025

**UNIVERSITY FOR LIFE SCIENCES
„ION IONESCU DE LA BRAD” OF IASI
FACULTY OF AGRONOMY
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN: AGRONOMY
SPECIALIZATION: EXPLOITATION OF LAND IMPROVEMENT SYSTEMS**

DOCTORAL THESIS

**PhD supervisor,
PhD PROFESSOR DANIEL BUCUR**

**PhD,
CRINA-LOREDANA LEONTE (TURCU)**

2025

**UNIVERSITATEA PENTRU ȘTIINȚELE VIEȚII
„ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL DE DOCTORAT: AGRONOMIE
SPECIALIZAREA: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE
ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCiare**

TEZĂ DE DOCTORAT

**STUDIUL PROCESELOR EROZIONALE PENTRU
CONSERVAREA ȘI VALORIFICAREA RESURSELOR DE SOL
ȘI APĂ DIN COLINELE TUTOVEI**

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT,
PROF. UNIV. DR. DANIEL BUCUR**

**DOCTORAND,
CRINA-LOREDANA LEONTE (TURCU)**

2025

**UNIVERSITY FOR LIFE SCIENCES
„ION IONESCU DE LA BRAD” OF IASI
FACULTY OF AGRONOMY
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN: AGRONOMY
SPECIALIZATION: EXPLOITATION OF LAND IMPROVEMENT SYSTEMS**

DOCTORAL THESIS

**STUDY OF EROSION PROCESSES FOR THE
CONSERVATION AND UTILIZATION OF SOIL
AND WATER RESOURCES IN THE TUTOVA HILLS**

**PhD SUPERVISOR,
PhD PROFESSOR DANIEL BUCUR**

**PhD,
CRINA-LOREDANA LEONTE (TURCU)**

2025

CUPRINS

INTRODUCERE.....	13
REZUMAT	15
PARTEA I.....	25
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	25
1. MECANISMUL, AMPLOAREA ȘI CONSECINȚELE PROCESULUI DE EROZIUNE A SOLULUI	26
1.1. Mecanismul, amploarea și consecințele procesului de eroziune a solului ...	26
1.1.1. Eroziunea prin picături.....	32
1.1.2. Eroziunea prin scurgere	33
1.2. Factorii favorizanți și determinanți ai eroziunii solului	34
1.2.1. Relieful	34
1.2.2. Vegetația	36
1.2.3. Precipitațiile	37
1.2.4. Activitățile omului	40
1.3. Amploarea procesului de eroziune a solului	42
1.4. Consecințele procesului de eroziune a solului	45
2. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRIILOR PRIVIND PREVENIREA ȘI COMBATEREA EROZIUNII SOLULUI PE TERENURILE ARABILE	48
2.1. Amplasarea și organizarea asolamentelor	48
2.2. Măsurile și lucrările antierozionale cu caracter agrofitotehnic	50
2.2.1. Structura culturilor.....	50
2.2.2. Amplasarea plantelor de cultură pe terenurile în pantă	51
2.2.3. Lucrările solului	53
2.2.4. Fertilizarea terenului arabil în pantă.....	55
2.3. Amenajarea antierozională a terenului arabil prin lucrări speciale	56
2.3.1. Modelarea terenurilor arabile înclinate.....	57
2.3.2. Terasarea terenurilor arabile	57
2.4. Amplasarea drumurilor de exploatare agricolă	60
3. STUDIUL CADRULUI NATURAL DIN COLINELE TUTOVEI	62
3.1. Caracterizarea geomorfologică	62
3.2. Studiul hidrografic și hidrogeologic.....	63
3.2.1. Precipitațiile atmosferice	65
3.2.2. Evapotranspirația potențială	67
3.2.3. Dinamica maselor de aer	67
3.3. Studiul pedologic	67
3.4. Vegetația spontană și cultivată.....	69

4. PROIECTAREA PROTOCOLULUI EXPERIMENTAL PENTRU STUDIEREA MODALITĂȚILOR DE PREVENIRE ȘI COMBATERE A EROZIUNII SOLULUI PE TERENURILE ARABILE	71
4.1. SCOPUL ȘI IMPORTANȚA CERCETĂRILOR.....	71
4.2. Obiective și activități.....	72
4.3. Metoda de cercetare	73
5. REZULTATELE CERCETĂRILOR PRIVIND MODALITĂȚILE DE CONSERVARE A APEI ȘI SOLULUI PE TERENURILE ARABILE SITUATE ÎN PANTĂ.....	75
5.1. Identificarea zonelor cu grad ridicat de vulnerabilitate la eroziune	75
5.2. Analize și măsurători pentru completarea bazei de date necesare investigațiilor pe terenurile erodate	76
5.2.1. Condițiile de relief și edafice în zona cercetată	83
5.2.2. Dinamica regimului pluvial în perioada de experimentare	84
5.3. Determinarea pierderilor de apă, sol, humus și elemente minerale prin eroziune sub principalele culturi agricole.....	87
5.3.1. Determinarea pierderilor de apă sub principalele culturi agricole studiate	88
5.3.2. Determinarea pierderilor de sol sub principalele culturi agricole	94
5.3.3. Integrarea pierderilor de sol prin eroziune în analiza umidității solului și scurgerilor lichide.....	106
5.3.4. Determinarea pierderilor de humus din sol sub principalele culturi agricole ...	114
5.3.5. Determinarea pierderilor de azot din sol sub principalele culturi agricole	121
6. REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE CULTURĂ ASUPRA PRODUCȚIEI AGRICOLE ȘI A ÎNSUȘIRILOR AGROCHIMICE ALE SOLULUI.....	126
6.1. Influența structurii culturilor asupra eroziunii și fertilității solului	126
6.2. Evoluția umidității solului sub diferite sisteme de cultură	127
6.3. Efectul aplicării resturilor vegetale asupra ameliorării însușirilor solurilor expuse eroziunii	142
6.4. Evoluția principalelor însușiri agrochimice ale solului pe terenurile erodate	143
7. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	146
7.1. CONCLUZII	146
7.2. Recomandări.....	150
BIBLIOGRAFIE	151
ANEXE.....	161

CONTENT

INTRODUCTION.....	13
ABSTRACT.....	15
PART I - THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE.....	25
MECHANISM, SCOPE AND CONSEQUENCES OF THE SOIL EROSION PROCESS.....	26
1.1. The mechanism, extent and consequences of the soil erosion process.....	26
1.1.1. Droplet erosion.....	32
1.1.2. Runoff erosion.....	33
1.2. Factors favoring and determining soil erosion.....	34
1.2.1. Soil rock.....	34
1.2.2. Soil type.....	36
1.2.3. Relief.....	37
1.2.4. Vegetation.....	40
1.3. The extent of the soil erosion process.....	42
1.4. Consequences of the soil erosion process.....	45
2. CURRENT STATUS OF RESEARCH ON PREVENTING AND COMBATING SOIL EROSION ON ARABLE LANDS.....	48
2.1. Location and organization of crop rotations.....	48
2.2. Anti-erosion measures and works of an agrophytotechnical nature.....	50
2.2.1. Crop structure.....	50
2.2.2. Placement of crops on sloping land.....	51
2.2.3. Soil works.....	53
2.2.4. Fertilization of arable land on slopes.....	55
2.3. Anti-erosion development of arable land through special works.....	56
2.3.1. Modeling of sloping arable land.....	57
2.3.2. Terracing of arable land.....	57
2.4. Location of agricultural exploitation roads.....	60
3. STUDY OF THE NATURAL FRAMEWORK IN THE TUTOVA HILLS...	62
3.1. Geomorphological characterization.....	62
3.2. Geological study.....	63
3.2.1. Atmospheric precipitation.....	65
3.2.2. Potential evapotranspiration.....	67
3.2.3. Air mass dynamics.....	67
3.3. Pedological study.....	67
3.4. Spontaneous and cultivated vegetation.....	69

4. DESIGN OF THE EXPERIMENTAL PROTOCOL FOR STUDYING THE METHODS OF PREVENTING AND COMBATING SOIL EROSION ON ARABLE LANDS.....	71
4.1. Purpose and importance of research.....	71
4.2. Objectives and activities.....	72
4.3. Research method.....	73
5. RESEARCH RESULTS ON WATER AND SOIL CONSERVATION METHODS ON ARABLE LANDS LOCATED ON SLOPES.....	75
5.1. Identification of areas with a high degree of vulnerability to erosion.....	75
5.2. Analyses and measurements to complete the database necessary for investigation on eroded lands.....	76
5.2.1. Relief and edaphic conditions in the researched area.....	83
5.2.2. Relief and edaphic conditions in the researched area.....	84
5.3. Determination of losses of water, soil, humus and mineral elements through erosion under the main agricultural crops.....	87
5.3.1. Determination of water losses under the main agricultural crops studied.....	88
5.3.2. Determination of soil losses under the main agricultural crops.....	94
5.3.3. Integrating soil losses through erosion into soil moisture and liquid runoff analysis.....	106
5.3.4. Determination of soil humus losses under the main agricultural crops.....	114
5.3.5. Determination of nitrogen losses from soil under the main agricultural crops..	121
6. RESULTS ON THE INFLUENCE OF CROP SYSTEMS ON AGRICULTURAL PRODUCTION AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL.....	126
6.1. Influence of crop structure on soil erosion and fertility.....	126
6.2. Evolution of soil moisture under different cropping systems.....	127
6.3. The effect of applying plant residues on improving the properties of soils expose to erosion.....	142
6.4. Evolution of the main agrochemical properties of the soil on eroded lands.....	143
7. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....	146
7.1. Conclusions.....	146
7.2. Recommendations.....	150
BIBLIOGRAPHY.....	151
ANNEXES.....	161

INTRODUCERE

În viziunea temei prezentate prin titlul prezentei teze, am pornit de la legătura care există între chimie și agronomie.

Teza prezintă studiul asupra impactului eroziunii de suprafață asupra calității solului din punct de vedere a degradării proprietăților sale fizico-chimice și monitorizarea rezervei de apă din sol la culturile agricole pe faze de vegetație (semănat, răsărit, înflorit, recoltat).

Pentru obținerea unor rezultate cât mai eficiente în valorificarea terenurilor arabile în pantă este important să se cunoască și să se aplice întregul sistem de măsuri antierozionale pentru terenurile în pantă supuse eroziunii solului. Prin urmare, cunoașterea caracteristicilor eroziunii solului, a factorilor ce îl condiționează și a evoluției acestuia, constituie verigi importante pentru stabilirea celor mai bune măsuri antierozionale.

Lucrarea este rodul cercetărilor științifice desfășurate pe parcursul ultimilor cinci ani și a unei activități în domeniul agrochimiei de șase ani.

În realizarea acestei lucrări am beneficiat de sprijinul, încurajarea, îndrumarea blândă și competență a conducătorului științific, domnul Profesor universitar dr. Daniel BUCUR, căruia îi adresez sincere mulțumiri.

Mulțumiri aduc conducerii Universității de Științe Vieții din Iași, pentru efectuarea analizelor la sol în cadrul laboratorului de la Institutul de Cercetări pentru Agricultură și Mediu, pe parcursul elaborării lucrării de doctorat.

Sunt recunoscătoare tuturor membrilor din comisa care a evaluat rapoartele de cercetare și mi-au oferit sfaturi valoroase pe toată perioada de pregătire a acestei lucrări.

Sincere mulțumiri aduc domnului Director Științific Dr. ing. Nelu Popa, precum doamnei Director a Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului „Mircea Moțoc” Perieni Daniela Damian.

Aduc mulțumiri cuvenite colectivului din cadrul sectorului de cercetare al Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului „Mircea Moțoc” Perieni.

Doresc să mulțumesc familiei, în special soțului meu, ing. Emil TURCU, căruia îi port prețuire și recunoștință, pentru sprijinul necondiționat, răbdarea și înțelegerea de care a dat dovadă pe toată perioada studiilor doctorale.

INTRODUCTION

In the vision of the theme presented by the title of this thesis, I started from the connection that exists between chemistry and agronomy.

The thesis presents the study on the impact of surface erosion on soil quality from the point of view of the degradation of its physico-chemical properties and the monitoring of soil water reserves in agricultural crops during vegetation phases (sowing, emergence, flowering, harvesting).

To obtain the most efficient results in the utilization of sloping arable land, it is important to know and apply the entire system of anti-erosion measures for sloping land subject to soil erosion. Therefore, knowledge of the characteristics of soil erosion, the factors that condition it and its evolution are important steps for establishing the best anti-erosion measures.

The work is the result of scientific research conducted over the last five years and six years of activity in the field of agrochemistry.

In carrying out this work, I benefited from the support, encouragement, gentle and competent guidance of my scientific supervisor, Professor Dr. Daniel BUCUR, to whom I extend my sincere thanks.

I would like to thank the management of the University of Life Sciences of Iasi for conducting soil analyses in the laboratory at the Research Institute for Agriculture and Environment, during the development of the doctoral thesis.

I am grateful to all the members of the committee who evaluated the research reports and provided me with valuable advice throughout the preparation of this work.

I would like to express my sincere thanks to the Scientific Director, Dr. Eng. Nelu Popa, as well as to the Director of the Research and Development Station for Combating Soil Erosion "Mircea Motoc" Perieni, Daniela Damian.

I would like to express my gratitude to the team within the research sector of the "Mircea Motoc" Research and Development Station for Combating Soil Erosion in Perieni.

I would like to thank my family, especially my husband, Eng. Emil TURCU, to whom I am deeply grateful and appreciative, for the unconditional support, patience and understanding he showed throughout my doctoral studies.

REZUMAT

Solul reprezintă resursa naturală cea mai importantă a omenirii, existența și evoluția societății umane fiind influențată vital de existența plantelor terestre.

În mare parte, ecosistemele terestre au ca bază solul, care este un sistem dinamic, alcătuit din materie organică, minerale, apă, aer și organisme vii, capabil să furnizeze plantelor toate cele necesare dezvoltării lor normale, exceptând bioxidul de carbon și radiația solară.

În România, terenurile agricole în pantă ocupă suprafețe însemnate. Intensificarea exploatării terenurilor agricole în pantă, datorită cerințelor de produse alimentare, conduce la degradarea tot mai intensă a calității solurilor. Aceasta, are consecințe grave atât pentru populația actuală dar și pentru generațiile viitoare, deoarece refacerea solurilor este un proces de lungă durată, de ordinul zecilor de ani sau chiar sutelor de ani.

Eroziunea solului se manifestă intens și sub forme variate, desemnând un factor destabilizator al ecosistemului unde acționează.

În acest context, cercetarea de față a avut ca scop principal studiul proceselor erozionale pentru conservarea și valorificarea resurselor de sol și apă din Colinele Tutovei.

Obiectivele și activitățile studiului sunt reprezentate de cunoașterea formelor de degradare a terenurilor agricole în pantă și a categoriilor de folosință, determinarea impactului eroziunii de suprafață asupra calității solului din punct de vedere al degradării proprietăților sale fizico-chimice, monitorizarea parametrilor climatici și ai rezervei de apă din sol la culturile agricole, monitorizarea reacției hidrologice și erozionale prin intermediul parcelelor standard pentru controlul scurgerilor.

Teza de doctorat este structurată în două părți și cuprinde șase capitole.

În prima parte, ce cuprinde 55 pagini, reprezentând capitolele I, II și III, a fost realizat un studiu al literaturii de specialitate, în vederea cunoașterii stadiului actual al cercetărilor ce descrie importanța eroziunii solului și metodele și lucrările de combatere a eroziunii solului.

În capitolul I este prezentat mecanismul, amploarea și consecințele procesului de eroziune a solului.

Capitolul II cuprinde stadiul actual al cercetărilor privind prevenirea și combaterea eroziunii solului. Sunt prezentate aspecte privind amplasarea asolamentelor, principalele măsuri și lucrări antierozionale, amenajarea antierozională a terenurilor arabile în pantă și amplasarea drumurilor de exploatare agricolă.

Cadrul natural al zonei de experimentare este prezentat în capitolul III. Studiile au fost realizate în cadrul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului „Mircea Moțoc” Perieni. Din punct de vedere structural, teritoriul Stațiunii Perieni este

localizat Colinele Tutovei, subunitate a Podișului Bârladului, delimitată spre vest de valea Siretului și spre est de valea Bârladului. În zona unde au avut loc cercetările se manifestă un climat temperat continental de nuanță excesivă, cu veri foarte calde, secetoase și ierni mai puțin friguroase și secetoase. În zona Stațiunii Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului „Mircea Moțoc” Perieni media precipitațiilor multianuale este de 487 mm, iar media temperaturilor multianuale este de 9,0°C.

Solul în zona de studiu a fost reprezentat cernoziom cambic, format pe depozite cuaternare, având textură mijlocie, loess și depozite loessoide, nisipuri și argile.

În perimetrul zonei Colinelor Tutovei, sunt evidențiate două zone de vegetație și anume: zona forestieră și zona de silvostepă. Zona forestieră este reprezentată de subzona fagului, subzona gorun-stejar-fag, subzona stejar-gorun. Zona de silvostepă cuprinde păduri de esențe termofile constituite din stejar pufos și stejar brumăriu dar și salcâm

În partea a II-a, ce cuprinde 64 pagini, sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind modalitățile de conservare a apei și solului pe terenurile arabile situate în pantă dar și influența sistemelor de cultură asupra producției agricole și a însușirilor agrochimice ale solului.

În capitolul IV sunt prezentate scopul și importanța cercetărilor, obiectivele și activitățile studiului, metoda de cercetare utilizată.

Pentru atingerea scopului și a obiectivelor propuse, a fost luată în studiu experiența privind parcelele standard pentru controlul scurgerilor organizată în cadrul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului “Mircea Moțoc” Perieni.

Activitățile studiului au fost concretizate prin pierderile de apă, sol și elemente fertilizante produse de ploile torențiale la parcelele standard pentru controlul scurgerilor.

Sistemul de colectare a scurgerilor de pe aceste parcele permite reținerea volumului de apă și sol în bazine acoperite pentru a nu induce erori în aprecierea volumului de apă scurs. Fiecare parcelă este echipată cu 3 bazine colectoare de 1000 litri, 500 litri și 200 litri, primele bazine fiind prevăzute cu un dispozitiv de reducere de 1:5 a volumului de apă scurs. Parcelele sunt lucrate în sistem convențional, fiind cultivate cu: porumb, grâu, floarea-soarelui, mazăre, ierburi perene anul 4 și 5 (bromus inermis), mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%) respectându-se principiul rotației culturilor.

În general, perioada de studiu agricolă 2022-2024 prezintă o evoluție a precipitațiilor neuniformă față de perioada de referință, acest fapt ce se remarcă atât la nivel lunar cât și la nivel multianual.

Din punct de vedere al extremelor pluviometrice se remarcă anul 2022 unde s-a înregistrat un deficit de -191,2 mm față de media multianuală, iar anul 2024 se distinge printr-un surplus de precipitații de 20,1 mm față de medie. Cea mai lungă perioadă în care

nu s-au înregistrat precipitații au fost în lunile septembrie, octombrie ale anului 2023 (28 - 29 zile) și luna februarie a anului 2024 (27 zile) iar luna în care s-au înregistrat cele mai multe zile în care au căzut precipitații a fost aprilie a anului 2023 (13 zile).

În capitolul V sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind modalitățile de conservare a apei și solului pe terenurile arabile situate în pantă.

Au fost analizate aversele torențiale care au determinat scurgeri în perioada de studiu la parcelele standard pentru controlul scurgerilor la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului „Mircea Moțoc” Perieni și s-a făcut o retrospectivă astfel: 6 averse au fost sub 20 mm, 7 averse au fost între 20-40 mm, 1 aversă între 40-50 mm și 1 aversă peste 50 mm. Cea mai mică aversă torențială a fost de 7,5 mm în luna iulie a anului 2024, iar cea mai mare a fost de 98,0 mm în luna septembrie tot în anul 2024. Anul 2023 a fost atipic cu doar 1 aversă de 38,4 mm în luna august care a determinat scurgeri la aproximativ toate culturile agricole luate în studiu.

În anii de studiu 2022-2024, cele mai mari cantități de sol erodat au fost înregistrate la ogor (teren gata pregătit de însămânțat) de 10,484 t/ha la o aversă de 49,0 mm în anul 2024 în data de 13.06.2024+14.06.2024, deoarece ogorul este cel mai vulnerabil în calea procesului de eroziune.

Au fost efectuate determinări asupra pierderilor de humus din sol sub principalele culturi agricole în trei secțiuni ale fiecărei parcele cultivate. În secțiunea A-amonte parcelă, conținutul în humus a solului a avut valorile cele mai mari la cultura de porumb cuprinse între 3,80-3,96% indicând o stare de aprovizionare medie a solului cu humus, iar cele mai mici cantități de humus au fost înregistrate la cultura de mazăre de 1,93-1,97% prezentând o stare de aprovizionare a solului slabă. În secțiunea B-mijloc parcelă, conținutul cel mai ridicat în humus a solului a fost înregistrat la cultura de floarea-soarelui cu valori cuprinse între 3,51% și 3,82% indicând o stare medie de aprovizionare a solului cu humus, iar la polul opus cu un conținut scăzut se află ogorul negru permanent cu valori cuprinse între 2,10% și 2,14% reprezentând tot o stare de aprovizionare a solului cu humus medie. În cazul secțiunii C-aval parcelă, conținutul cel mai mare în humus a solului a fost înregistrat la mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%), cu valori cuprinse între 3,72% și 3,94% indicând o stare medie de aprovizionare a solului cu humus, iar conținutul cel mai scăzut se află ogorul negru permanent cu valori cuprinse între 1,87% și 2,05% reprezentând tot o stare de aprovizionare a solului cu humus medie.

Pentru a stabili modificările care le produce eroziunea asupra proprietăților chimice ale solului la culturile agricole din zona Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului “Mircea Moțoc” Perieni, au fost efectuate analize asupra conținutului de azot în sol la culturile agricole luate în studiu.

Dinamica conținutului de azot în sol, a arătat faptul că la parcelele însămânțate cu mazăre și mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%) are loc o creștere a cantității de azot în sol pe direcția amonte-aval datorită deplasărilor de sol fertil din amonte către aval sub influența scurgerilor lichide și solide. La parcelele însămânțate de cu grâu, floarea-soarelui, porumb, mazăre (suprafața de 150 mp), grâu nefertilizat și porumb nefertilizat s-a observat o diminuare semnificativă a conținutului de azot în sol începând din secțiunea amonte, urmând o stabilizare a conținutului de azot în jurul a 0,183% după care urmează o descreștere a conținutului de azot spre avalul parcelei de 0,145%.

În capitolul VI, sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind influența sistemelor de cultură asupra producției agricole și a însușirilor agrochimice ale solului. S-a monitorizat pe fiecare stadiu de vegetație (semănat, răsărit, înflorit, recoltat) a culturilor regimul umidității solului pe adâncimea 0-30 cm, 0-70 cm și 0-100 cm pe un sol de tip cernoziom cambic. La toate culturile analizate (mazăre, grâu, floarea-soarelui, porumb, mixtură de semințe, grâu nefertilizat și porumb nefertilizat), se observă o scădere progresivă a umidității solului pe măsură ce plantele avansează de la răsărire la înflorire și recoltare. Cele mai ridicate valori ale umidității solului sunt înregistrate în etapa de răsărit, iar cele mai scăzute valori sunt observate la recoltare. Diferențele sunt mai accentuate la adâncimea 0-30 cm, unde evaporarea și consumul de apă de către rădăcini sunt mai intense.

Au fost făcute diferențe privind umiditatea solului între culturile fertilizate și cele nefertilizate și s-a constatat că grâul și porumbul nefertilizate prezintă umiditate mai mică în sol comparativ cu versiunile lor fertilizate, ceea ce sugerează că fertilizarea îmbunătățește dezvoltarea radiculară și crește eficiența utilizării apei. În cazul grâului nefertilizat, diferența este mai puțin pronunțată, însă la porumb nefertilizat scăderea umidității solului este mai rapidă.

De asemenea, au fost realizate comparații ale umiditatea solului între adâncimi și s-au remarcat următoarele: stratul superficial (0-30 cm) pierde cel mai repede apa, ceea ce confirmă că evaporarea și consumul de apă de către rădăcini sunt mai intense în această zonă, adâncimea 0-70 cm reflectă un consum mai echilibrat, iar diferențele între culturi devin mai vizibile la această adâncime, stratul 0-100 cm menține cele mai mari rezerve de apă, iar scăderea umidității este mai lentă, ceea ce indică că rădăcinile extrag apa progresiv din adâncime.

S-a studiat evoluția conținutului elementelor fertilizante din sol (humus, azot) după o perioadă îndelungată de 24 de ani, pe trei secțiuni (amonte, mijloc, aval) la două adâncimi 0-10 cm și 10-20 cm la grâu, porumb și ogor negru permanent. În acest scop s-au făcut comparații între valorile rezultate în anul 2024 cu valorile rezultate din cercetările efectuate de Filiche E. în anul 2000. În cadrul secțiunii amonte pe cele două adâncimi (0-10 cm și 10

20 cm) s-au observă diferențe negative între anul 2000 și 2024 la grâu, porumb și ogor negru. Diferențele de conținut de humus și azot din sol au fost datorate scurgerilor lichide de suprafață care antrenează odată cu ele cantități importante de elemente fertilizante. În secțiunea aval, conținutul de humus a solului a avut diferențe pozitive între valorile din anul 2000 și 2024 toate culturile dar și la ogor negru permanent. Aceste diferențe pozitive se explică prin faptul că o ca parte din humus se deplasează spre avalul parcelei odată cu sedimentele și se acumulează în zonele cu pantă mai mică.

Teza de doctorat se finalizează cu concluziile rezultate în urma studiilor efectuate dar și cu recomandările considerate necesare privind situația existentă, cu privire la conservarea resurselor de sol și apă.

ABSTRACT

Soil is the most important natural resource of humanity, the existence and evolution of human society being vitally influenced by the existence of terrestrial plants.

For the most part, terrestrial ecosystems are based on soil, which is a dynamic system, made up of organic matter, minerals, water, air and living organisms, capable of providing plants with everything necessary for their normal development, except carbon dioxide and solar radiation.

In Romania, sloping agricultural land occupies significant areas. The intensification of the exploitation of sloping agricultural land, due to food requirements, leads to the increasingly intense degradation of soil quality. This has serious consequences both for the current population and for future generations, because soil restoration is a long-term process, on the order of tens or even hundreds of years.

Soil erosion manifests itself intensely and in various forms, designating a destabilizing factor of the ecosystem where it acts.

In this context, the main purpose of this research was to study erosion processes for the conservation and valorization of soil and water resources in the Tutova Hills.

The objectives and activities of the study are represented by the knowledge of the forms of degradation of sloping agricultural land and the categories of use, determining the impact of surface erosion on soil quality in terms of the degradation of its physico-chemical properties, monitoring climatic parameters and soil water reserves in agricultural crops, monitoring the hydrological and erosional reaction through standard plots for runoff control.

The doctoral thesis is structured in two parts and includes six chapters.

In the first part, which includes 55 pages, representing chapters I, II and III, a study of the specialized literature was carried out, in order to know the current state of research describing the importance of soil erosion and the methods and works to combat soil erosion.

Chapter I presents the mechanism, extent and consequences of the soil erosion process.

Chapter II includes the current state of research on preventing and combating soil erosion. Aspects regarding the location of crop rotations, the main anti-erosion measures and works, the anti-erosion arrangement of sloping arable land and the location of agricultural exploitation roads are presented.

The natural setting of the experimental area is presented in Chapter III. The studies were carried out within the "Mircea Motoc" Research and Development Station for Combating Soil Erosion in Perieni. From a structural point of view, the territory of the Perieni Station is located in the Tutova Hills, a subunit of the Barlad Plateau, delimited to the west by the Siret Valley and to the east by the Barlad Valley. In the area where the

research took place, a temperate continental climate of excessive nuance is manifested, with very hot, dry summers and less cold and dry winters. In the area of the Research and Development Station for Combating Soil Erosion "Mircea Motoc" Perieni, the average multiannual precipitation is 487 mm, and the average multiannual temperature is 9.0°C.

The soil in the study area was represented by cambic chernozem, formed on quaternary deposits, having medium texture, loess and loessoid deposits, sands and clays.

Within the perimeter of the Tutova Hills area, two vegetation zones are highlighted, namely: the forest zone and the forest-steppe zone. The forest zone is represented by the beech subzone, the oak-beech subzone, the oak-oak subzone. The forest-steppe zone includes forests of thermophilic species consisting of downy oak and pedunculate oak, but also acacia.

In Part II, which includes 64 pages, the results of research on the methods of water and soil conservation on arable land located on a slope are presented, as well as the influence of crop systems on agricultural production and agrochemical properties of the soil.

In Chapter IV, the purpose and importance of the research, the objectives and activities of the study, the research method used are presented.

In order to achieve the proposed purpose and objectives, the experience regarding standard plots for leakage control organized within the Research and Development Station for Combating Soil Erosion "Mircea Motoc" Perieni was studied.

The study activities were materialized through the losses of water, soil and fertilizing elements produced by torrential rains at standard plots for leakage control.

The leakage collection system on these plots allows the retention of the volume of water and soil in covered basins in order to avoid errors in the assessment of the volume of water leaked. Each plot is equipped with 3 collection basins of 1000 liters, 500 liters and 200 liters, the first basins being equipped with a 1:5 reduction device of the volume of water leaked. The plots are worked in a conventional system, being cultivated with: corn, wheat, sunflower, peas, perennial grasses year 4 and 5 (*bromus inermis*), seed mixture year 1 (golomate 30%, trefoil 25%, fescue 30%, ryegrass 15%), respecting the principle of crop rotation.

In general, the agricultural study period 2022-2024 presents an uneven evolution of precipitation compared to the reference period, this fact is noticeable both at a monthly and multi-annual level.

From the point of view of rainfall extremes, the year 2022 stands out where a deficit of -191.2 mm was recorded compared to the multi-annual average, and the year 2024 is distinguished by a surplus of precipitation of 20.1 mm compared to the average. The longest period in which no precipitation was recorded was in September, October of 2023 (28 - 29

days) and February of 2024 (27 days) and the month in which the most days with precipitation were recorded was April of 2023 (13 days).

Chapter V presents the results of research on methods of water and soil conservation on arable land located on a slope.

The torrential downpours that caused leaks during the study period were analyzed at the standard plots for leak control at the "Mircea Motoc" Research and Development Station for Combating Soil Erosion in Perieni and a retrospective was made as follows: 6 downpours were below 20 mm, 7 downpours were between 20-40 mm, 1 downpour between 40-50 mm and 1 downpour over 50 mm. The smallest torrential downpour was 7.5 mm in July 2024, and the largest was 98.0 mm in September also in 2024. The year 2023 was atypical with only 1 downpour of 38.4 mm in August, which caused leaks in almost all agricultural crops studied.

In the study years 2022-2024, the largest amounts of eroded soil were recorded in the field (land ready for sowing) of 10.484 t/ha at a downpour of 49.0 mm in 2024 on 13.06.2024+14.06.2024, because the field is the most vulnerable to the erosion process.

Determinations were made on the loss of humus from the soil under the main agricultural crops in three sections of each cultivated plot. In section A-upstream plot, the soil humus content had the highest values in the corn crop between 3.80-3.96% indicating an average soil humus supply state, and the lowest amounts of humus were recorded in the pea crop of 1.93-1.97% presenting a poor soil supply state. In section B-middle plot, the highest soil humus content was recorded in the sunflower crop with values between 3.51% and 3.82% indicating an average soil humus supply state, and at the opposite pole with a low content is the permanent black field with values between 2.10% and 2.14% also representing an average soil humus supply state. In the case of section C-downstream plot, the highest soil humus content was recorded in the seed mixture year 1 (golomate 30%, trefoil 25%, fescue 30%, ryegrass 15%), with values between 3.72% and 3.94% indicating an average state of soil supply with humus, and the lowest content is in the permanent black field with values between 1.87% and 2.05% also representing an average state of soil supply with humus.

In order to establish the changes that erosion produces on the chemical properties of the soil in agricultural crops in the area of the Research and Development Station for Combating Soil Erosion "Mircea Motoc" Perieni, analyses were carried out on the nitrogen content in the soil in the agricultural crops studied.

The dynamics of nitrogen content in the soil showed that in plots sown with peas and seed mixture year 1 (golomate 30%, trefoil 25%, fescue 30%, ryegrass 15%), there is an increase in the amount of nitrogen in the soil in the upstream-downstream direction due to the displacement of fertile soil from upstream to downstream under the influence of liquid

and solid runoff. In plots sown with wheat, sunflower, corn, peas (area of 150 sq m), unfertilized wheat and unfertilized corn, a significant decrease in nitrogen content in the soil was observed starting from the upstream section, followed by a stabilization of the nitrogen content around 0.183%, followed by a decrease in nitrogen content towards the downstream of the plot of 0.145%.

In Chapter VI, the results of research on the influence of cropping systems on agricultural production and soil agrochemical properties are presented. The soil moisture regime was monitored at each stage of vegetation (sowing, emergence, flowering, harvesting) of the crops at a depth of 0-30 cm, 0-70 cm and 0-100 cm on a cambic chernozem soil. In all the crops analyzed (peas, wheat, sunflower, corn, seed mixture, unfertilized wheat and unfertilized corn), a progressive decrease in soil moisture is observed as the plants progress from emergence to flowering and harvest. The highest soil moisture values are recorded at the emergence stage, and the lowest values are observed at harvest. The differences are more pronounced at a depth of 0-30 cm, where evaporation and water consumption by the roots are more intense.

Differences were made regarding soil moisture between fertilized and unfertilized crops, and it was found that unfertilized wheat and corn have lower soil moisture compared to their fertilized versions, which suggests that fertilization improves root development and increases water use efficiency. In the case of unfertilized wheat, the difference is less pronounced, but in unfertilized corn the decrease in soil moisture is faster.

Also, comparisons of soil moisture between depths were made and the following were noted: the superficial layer (0-30 cm) loses water the fastest, which confirms that evaporation and water consumption by the roots are more intense in this area, the depth of 0-70 cm reflects a more balanced consumption, and the differences between crops become more visible at this depth, the layer of 0-100 cm maintains the largest water reserves, and the decrease in humidity is slower, which indicates that the roots progressively extract water from the depth.

The evolution of the content of soil fertilizing elements (humus, nitrogen) was studied after a long period of 24 years, on three sections (upstream, middle, downstream) at two depths 0-10 cm and 10-20 cm for wheat, corn and permanent black field. For this purpose, comparisons were made between the values obtained in 2024 with the values obtained from the research carried out by Filiche E. in 2000. In the upstream section, on the two depths (0-10 cm and 10-20 cm), negative differences were observed between 2000 and 2024 for wheat, corn and black field. The differences in humus and nitrogen content in the soil were due to surface liquid runoff that brings with them significant quantities of fertilizing elements. In the downstream section, the humus content of the soil had positive differences between the values in 2000 and 2024 for all crops but also for permanent black field. These

positive differences are explained by the fact that part of the humus moves downstream of the plot with the sediments and accumulates in areas with a lower slope.

The doctoral thesis concludes with the conclusions resulting from the studies carried out, but also with the recommendations considered necessary regarding the existing situation, regarding the conservation of soil and water resources.

PARTEA I
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

FIRST PART
THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE

1. MECANISMUL, AMPLOAREA ȘI CONSECINȚELE PROCESULUI DE EROZIUNE A SOLULUI

1. *MECHANISM, SCOPE AND CONSEQUENCES OF THE SOIL EROSION PROCESS*

1.1. Mecanismul, amploarea și consecințele procesului de eroziune a solului

Eroziunea este fenomenul de natură mecanică ce se manifestă la suprafața scoarței terestre și se caracterizează prin trei faze: desprinderea (detașarea) particulelor de sol, transportul și depunerea sedimentelor în alte locuri. Eroziunea este un proces natural, care afectează în timp suprafețele înclinate și atunci specialiștii au introdus termenii de eroziune naturală sau geologică în timp ce eroziunea declanșată prin activități antropice este denumită eroziune accelerată sau antropică.

Pe plan mondial, eroziunea reprezintă una dintre cele mai mari probleme ale omenirii, vitale pentru progresul și stabilitatea sa economică, dar și pentru mediul înconjurător. Din totalul de rezerve de sol fertil al Terrei (aproximativ 350 miliarde de tone) se erodează anual 2,32 miliarde de tone; în acest ritm rezerva de sol putându-se epuiza în aproximativ 150 de ani (Bialli G., 1998).

Criteriul principal de clasificare a eroziunii hidrice constă în efectul eroziunii asupra configurației terenului. Din acest punct de vedere se deosebesc două forme de eroziune și anume eroziunea de suprafață și eroziunea de adâncime.

Apa provenită precipitații în acțiunea sa dinamică îndepărtează, treptat, în cantități variabile, stratul superior de sol de pe terenurile înclinate, încât, sub influența timpului, se ajunge până la îndepărtarea totală a stratului de sol fertil și eliminarea de la suprafață a orizonturilor nefertile, mergând până la roca mamă.

Această formă de manifestare poartă denumirea de eroziune de suprafață. Această formă de eroziune, este extrem de dăunătoare fiind greu de sesizat, conduce la pierderea orizontului de humus și a elementelor fertilizante sau a pesticidelor administrate. Scurgerile sunt peliculare la început, apoi se concentrează într-o rețea de șuvițe de apă adânci de 1-2 cm, se unesc apoi formează șiroaie de 3-5 cm adâncime, care se unesc la rândul lor pe linia de cea mai mare pantă și formează rigole ce pot ajunge la 20 cm adâncime, predominante atunci când solul este lipsit de vegetație.

Ploile torențiale sunt mai evidente în lunile: mai, iunie, iulie, când provoacă mari daune agriculturii, așezărilor umane, drumurilor, podurilor și căilor ferate. Starea de

eroziune a solului are un rol important în acumularea apei în sol, astfel terenurile în pantă, afectate de eroziune slabă rețin cu 59% - 73% mai multă apă, în funcție de cultură, decât terenurile cu eroziune puternică. Pentru reducerea pierderilor de sol se organizează antierozional teritoriul agricol și se execută lucrări agrotehnice și hidrotehnice pe direcția curbelor de nivel.

Eroziunea de suprafață este o eroziune temporară deoarece utilajele agricole pot trece peste rigolele formate și le pot distruge fie înainte de semănat fie în timpul lucrărilor de întreținere. Această formă de eroziune produce pagube mari pentru că îndepărtează succesiv straturile superioare de sol fertil, iar în timp poate distruge întregul profil de sol.

Eroziunea de suprafață are loc în urma acțiunii picăturilor de ploaie sau scurgerii de suprafață și duce la îndepărtarea materialului dislocat formându-se: șiroirile, rigolele și eroziunea de hardpan.

Șiroirile reprezintă prima formă a eroziunii de suprafață și se formează după ploile torențiale, pe terenuri proaspăt lucrate, având adâncimea de 1-2 cm.

Rigola se formează după ploile torențiale, având adâncimea de 20-25 cm, lungime variabilă și fundul paralel cu suprafața versantului.

În România, rigola formată prin fenomenul de eroziune a fost studiată în diferite regiuni ale României, în special în Podișul Moldovei (Radoane și colab., 2009; Ioniță și colab., 2021; Codru și colab., 2023), în Subcarpații de Curbură (Mircea și colab., 2017).

Moțoc M., 1975 a clasificat ravenele după mai multe criterii și anume:

1. Morfometric ce se referă la dimensiunile ravenelor și la mărimea bazinelor de recepție. După lungimea de întindere a ravenelor se deosebesc: ravene scurte până la 300 m; ravene lungi, între 300 m-1000 m; ravene foarte lungi peste 100 m. După adâncimea la care ajung se disting: ravene adânci de 5-10 m; ravene foarte adânci de peste 10 m.

2. După stadiul de dezvoltare se deosebesc: ravene active în stadiu incipient; ravene active în stadiu evoluat; ravene stabilizate parțial.

3. După criteriul de torențialitate, clasificarea se face în funcție de debitul lichid și solid specific, mediu anual cu asigurare de 10%.

Pentru a evalua susceptibilitatea unei zone la apariția proceselor de eroziune în rigole, metodele GIS sunt utilizate pe scară largă, luând în considerare parametrii de bază ai Ecuației Universale de Pierdere a Solului (USLE) și versiunile adaptate ale acesteia (Martínez-Graña et al., 2007).

Eroziunea de hardpan apare pe o arătură proaspătă efectuată, după o ploaie torențială puternică, ajungând până la talpa plugului, la o adâncime de 20-25 cm și o lățime de 1-3 m (Neamțu, 1996).

Eroziunea de adâncime are loc în urma scurgerii concentrate a apelor pe versanți și duce la îndepărtarea neuniformă a unei cantități mari de sol. La început are loc o

concentrare a scurgerii ce pare a fi neînsemnată dar pe parcurs are tendința de a se dezvolta în continuare, deoarece este destul să se separe o șuviță de apă mai mare, pentru ca prin forța ei sporită de eroziune să se adâncească o rigolă. Dacă ploaia continuă sau se intensifică, șuvoiul de apă se mărește iar albia lui se adâncește și se lățește. Se trece treptat la o rețea de ramnificată de șuvoaie mari, apoi la una tot mai rară, mai adâncă și mai stabilă. Această concentrare a scurgerii pe versanți marchează trecerea de la eroziunea de suprafață la eroziunea de adâncime (Popa, 1977).

Elementele eroziunii de adâncime sunt mai mari și au durată mai lungă de existență față elementele eroziunii de suprafață. Formele eroziunii în adâncime pot fi independente sau pot evolua pe rețeaua hidrografică rezultată prin eroziunea naturală, anihilată în trecut prin protecția exercitată vegetației.

Eroziunea în adâncime include: rigola, ogașul și ravena, precum și torenții, ce au drept consecințe, eroziunea și îndepărtarea solului și dezechilibrarea versanților. Astfel, terenurile își pierd productivitatea atât din punct de vedere agricol cât și silvic. Eroziunea în adâncime și alunecările de teren contribuie cu cel puțin 50% din eroziunea totală, în timp ce eroziunea de suprafață și alunecările de teren au cea mai mare contribuție.

Ogașele sunt șanțuri cu trasee neregulate, orientate pe direcția deal-vale, evolute din rigole. Au lungimea diferită și adâncimea cuprinsă 3-5 m. Secțiunea transversală a unui ogaș este în formă de “V” și linia de fund are traseul aproape paralel cu suprafața versantului.

Ravenele provin dezvoltarea ogașelor în lungime, lățime și adâncime. Adâncimea unei ravene poate depăși 2-3 m, lățimea poate atinge uneori 100 m iar lungimea variază de la câteva zeci de metri la câțiva kilometri.

Degradarea solului este un proces străvechi, care a apărut odată cu practicarea agriculturii, dar extinderea ei și impactul asupra mediului ambiant sunt, în prezent alarmante. Efectele se resimt în diminuarea capacității de producție a ecosistemelor, în modificarea climatului global și a mediului în general, în deteriorarea bazei de existență a omenirii și a resurselor ei de hrană, în sublimarea dezvoltării economice în ansamblul ei (UNEP,1982).

Consecințele procesului de eroziune pot fi directe (pierderi de recoltă, inundații, colmatări) și indirecte prin mutarea pășunatului în păduri, ducând la degradarea acestora ca urmare a micșorării capacității de producție a pășunilor și retragerea regimului de scurgere a apei pe terenurile în pantă, care sustrage vegetației apa necesară, mărește debitul râurilor, provoacă inundații, distruge și transportă solul fertil erodat. Gravitatea fenomenului de eroziune și torențialitatea este îngrijorătoare nu numai prin marea răspândire a acestora și pagubele pe care le cauzează, dar și prin amenințarea mereu ridicată, prin dezvoltarea lor progresivă.

Printre consecințele procesului de eroziune a solului se numără:

1. Modificarea însușirilor chimice ale solurilor erodate

Consecința principală a procesului de eroziune este modificarea însușirilor solului. Eroziunea afectează atât proprietățile fizice, chimice cât și pe cele biologice ale solului.

Dintre proprietățile fizice, structura suferă transformările cele mai importante mai ales în ce privește stabilitatea hidrică a agregatelor, care se reduce cu atât mai mult cu cât solurile sunt mai puternic erodate.

Eroziunea provoacă modificarea texturii orizontului arabil deoarece prin acest proces sunt dislocate și transportate particulele fine ale fazei solide ale solului. Textura nu se schimbă nu numai datorită trierii materialului ci și pentru că prin eroziune ajung la suprafață orizonturile inferioare care au, de cele mai multe ori, alcătuirea granulometrică diferită și mai puțin favorabilă plantelor decât ce a orizontului de humus (Moțoc și colab., 1975).

Cercetările de la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului „Mircea Moțoc” Perieni scot în evidență faptul că în cazul unei stări avansate de eroziune, conținutul de argilă în stratul de la suprafață (0-20 cm adâncime), se reduce față de solul neerodat, în medie cu 17% la solul de tip cernoziom cambic, 34% la solul de tip brun mezobazic și cu 20% la solul cenușiu închis iar valorile densității aparente cresc cu 7% până la 30%.

Pe măsură ce eroziunea avansează, cantitatea de apă accesibilă plantelor se micșorează. S-a constatat, că la cernoziomul cambic puternic erodat din Podișul Bârladului, capacitatea de apă utilă, pe adâncimea 0-100 cm, s-a redus cu circa 800 m³/ha, reprezentând 40% din capacitatea solului neerodat (Popa și colab., 1984).

Tabelul 1.1/Table 1.1

Pierderile medii anuale de elemente fertilizante ale solului datorate eroziunii (Popa A., 1977)

Average annual losses of soil fertilizing elements due to erosion (Popa A., 1977)

Cultura	Panta terenului 16%			Panta terenului 24%		
	Principalele elemente spălate, kg/ha					
	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O ₅	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O ₅
Ierburi perene, anul II	17,0	0,5	0,38	36,5	1,0	0,75
Grâu de toamnă	129,0	4,0	2,90	300,0	8,0	6,05
Mazăre	224,5	7,2	4,95	510,0	11,2	8,45
Porumb boabe	985,0	32,5	22,7	1560,0	55,3	43,0

Din datele tabelului 1.1 se poate observa că pe terenul cu pantă de 16% de la sola înierbată se pierde în medie 17 kg/ha humus, 0,5 kg/ha P_2O_5 și 0,38 K_2O_5 kg/ha, la culturile de grâu, mazăre și porumb pierderile sunt de peste 7,5, 13 și 57 ori mai mare, la humus, de 8, 14 și la fosfor 65 ori la fosfor mobil (P_2O_5) și de peste 7, 12 și 53 ori mai mari la potasiu mobil (K_2O_5). Pe terenurile cu pantă de 24% aceste pierderi sunt duble.

2. Deteriorarea proprietăților fizice și a regimului hidrologic al solului

Eroziunea produsă de apă afectează nu numai însușirile chimice ale solului ci și pe cele fizice. Pierderea an de an din orizonturile de la suprafața solului face să apară orizonturi noi cu însușiri fizice și hidrofizice modificate, necorespunzătoare vieții plantelor. Acțiunea, în timp, a eroziunii afectează mai întâi textura orizonturilor superioare care, de la argilo-nisipoase (AN) în orizontul Am, a evoluat la o textură luto-argiloasă (LA) în orizontul AC ajuns la suprafață.

Deteriorări mari suferă și structura solului, care, sub acțiunea agresivă a picăturilor de ploaie, în cădere, lovesc agregatele de sol structurale, aflate la suprafața terenului, împrăștiind materialul dislocat la distanțe diferite de locul impactului, favorizând astfel eroziunea și micșorând, în acest mod stabilitatea hidrică a agregatelor de sol, deci a structurii solului. Efectele imediate ale acestor acțiuni distinctive sunt micșorarea gradului de afânare a solului și mărirea densității aparente a solului (tabelul 1.2).

Tabelul 1.2/Table 1.2

Influența eroziunii asupra densității aparente (g/cm^3) pe două tipuri de sol din Podișul Bârladului (Neamțu, 1996)

The influence of erosion on the apparent density (g/cm^3) on two soil types from the Barlad Plateau (Neamtu, 1996)

Cultura	Adâncimea (cm)	Cernoziom cambic		Cenușiu de pădure	
		Eroziune:		Eroziune:	
		slabă	puternică	slabă	puternică
Grâu de toamnă	0-20	1,22	1,31	1,24	1,33
Grâu de toamnă	20-50	1,38	1,41	1,43	1,47
Arătură de toamnă (25 cm)	0-20	1,18	1,26	1,21	1,30
Arătură de toamnă	20-50	1,36	1,39	1,44	1,46

3. Micșorarea producției agricole

Consecința cea mai gravă a procesului de eroziune produsă de apă este reducerea potențialului productiv al solului și prin urmare scăderea producției culturilor agricole cu atât mai mult cu cât eroziunea este mai avansată.

În România, primul care a atras atenția asupra pagubelor ce le provoacă eroziunea agriculturii, a fost marele agronom Gh. Ionescu-Șisești în lucrarea sa “Fenomenul de distrugere și reconstituire a solului”.

În Câmpia Transilvaniei, Iurașcu C. a evidențiat faptul că, în medie pe patru ani, diferențele de producție obținute pe solurile afectate puternic de eroziune sunt cu: 1220 kg/ha la grâu, la porumb cu 2780 kg/ha, 1290 kg/ha la fasole și la orz cu 1370 kg/ha, mai mici în comparație cu solurile neerodate. După înființarea, în cadrul Academiei Agricole (I.C.A.R), a primului laborator de combatere a eroziunii solului, cercetările procesului de eroziune din țară au luat amploare prin aportul deosebit adus de M. Moțoc, F. Trășulescu, P. Stănescu. Odată cu înființarea Stațiunii de Cercetări pentru Combaterea Eroziunii Solului de la Perieni (1954), cercetările s-au amplificat, atât din punct de vedere teoretic, cât și practic, prin elaborarea complexului de măsuri antierozionale și aplicarea lui integrală, mai întâi pe teritoriul Stațiunii Perieni și apoi pe alte unități agricole din zonele colinare ale țării.

Din cercetările lui Popa G. și Popa A. (1976), efectuate la șapte culturi experimentale pe un sol de tip cernoziom cambic de la Stațiunea Perieni, afectat de eroziunea moderată și puternică, se poate evidenția influența nefastă a solului puternic erodat asupra producției acestor culturi.

4. Distrugerea sau avariarea căilor de comunicație și a obiectivelor economice și sociale

Din cantitatea anuală de precipitații ce cad în zonele colinare, peste 60% sunt distribuite în perioada de vegetație a culturilor și au un pronunțat caracter torențial. Manifestările de torențialitate ale ploilor sunt mai evidente în lunile mai, iunie, iulie când provoacă, în unii ani mai pierderi agriculturii și unităților economice. Dacă ne amintim de ploile din perioada 23 mai-13 iunie 1970 care au provocat mari inundații prin revărsarea apelor Mureșului, Oltului superior, Crișurilor, Dunării și Someșului, care au afectat foarte multe unități agricole, sate, orașe, uzine, fabrici, poduri, drumuri și căi ferate. Făcându-se o evaluare valorică a pierderilor cauzate de inundațiile din 1970, când au fost afectate peste 1500 de localități cu 65000 de case inundate, din care 45000 de case dărmate, fără a mai lua în calcul valoarea solului pierdut datorită eroziunii, sol care niciodată nu se va mai putea întoarce la locul de unde a fost dislocat (Giurcăneanu, 1987).

5. Deteriorarea regimului apelor de suprafață și subterane

Pe terenurile erodate bilanțul apei este modificat. Apa care înainte de declanșarea eroziunii, pe terenurile neerodate se infiltrează în sol, unde era înmagazinată și apoi pusă la dispoziția plantelor. După erodarea solului cea mai mare parte din apă se scurge la

suprafața solului, dislocând și transportând materialele erodate care acoperă culturile sau solurile fertile din luncile râurilor sau colmatează iazurile și lacurile de acumulare. Se reduce astfel posibilitatea de alimentare continuă cu debite uniforme a cursurilor de apă, care primesc în schimb cantități mari de apă încărcată cu material solid în timpul viiturilor. Se modifică astfel caracterul hidrologic al râurilor, accentuându-se permanent caracterul torențial.

1.1.1. Eroziunea prin picături

Picăturile de ploaie cad din aer intră în coliziune cu particulele de sol la suprafață cu o anumită viteză sub acțiunea gravitației. Unele particule de sol sunt separate de sol și devin particule libere, ceea ce favorizează formarea și curgerea scurgerii de suprafață. În același timp, procesul furnizează particule abundente libere pentru transportul ulterior al scurgerii (Wuddivira, M.N. și colab., 2009, Fernández–Raga M., și colab. 2017). În plus, solul transportă particulele de sol, ducând la reducerea sau blocarea porilor pe suprafața solului și diminuarea permeabilității solului datorită formării crustei de sol (Ramos, M.C. și colab., 2003, Lado, M. și colab., 2004).

Distrugerea agregatelor de la suprafața solului are loc prin: impactul picăturilor, explozia agregatelor și dispersia liantului dintre particule.

a) Picăturile de ploaie pot avea dimensiuni cuprinse între 0,2 mm și 6,0 mm, iar viteza de cădere se situează în jurul valorii de 9 m/s. La coliziunea cu solul dezgolit și uscat, acestea se sparg și creează o presiune locală foarte intensă ce desprinde o cantitate de sol. În preajma locului de impact al picăturii se produce micronutrienți cu viteze foarte mari ce antrenează particulele de sol.

După umezirea solului, la suprafață s-a format o peliculă de apă, la căderea unei picături de ploaie, distruge acest strat umed iar stropii împrăștiați antrenează particulele de sol, pe distanțe ce sunt dependente de energia picăturilor de ploaie și de panta terenului. Picăturile mai mari de ploaie pot proiecta fragmentele mai mici de sol până la înălțimea de 1 m și la distanța de 0,8 m față de locul impactului (Popa și colab., 2005).

b) După ce s-a umezit solul, intervine explozia agregatelor și anume fărâmițarea bruscă a acestora și blocarea aerului în spațiul capilar din stratul superficial de sol. După ce ploaia se oprește, stratul aferent uniform ce conține o aglomerare de bule de aer, se usucă și se schimbă într-o crustă subțire, aspră și impermeabilă care blochează circulația aerului și a apei sub formă de vapori, dintre sol și atmosferă.

c) O altă modalitate de distrugere a agregatelor solului este dizolvarea și îndepărtarea liantului dintre particule sub acțiunea apei provenite din precipitații.

Cele trei moduri de distrugere a agregatelor de suprafața solului acționează împreună, influențându-se reciproc.

1.1.2. Eroziunea prin scurgere

Eroziunea de suprafață presupune îndepărtarea unui strat de sol, destul de uniform, de la suprafața pofilelor de sol, prin intermediul scurgerii apei în pânză continuă și/ prin șiroire.

În zona bazinului Bârladului, rolul cel mai important în apariția și desfășurarea eroziunii solului îl joacă prezența reliefului colinar-deluros, agresivitatea climatică, gradul de acoperire cu vegetație și modul de exploatare a terenurilor



Fig. 1.1 Eroziunea de suprafață după o ploaie torențială la data de 5 septembrie 2007 pe versantul stâng al Văii Țărnii, Perieni (Popa, 2007)

Fig 1.1 Surface erosion after a torrential rain on September 5, 2007 on the left slope of the Țărnii Valley, Perieni (Popa, 2007)

Eroziunea de suprafață are implicații și în rapiditatea cu care plantele de cultură se dezvoltă sau ajung la maturitate. Pe versanții unde eroziunea este foarte puternică, solul își modifică parțial proprietățile necesare dezvoltării normale a plantelor, încât ritmul de creștere al acestora este diferit în raport cu terenurile neerodate.

Intensitatea cea mai ridicată a eroziunii de suprafață apare pe terenurile mai puternic înclinate, cultivate cu prășitoare, în mod tradițional pe direcția deal-vale. Ca exemple concludente menționez arealul cu eroziune pe versantul stâng al bazinului hidrografic Valea Țărnii, Perieni. Bazinul are orientare în direcția NV-SE, are versanți uniformi și prelungi, cu pante moderate; versantului drept are o lungime mare și panta terenului care nu depășește 13%, face ca riscul erozional să fie foarte ridicat.

1.2. Factorii favorizanți și determinanți ai eroziunii solului

Principalii factori favorizanți ai eroziunii sunt: roca solului, tipul de sol, relieful, vegetația.

Principala trăsătură a învelișului de sol din Colinele Tutovei o constituie structura zonal etajată condiționată de etajarea principalilor factori pedo-genetice (relief, climă și vegetație).

Se disting astfel două mari zone (etaje) de sol care se armonizează la două clase distincte (argiluvisoluri și molisoluri): zona solurilor argilo-iluviale corespunzătoare zonei forestiere din partea central nordică a bazinului Tutovei și zona solurilor molice (cernoziomice), concordantă stepei și silvostepi sarmatopontice din partea mai joasă, sudică a acestuia.

Pe teritoriul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului “Mircea Moșoc” Perieni, predomină solurile cenușii de pădure și cernoziomurile levigate.

Solul cenușiu de pădure are o fertilitate ridicată pentru plantații pomivitice și mai scăzută pentru culturile de câmp. De aceea pe terenurile arabile sunt necesare îngrășămintele organice și minerale precum și o atenție sporită la prevenirea și combaterea eroziunii solului.

Cernoziomurile levigate (argilo-iluviale și cambice) sunt dezvoltate pe culmile mai joase și pe versanții din partea sudică a bazinului inferior al Tutovei, unde s-au format în condiții tipice de silvostepă (temperaturi în jur de 10⁰ C, precipitații în jur de 290-450 mm).

1.2.1. Relieful

Relieful, prin tipul și caracteristicile morfometrice ale versanților, influențează eroziunea prin: panta, lungimea și forma versantului.

Panta, lungimea și forma versanților influențează viteza de scurgere a apei, amplifică energia cinetică și astfel crește capacitatea de erodare a solului de către apa care se scurge pe fețele versanților.

Panta versantului. Din formula vitezei lui Chezy ($V \propto \sqrt{RI}$), rezultă că la o creștere a pantei de 4 ori, viteza apei se dublează iar energia cinetică a curentului se majorează de 4 ori. Datele experimentale au arătat că pe un teren cultivat cu porumb, la o creștere a pantei de 3 ori, de la 6% la 18%, la aceeași intensitate a ploii de 2 mm/min, cantitate de sol erodat a crescut de 5,7 ori.

Versanții contribuie la intensificarea sau reducerea eroziunii solului prin:

a) Forma fiecărui versant este importantă deoarece ea ne indică în ce zonă a acesteia eroziunea se manifestă mai intens, pentru a întocmi, a diferenția măsurile de combatere cele mai bune. Pe versanții cu profil drept, scurgerea apei se grăbește din amonte spre aval încărcându-se cu material solid (cu sol) care este depus la baza acestora. Prin urmare, dacă nu se i-au măsuri, apar forme ale eroziunii în adâncime (ogașe, ravene).

b) Înclinarea versantului este unghiul sub care se găsește această față de orizontala terenului, exprimat în grade sau procente, când diferența de nivel între două puncta se compară cu cea orizontală, raportată la 100 m și având ca etalon procentual unghiul de $45^{\circ}=100\%$

Cunoașterea mărimii pantei terenurilor este necesară pentru a aplica măsurile de combatere a eroziunii solului dar și pentru stabilirea modului de folosință și agrotehnicii antierozionale corespunzătoare fiecărei culturi agricole.

c) Lungimea versantului influențează atât viteza cât și debitul cu care se scurge apa, aceste elemente hidraulice ale scurgerii cresc din zona amonte către baza versantului și astfel crește și forța de eroziune a apei. Ea este distanța ce separă cumpăna apelor de baza versantului iar în funcție de mărimea acesteia de diferențiază:

- versanți scurți cu lungime medie de până la 200 m;
- versanți cu lungime medie de 200-400 m;
- versanți cu lungime mare de 400-500 m;
- versanți cu lungime foarte mare de 600-800 m;
- versanți cu lungime extrem de mare peste 800 m.

Diminuarea vitezei de scurgere a apei pe versant și evitarea concentrării ei trebuie să constituie preocuparea tuturor proprietarilor de terenuri agricole situate în pantă (Neamțu, 1996).

d) Suprafața versantului are un rol important în declanșarea procesului de eroziune prin forma și mărimea sa. Mărimea suprafeței unui versant este esențială în abordarea soluțiilor ce se vor stabili pentru conservarea acestor terenuri.

e) Expoziția versantului. Versanții însoriți, cu expoziție S și SV, datorită condițiilor mai puțin favorabile de dezvoltare a vegetației, a unui conținut mai redus de materie organică, de umiditate, sunt mai expuși fenomenului de eroziune. Agregatele mai uscate au o coeziune mai slabă, fiind mai ușor dislocate. Pe de altă parte, dezghețul și topirea zăpezilor se fac într-un timp mai scurt pe versanți sudici, constituind alte elemente care accentuează eroziunea (Neamțu, 1996).

1.2.2. Vegetația

Vegetația ierboasă sau lemnoasă este factorul cel mai important de protecție și conservare a solului pe terenurile în pantă. Efectul antierozional al vegetației lemnoase, reprezentate de păduri se datorează mai întâi speciilor de arbori ce o alcătuiesc, masei voluminoase și aparatului foliar care, are o suprafață foarte mare de interceptare și amortizare a șocurilor provocate de căderea picăturilor de ploaie. Ramurile și frunzele arborilor rețin și ele o cantitate însemnată din apa precipitațiilor care cad, iar restul de apă nu cade direct pe suprafața solului, ci pe un strat intermediar dintre ramurile căzute și frunze, aflate în diferite stadii de descompunere, strat denumit litieră, care servește ca un tampon amortizor în calea picăturilor de ploaie.

Acest strat denumit litieră a pădurilor absoarbe și reține, ca un burete, o mare cantitate din apa provenită din precipitații, apă care o cedează treptat solului. În acest mod capacitatea de infiltrare a apei în pădure este cea mai mare, iar scurgerea de apă și sol este foarte mică cu toate că regimul precipitațiilor este bogat. Pădurea, are un rol esențial de regulator hidrologic natural în circuitul apei pe litosferă și în menținerea echilibrului ecologic specific fiecărei zone, unde pădurea constituie componentul principal.

Un rol important în diminuarea efectelor distructive ale procesului de eroziune îl are vegetația ierboasă, naturală sau cultivată. Vegetația ierboasă formată din pășuni și fânețe naturale, constituie un tampon în calea loviturilor date de picăturile de ploaie, cu precădere a celor torențiale, ce au o frecvență mult mai mare în zonele lipsite de păduri. Efectul antierozional al ierburilor, mai ales a celor perene, este dat de densitatea mare a plantelor pe unitatea de suprafață (ha), de suprafața foliară foarte bogată a acestora care interceptează și anihilează loviturile picăturilor de ploaie.

Picăturile de ploaie nu mai cad direct pe suprafața solului, distrugându-i agregatele structurale și împiedicând astfel formarea suspensiei care astupă porii solului și micșorează capacitatea de infiltrare. Atenuând viteza de scurgere a apei, aceasta se va infiltra pe lângă masa foarte bogată de rădăcini ale ierburilor, care funcționează ca niște drenuri și va pătrunde în adâncime alimentând profilul de sol cu apă, care o păstrează și o pune la dispoziția plantelor în timpul perioadei de vegetație, rezervă extrem de utilă în momentul apariției perioadei de secetă (Neamțu, 1996).

Sistemul radicular fasciculant al gramineelor perene, exercită o presiune puternică asupra particulelor de sol contribuind la formarea structurii granulare, mărind în acest fel porozitatea și activitatea biologică a solului, având efecte benefice asupra creșterii și dezvoltării vegetației la parametrii normali dar și în mod indirect ajută la oprirea scurgerilor de apă și sol, deci diminuează procesul de eroziune.

În funcție de nivelul de protecție care îl oferă solului, plantele se clasifică astfel:

1. Plante foarte bune protectoare-graminee și leguminoase perene (bromus, lucernă, ghizdei);
2. Plante bune protectoare-cereale păioase (grâu, ovăz, orz, mei, iarbă de sudan);
3. Plante mediu protectoare-leguminoase anuale (mazăre, mazărice, soia, lupin, fasole);
4. Plante slab protectoare-culturi prășitoare (porumb, floarea-soarelui, cartofi, sfeclă de zahăr, dovlecei, viță de vie).

Printre factorii favorizanți ai eroziunii solului se numără: precipitațiile și activitățile omului. Acești factori sunt prezentați în continuare.

1.2.3. Precipitațiile

Din perspectiva aspectului climatic, cel mai expresiv aspect îl constituie precipitațiile. Acestea au o repartiție variabilă în timp cât și în spațiu.

Regimul pluvial prezintă o importanță deosebită, deoarece caracterul torențial al ploii depinde în cea mai mare măsură volumul scurgerilor lichide și al eroziunii dar și nivelul pierderilor de elemente fertilizante.

Cele mai importante elemente ale precipitațiilor sunt: repartiția și intensitatea, cantitatea, componente care au un rol important în creșterea și dezvoltarea plantelor, precum și în intensificarea sau reducerea procesului de eroziune.

a) Suma precipitațiilor este indicatorul cantitativ, variabil fiecărei zone, dovedind abundența, normalitatea sau lipsa acestora într-o anumită zonă

b) Media multianuală a precipitațiilor

Studiul s-a efectuat în subbazinul superior Valea Țării situat în Colinele Tutovei, județul Vaslui.

În momentul de față, perimetrul se află în continuă perfecționare și este reprezentativ în zonă pentru efectuarea cercetărilor, în vederea îmbunătățirii metodelor de conservare a solului pe terenurile agricole în pantă.

c) Intensitatea ploilor

Intensitatea ploilor constituie factorul dinamic cel mai important în procesul de eroziune a solului. Ea reprezintă raportul între cantitatea de apă căzută la producerea unei ploi și durata ploii. Intensitatea ploii se exprimă, de regulă, în mm/minut.

$$I = \frac{H}{t}$$

în care:

I - este intensitatea ploii, în mm/minut;

H - cantitatea de apă la ploia considerată, în mm grosime strat de apă;

t - durata ploii, în minute.

Cantitatea totală de precipitații se distinge printr-o mare variabilitate în spațiu, adică pot exista deosebiri între stațiile meteorologice și hidrologice învecinate, din cauză că precipitațiile nu cad în mod egal, mai cu seamă în cazul averselor de ploaie și ninsoare.

Ploile torențiale au două particularități:

- cu cât durata ploii este mai mare cu atât intensitatea este mai redusă;
- ploile torențiale de mare intensitate nu acoperă decât o suprafață foarte redusă a bazinului de recepție, cel mult de ordinul zecilor de km.

Tabelul 1.3/Table 1.3

Repartiția precipitațiilor și a intensității din anul 2019 până în anul 2021

Precipitation distribution and intensity from 2019 to 2021

Anul	Data	Precipitații (mm)	Durata (min)	Intensitate (mm/min)
2019	7 mai	21,3	240	0,08
	18 mai	12,4	60	0,20
	1 iunie	30,0	360	0,08
	3 iunie	34,9	360	0,09
	14 iunie	18,0	120	0,15
	9 august	18,2	120	0,15
	27 septembrie	57,0	1440	0,03
2020	3 mai	39,0	720	0,05
	21 mai	12,0	60	0,02
	16 iunie	39,9	360	0,11
	19 iunie	22,0	240	0,09
	22 iunie	12,0	45	0,26
	31 iulie	11,0	45	0,24
	29 septembrie	17,0	120	0,14
	8 octombrie	18,0	120	0,15
	18 iunie	11,6	60	0,19

2021	20 iunie	12,6	60	0,21
	4 august	22,0	240	0,09
	6 august	35,3	360	0,09
	26 august	14,6	120	0,12

În funcție de poziția nucleului torențial din timpul ploilor, care are o contribuție determinantă asupra volumului scurgerilor de apă și sol pe versanți, se deosebesc mai multe tipuri:

Tipul A-ploile au o intensitate uniformă pe toată durata ploii;

Tipul B-ploile cu nucleu torențial la începutul ei;

Tipul C-poziția nucleului torențial este situat la mijlocul ploii;

Tipul D-poziția nucleului torențial este situat la sfârșitul ploii;

Tipul E-existența a două nuclee torențiale pe durata unei ploii.

Din datele tabelului 1.7, se poate observa că cea mai mare ploaie a fost de 57 mm având o durată de 1440 minute, înregistrându-se pe 27 septembrie 2019, iar cea mai mică ploaie a fost de 11 mm timp de 45 minute pe data de 31 iulie 2020.

Intensitatea maximă a ploilor din anul 2019 este spre sfârșitul ploii, ceea duce la o ploaie de tip D.

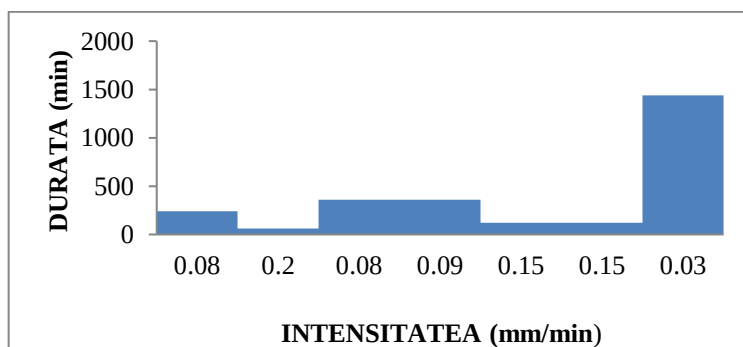


Fig. 1.2. Tipuri de ploi torențiale după repartitia nucleului de intensitate maximă în anul 2019

Fig. 1.2. Types of torrential rains according to the distribution of the maximum intensity core in 2019

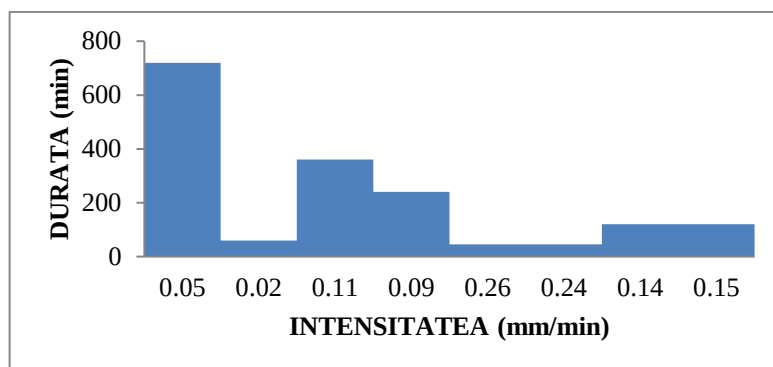


Fig. 1.3. Tipuri de ploi torențiale după repartitia nucleului de intensitate maximă în anul 2020
 Fig. 1.3. Types of torrential rains according to the distribution of the maximum intensity core in 2020

Privind asupra reprezentării grafice de mai sus putem observa că ploile au o intensitate maximă la început, fiind caracteristică tipului B.

Din reprezentarea grafică (fig 1.4), reiese că ploile din anul 2021 sunt de tipul C caracterizate prin nucleu cu intensitate maxima la mijlocul aversei.

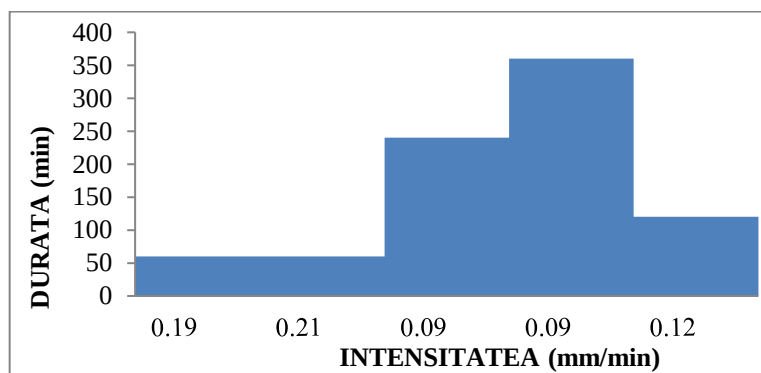


Fig. 1.4. Tipuri de ploi torențiale după repartitia nucleului de intensitate maximă în anul 2021
 Fig. 14. Types of torrential rains according to the distribution of the maximum intensity core in 2021

1.2.4. Activitățile omului

Omul intervine atât în sens favorabil cât și nefavorabil prin modificarea covorului vegetal și a proprietăților orizontului de la suprafața solului.

O influență pozitivă importantă este utilizarea rațională a îngășămintelor, care prin intermediul covorului vegetal ameliorează condițiile de infiltrație. De asemenea, lucrările de afânare profundă a solului au o influență pozitivă pe unele soluri, însă de scurtă durată.

Ca și efecte negative ale activității omului menționez pășunatul nerațional care contribuie la degradarea covorului vegetal și la tasarea solului, gospodărirea nerațională a pădurilor și formarea pe terenurile lucrate a harpanului din cauza traficului intens a utilajelor agricole. Pe lângă pășunatul excesiv, trasarea greșită a rețelei de drumuri și a lungimii soarel pe direcția deal-vale contribuie la declanșarea și accentuarea eroziunii solului. De aceea, multe drumuri din zona de deal s-au transformat în ogașe sau ravene. Amplasarea soarel pe direcția deal-vale îi obligă pe proprietarii terenurilor să efectueze toate lucrările agricole, de la arat până la recoltat, pe aceeași direcție, cu efecte negative asupra solului, favorizând procesul de eroziune (Olaru, 2008).

Organizația Internațională pentru Agricultură și Resurse Alimentare (FAO) peste 70% din resursele de sol ale planetei sunt terenuri slab productive (20% duc lipsă de căldură, 20% duc lipsă de apă, 20% au pante abrupte, 10% posedă un strat slab erodat de sol), 20% sunt ocupate de fânețe și pășuni neproductive și doar 10% sunt folosite pentru creșterea culturilor agricole.

Într-un studiu din 2006 al Universității Cornell asupra efectelor activității umane și al eroziunii solului, The Journal of the Environment, Development and Sustainability, a afirmat următoarele: agricultura și dezvoltarea sunt practici umane primare care duc la sau agravează eroziunea solului. Au loc schimbări în următoarele domenii:

a) Pășunatul excesiv: Fermierii pot avea o supraabundență de animale. Oile, bovinele și caprele, deteriorează suprafața solului mâncând vegetația fie scormonind în pământ umed, compactând solul uscat cu copitele. Acest lucru poate încetini creșterea vegetației ierboase și percolarea apei prin sol. Așadar, duce la deteriorarea structurii solului, deoarece nivelul de nutrienți este îndepărtat. Prin urmare, se poate reduce cantitatea de apă din sol, deoarece greutatea și mișcarea animalelor aplatizează și comprimă solul. Solurile cu mai puțină vegetație devin mai uscate și predispuse la eroziune ulterioară de către vânt și ploaie.

b) Supracultură. Supracultarea este atunci când terenul este în mod continuu cultivat și nu îi este permis să stea în repaus între culturi. Această agricultură constantă a pământului reduce capacitatea solului de a produce humus valoros pentru fertilitatea solului, deoarece este în mod constant prelucrat de către utilajele agricole pentru cultivarea culturilor. Solul devine mai uscat și mai puțin fertil. În timp ce humusul este necesar în primul rând pentru adăugarea de nutrienți și minerale, este, de asemenea, o sursă valoroasă de aer și apă necesare solului pentru a-l menține umed și aerat (soilerosion.com).

c) Defrișarea. Defrișarea este tăierea unor suprafețe mari de păduri, lasând acele terenuri goale și vulnerabile împotriva eroziunii solului. Defrișarea are loc din mai multe

motive, cum ar fi vânzarea de lemn, cărbune sau ca sursă de combustibil, în timp ce terenul defrișat este folosit ca pășune pentru animale, plantații de mărfuri și așezări. Îndepărtarea copacilor expune solul la eroziunea apei și a vântului. Lipsa reîmpăduririi poate duce la pierderea biodiversității, compromițând structura și sănătatea solului (soilerosion.com). Această activitate umană accelerează rapid eroziunea naturală în două moduri:

În primul rând, îndepărtarea copacilor este o eliminare a nutrienților și a mineralelor din sol, deoarece sursa de humus este mult redusă. Materialul organic natural sunt în general frunzele căzute din copaci, excrementele animalelor, fructele copacilor sau copacii în descompunere în sol.

În al doilea rând, defrișările accelerează eroziunea solului lăsând suprafețe mari expuse la ploi abundente (care pot provoca inundații rapide) sau eroziunii eoliene. Fără rădăcinile copacilor pentru a menține structura solului în loc, solul este liber și mai ușor de erodat (lcgeography.preswex.ie).

1.3. Amploarea procesului de eroziune a solului

Institutul de Geodezie, Fotogrametrie, Cartografie și Organizarea Teritoriului a studiat extinderea eroziunii și alunecărilor de teren în România, a evaluat la 4 918,8 mii ha agricol, din care 1924,20 mii hectare arabil. Aceasta este urmare a structurii reliefului, care depășește pante de peste 5% pe 6367 ha agricol și a ploilor torențiale când terenul este slab acoperit de culturi. Pentru menținerea fertilității solului, pierderile admise sunt de 4-6 t/ha/an.

Institutul pentru Pedologie și Agrochimie în anul 1989 a studiat scurgerile de sol de pe terenurile agricole cu pante peste 5%, fiind evaluate la 106 milioane tone sol anual, din care 28 milioane tone de pe terenurile arabile. Cantitatea de sol pierdută anual ar putea crea un strat gros de sol fertil de 30 cm pe o suprafață de 35 000 ha.

Popa A., 1977 a efectuat cercetări privind eroziunea și măsurile de combatere a acesteia pe terenurile arabile din Podișul Central Moldovenesc și a constatat că în anii în care frecvența ploilor torențiale este mare, sau când topirea zăpezilor se face brusc, scurgerea și eroziunea se intensifică pe versanți, iar pe văi crește pericolul inundațiilor; dezvoltarea accentuată a eroziunii solului a dus în multe cazuri la distrugerea unor importante suprafețe și la scoaterea acestora din circuitul agricol.

Ioniță I. și colab., 2006, Rădoane și colab., 1995, Mărgărint și colab., 2017 au studiat în România, degradarea terenurilor ca fiind cauza majoră a degradării mediului în special în zonele agricole de deal din Podișul Moldovei (MP). Această zonă este foarte sensibilă la eroziunea solului, la rigole și la alunecări de teren într-un grad mai mic.

Pe terenurile agricole din România au fost primele lucrări de conservare a solului și a apei implementat cu succes pe scară largă începând cu a doua jumătate a secolului XX. Aplicarea pe scară largă a acestei politici la nivel național a fost scopul principal al „Stațiunea de Cercetare Perieni-Bârlad pentru Controlul Eroziunii Solului” (C.C.D.C.E.S. Perieni), care a fost înființată în 1954. A devenit „Stațiunea Centrală de Cercetare” în 1970 și a servit drept model pentru conservarea solului și a apei în toată România. Principalele constatări ale experimentelor de teren efectuate de specialiștii din C.C.D.C.E.S. Perieni se încadrează în teme complexe de cercetare grupate în două direcții și anume: (1) evaluarea degradării terenurilor (Ioniță I., și colab., 1990, Ioniță I., 2000, Moțoc M. și colab., 1995, Pujină D., 1997) și (2) implementarea practicilor de conservare a solului și a apei. Toate acestea fundamentează nevoia urgentă de adoptare pe scară largă a unor tehnici complexe și măsuri și lucrări agrotehnice care promovează agricultura durabilă (Moțoc M. și colab., 1975, Popa A. și colab., 1984, Popa N., 1999).

După înființarea, în cadrul Academiei Agricole (I.C.A.R), a primului laborator de combatere a eroziunii solului, cercetările procesului de eroziune din țară au luat amploare prin aportul deosebit adus de M. Moțoc. Fl. Trășulescu, P. Stănescu. Odată cu înființarea Stațiunii de Cercetări pentru Combaterea Eroziunii Solului de la Perieni (1954), cercetările s-au amplificat, atât din punct de vedere teoretic, cât și practic, prin elaborarea complexului de măsuri antierozionale și aplicarea lui integrală, mai întâi pe teritoriul Stațiunii Perieni și apoi pe alte unități agricole din zonele colinare ale țării.

Ailincăi și colab. în perioada 2002–2011 au efectuat cercetări la Stațiunea de Cercetare și Dezvoltare Agricolă Podu-Iloaiei, județul Iași, privind scurgerea și eroziunea solului în diferite culturi și stabilirea sezonului critic al solului eroziune în această zonă. Stabilirea sezonului critic de eroziune a solului este necesară pentru a satisface nivelul critic de acoperire a solului, care este necesar pentru a menține un risc scăzut de eroziune a solului. Pierderile medii anuale de sol prin eroziune, înregistrate la porumb și floarea soarelui au fost (în medie pe 10 ani) de 6.753, respectiv 7.385 t/ha/an. La floarea-soarelui și porumb din pierderile totale de sol înregistrate în Podișul Moldovei, 19,7-20,4% au avut loc primăvara, 68,7-69,2% vara și 6,1-6,6% toamna.

Niacșu L. și colab. în 2022 au analizat răspândirea actuală și intensitatea degradării terenurilor în bazinul hidrografic Puriceni-Bahnari, zonă reprezentativă din punct de vedere al eroziunii solului din Podișul Moldovei din Estul României. Au realizat un proiect dedicat întregului bazin privind implementarea practicilor de conservare a terenurilor, soluție cea mai potrivită pentru utilizarea agricolă durabilă a acestei resurse naturale fragile. Rezultatele au dovedit degradarea severă a terenului agricol, cu o valoare medie a pierderii anuale de sol de 15,46 t/ha/an

(13,500 t/ha/an). De asemenea, 460 ha de terenuri agricole (72,7% din total) se încadrează în categoria care depășește limita de eroziune admisibilă de 7 t/ha/an. Ca o soluție la modelul de utilizare a terenului existent, au conceput o hartă a măsurilor de conservare propuse și a lucrărilor pe terenul agricol pentru întregul bazin hidrografic care poate fi implementat relativ ușor și poate conserva solul și apa.

Cercetări în străinătate

Takken și Ingrid, 2001 au studiat scurgerea apei și eroziunea solului cu efecte mari asupra mediului, ca pierderea toposului, poluarea apelor, inundații. Rugozitatea solului este cauzată de lucrări având implicații asupra scurgerii și eroziunii. A fost dezvoltat un model pentru estimarea rezistenței hidraulice a suprafeței, denumit LISEM. Curgerea apei este orientată de direcția lucrărilor și nu de direcția topografică. Uneori, suprafețe apreciabile de terenuri agricole dispar sau sunt acoperite cu prundișuri unde nu se mai poate practica agricultura.

Autorii au apreciat că aproximativ 25% din solul erodat în bazinul unui curs de apă este transportat în mare sau ocean și 75 % se depune în lacuri de acumulare, în lunci inundabile, depresiuni și chiar în albiile râurilor.

Risse, Nearing, Laflen și Nicks, 1993 susțin că modelul USLE revizuit (RUSLE) sunt de departe cele mai larg aplicate modele de predicție a eroziunii solului la nivel global și conform „USLE a fost utilizat în întreaga lume pentru o varietate de scopuri și mai puțin multe condiții diferite pur și simplu pentru că pare să îndeplinească nevoie mai bine decât orice alt instrument disponibil”. O interogare Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>) pentru perioada 2007-2017 a rezultat în 1149 de accesări corespunzătoare cuvintelor cheie „Soil universal Ecuția pierderii”, „USLE”, „Ecuția universală revizuită a pierderii solului” sau „RUSLE”, cu o medie de citări pe articol de 7,8 (din august 2017).

Mcisaac, G.F., Mitchell J. K., 1992 a experimentat simularea ploilor la două culturi (porumb și soia) la două faze de vegetație, timp de 4 ani prin sistemul de lucru pe curbele de nivel și de sus în josul pantei. Scurgerile și pierderile de sol au avut variații semnificative influențate de cultură, ploi, umiditate reziduală și acoperire. Scurgerea produsă de precipitația simulată de 64 mm a fost semnificativ diferită la 5 din 8 variante. Pierderea de sol descrește paralel cu dezvoltarea culturii în 3 din 8 comparații.

1.4. Consecințele procesului de eroziune a solului

Printre consecințele eroziunii solului ne numără: modificarea însușirilor chimice ale solurilor erodate, deteriorarea proprietăților fizice și a regimului hidrologic al solului, micșorarea producției agricole, distrugerea sau avarierea căilor de comunicație și a obiectivelor economice și sociale, deteriorarea regimului apelor de suprafață și subterane.

Modificarea însușirilor chimice ale solurilor erodate

Consecința principală a procesului de eroziune este modificarea însușirilor solului. Eroziunea afectează atât proprietățile fizice, chimice și biologice ale solului.

Dintre proprietățile fizice, structura suferă transformările cele mai importante mai ales în ce privește stabilitatea hidrică a agregatelor, care se reduce cu atât mai mult cu cât solurile sunt mai puternic erodate.

Eroziunea provoacă modificarea texturii orizontului arabil deoarece prin acest proces sunt dislocate și transportate particulele fine ale fazei solide ale solului. Textura nu se schimbă numai datorită trierii materialului ci și pentru că prin eroziune ajung la suprafață orizonturile inferioare care au, de cele mai multe ori, alcătuirea granulometrică diferită și mai puțin favorabilă plantelor decât ce a orizontului de humus (Moțoc și colab., 1975).

Tabelul 1.4/Table 1.4

Pierderile medii anuale de elemente fertilizante ale solului datorate eroziunii (Popa A., 1977)

Average annual losses of soil fertilizing elements due to erosion (Popa A., 1977)

Cultura	Panta terenului 16%			Panta terenului 24%		
	Principalele elemente spălate, kg/ha					
	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O ₅	Humus	P ₂ O ₅	K ₂ O ₅
Ierburi perene, anul II	17,0	0,5	0,38	36,5	1,0	0,75
Grâu de toamnă	129,0	4,0	2,90	300,0	8,0	6,05
Mazăre	224,5	7,2	4,95	510,0	11,2	8,45
Porumb boabe	985,0	32,5	22,7	1560,0	55,3	43,0

Din datele tabelului 1.4 se constată că pe terenul cu pantă de 16% de la sola înierbată se pierd în medie 17 kg/ha humus, 0,5 kg/ha P₂O₅ și 0,38 K₂O₅ kg/ha, la culturile de grâu, mazăre și porumb pierderile sunt de peste 7,5; 13 și 57 ori mai mare, la humus, de 8; 14 și

la fosfor 65 ori la fosfor mobil (P_2O_5) și de peste 7; 12 și 53 ori mai mari la potasiu mobil (K_2O_5). Pe terenurile cu pantă de 24% aceste pierderi sunt duble. Din datele rezultate se confirmă că de sub plantele prășitoare se scurg anual cantitățile cele mai mari de apă și sol și bineînțeles și de elemente nutritive, esențiale plantelor de cultură.

Deteriorarea proprietăților fizice și a regimului hidrologic al solului

Eroziunea produsă de apă afectează nu numai însușirile chimice ale solului ci și pe cele fizice. Pierderea an de an din orizonturile de la suprafața solului fac să apară orizonturi noi cu însușiri fizice și hidrofizice modificate, necorespunzătoare vieții plantelor. Acțiunea, în timp, a eroziunii afectează mai întâi textura orizonturilor superioare care, de la argilo-nisipoase (AN) în orizontul Am, a evoluat la o textură luto-argilooasă (LA) în orizontul AC ajuns la suprafață.

Modificări suportă structura solului, care, sub acțiunea agresivă a picăturilor de ploaie, în cădere, lovesc agregatele de sol structurale, aflate la suprafața terenului, împrôscând materialul dislocat la distanțe diferite de locul impactului, favorizând astfel eroziunea și micșorând, în acest mod stabilitatea hidrică a agregatelor de sol, deci a structurii solului. Efectele imediate ale acestor acțiuni distinctive sunt micșorarea gradului de afânare a solului și mărirea densității aparente a solului (tabelul 1.5).

Tabelul 1.5/Table 1.5

Influența eroziunii asupra densității aparente (g/cm^3) pe două tipuri de sol din

Podișul Bârladului (Neamțu, 1996)

*Influence of erosion on bulk density (g/cm^3) on two soil types from the
Barlad Plateau (Neamtu, 1996)*

Cultura	Adâncimea (cm)	Cernoziom cambic		Cenușiu de pădure	
		Eroziune:		Eroziune:	
		slabă	puternică	slabă	puternică
Grâu de toamnă	0-20	1,22	1,31	1,24	1,33
Grâu de toamnă	20-50	1,38	1,41	1,43	1,47
Arătură de toamnă (25 cm)	0-20	1,18	1,26	1,21	1,30
Arătură de toamnă	20-50	1,36	1,39	1,44	1,46

Valorile densității aparente, după cum se poate observa în tabelul 1.5 sunt mai mici în stratul 0-20 cm, datorită mobilizării anuale a stratului arabil, dar cresc de la 1,22 la 1,31 g/cm^3 pe solul de tip cernoziom cambic sau de la 1,24 la 1,33 g/cm^3 la solul de tip cenușiu

de pădure când gradul de eroziune avansează de la o eroziune slabă la o eroziune puternică. Pe adâncimea 20-50 cm parametrii densității aparente se modifică puțin, valorile fiind ne semnificative.

Micșorarea producției agricole

În România, primul care a atras atenția asupra pagubelor ce le provoacă eroziunea agriculturii, a fost marele agronom Gh. Ionescu-Sisești în lucrarea sa “Fenomenul de distrugere și reconstituire a solului”. S-au mai făcut cercetări și de către Popescu E. care scoate în evidență că în condițiile terenurilor arabile din Podișul Moldovenesc, recolta cerealelor păioase scade proporțional cu gradul de eroziune cu valori cuprinse între 12%-78%.

Distrugerea sau avarierea căilor de comunicație și a obiectivelor economice și sociale

Din cantitatea anuală de precipitații ce cad în zonele colinare, peste 60% sunt distribuite în perioada de vegetație a culturilor și au caracter torențial. Manifestările de torențialitate ale ploilor sunt mai evidente în lunile mai, iunie, iulie când provoacă, în unii ani mai pierderi agriculturii și unităților economice.

Deteriorarea regimului apelor de suprafață și subterane

Apa, înainte de declanșarea eroziunii, pe terenurile neerodate se infiltrează în sol, unde era înmagazinată și apoi pusă la dispoziția plantelor, după erodarea solului cea mai mare parte se scurge la suprafața solului, dislocând și transportând materialele erodate.

2. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRIILOR PRIVIND PREVENIREA ȘI COMBATerea EROZIUNII SOLULUI PE TERENURILE ARABILE

2. CURRENT STATUS OF RESEARCH ON PREVENTING AND COMBATING SOIL EROSION ON ARABLE LANDS

2.1. Amplasarea și organizarea asolamentelor

Într-un asolament stabilit corect, plantele se cultivă prin rotație pe aceeași suprafață de teren în funcție de particularitățile biologice care le diferențiază (consumul de apă și elemente nutritive, adâncimea de pătrundere a rădăcinilor, perioada de vegetație) de bolile și dăunătorii care le atacă, de sensibilitatea la tratamentele cu anumite erbicide.

Suprafața asolamentului se compune din mai multe sole care, la rândul lor, sunt alcătuite, fiecare, din una sau mai multe parcele. Forma și dimensiunea asolamentelor prezintă importanță deosebită pentru eficiența lucrărilor agricole. Se recomandă forma dreptunghiulară sau trapezoidală, cu laturile lungi și paralele cu direcția curbelor de nivel.

În cazul asolamentelor de pe terenurile în pantă, lățimea solilor se stabilește în funcție de înclinarea, forma (concavă sau convexă) dar și de lungimea versantului.

Pe terenurile cu pantă mai mare de 5%, se recomandă următoarele lățimi ale solilor:

- pe pante de 5-10%, lățimi de 400-200 m;
- pe pante de 10-15%, lățimi de 200-100m;
- pe pante mai mari de 18%, lățimi de 100-50m.

Sola trebuie să cuprindă pe cât posibil soluri cu un grad de fertilitate cât mai apropiat, în vederea aplicării uniforme a îngrășămintelor precum și a aceluiași sistem antierozional. Dacă această cerință nu este respectată, este recomandată fertilizarea diferențiată, chiar și în cadrul aceleiași sole, conform cartării agrochimice.

Vegetația este unul din factorii principali care influențează eroziunea de suprafață, alegerea culturilor din cadrul asolamentului va influența în mod decisiv eficiența întregului ansamblu de lucrări și măsuri antierozionale. Structura culturilor necesită îndeplinirea cerințelor următoare:

- să faciliteze atenuarea pierderilor de sol;
- să asigure condiții benefice pentru rotația culturilor;
- să furnizeze recolte mari;

- să contribuie la executarea mecanizată a culturilor agricole.

Efectele cele mai importante ale asolamentelor sunt: diminuarea procesului de eroziune și creșterea producțiilor agricole.

Creșterea producțiilor este ilustrată la culturile de grâu și porumb pe terenurile nefertilizate, prin datele obținute pe cale experimentală (tabelul 2.1), la SCDCES Perieni de către Titus Neamțu.

Tabelul 2.1/Table 2.1

Influența asolamentelor asupra producțiilor de grâu și porumb pe terenuri în pantă, nefertilizate (Neamțu, 1966)

The influence of crop rotations on wheat and corn production on sloping, unfertilized lands (Neamtu, 1966)

Asolamentul	Producția (% față de monocultură)	
	Grâu (kg/ha)	Porumb (kg/ha)
Monocultură	100	100
Porumb x grâu	107	117
Grâu x grâu x porumb	116	126
Fasole x grâu x porumb x floarea-areului x ierburi perene	173	151

Din tabelul de mai sus (tabelul 2.1), se poate observa că pe măsură ce rotația culturilor este mai lungă, cu atât crește nivelul producțiilor la culturile agricole.

Influența introducerii asolamentului asupra pierderilor de sol prin eroziune este foarte bine evidențiată prin datele din tabelul 2.2, unde sunt prezentate cantitățile medii anuale de sol erodat în cazul a câtorva asolamente de protecție amplasate pe pante mai mari de 35% (chiar dacă nu se recomandă depășirea pantei de 25% pe terenuri arabile).

Tabelul 2.2/Table 2.2

Influența asolamentelor de protecție asupra eroziunii (Popa, 1977)

The influence of protective crop rotations on erosion (Popa, 1977)

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

2.2. Măsuri și lucrări antierozionale cu caracter agrofitehnic

2.2.1. Structura culturilor

Efectul antierozional are la bază gradul diferit de protecție asigurat solului de principalele culturi agricole, cultivate din cele mai vechi timpuri.

În primul rând culturile care se vor alege trebuie să contribuie la reducerea pierderilor de sol, sub limita pierderilor admise (5-6 t/ha). Nu toate culturile agricole oferă solului un grad asemănător de protecție împotriva eroziunii produse de apă. Pierderile de sol cele mai mari le au culturile prășitoare și de aceea amplasarea lor pe versanți trebuie făcută cu multă atenție. Amplasarea culturilor prășitoare într-un procent mai mare se va face pe terenurile cu pante mai mici, iar pe măsură ce panta terenului crește și procentul lor va trebui să scadă treptat.

În al doilea rând, alegerea culturilor se va face în funcție de asolamentul ce se va adopta de fiecare proprietar de teren arabil, iar la baza acestuia mai stă corelația care există între numărul culturilor și structura acestora.

În al treilea rând, se va avea în vedere că la alegerea culturilor pe fiecare versant în parte să se țină seama de asigurarea unui grad cât mai bun de mecanizare a fiecărei culturi, începând cu lucrările de pregătire a solului și terminând cu recoltarea, lucrări care trebuie efectuate pe direcția generală a curbelor de nivel.

Pentru alegerea celor mai potrivite plante de cultură, trebuie să se țină seama de următoarele criterii:

a) Panta terenului

Mărimea pantei terenului este factorul limitativ care decide până la ce pantă se poate cultiva o anumită cultură slab protectoare, sau se poate face combinații cu alte culturi mai bune protectoare ale solului, astfel încât eventualele scurgeri de apă și sol să nu depășească limita admisibilă.

Moțoc M. a stabilit următoarele grupe de culturi:

- Culturi foarte bune protectoare: gramineele, leguminoase perene după primul an de folosință asigură o protecție a solului de până la 37 m²/m² sol protejat sau 92% din suprafața solului.
- Culturi bune protectoare: cerealele păioase, leguminoasele, gramineele perene în anul I de înființare, precum și plantele furajere anuale cu densitate mai mare pe unitatea de suprafață, culturi care pot asigura o suprafață foliară cuprinsă 12-21 m²/m² sol protejat sau 60-70% din suprafața solului.

- Culturi mijlociu protectoare cum sunt leguminoasele anuale care asigură, în medie 10,5 m² suprafață foliară sau 40% gradul de acoperire a solului.
- Culturi slab protectoare unde sunt incluse toate culturile prășitoare (porumb, floarea-soarelui) care nu pot asigura în medie decât 6,8 m² din suprafața de sol protejată, ceea ce reprezintă doar 18% grad mediu de acoperire. Astfel se explică pierderile mari de sol ce se produc în timpul ploilor torențiale pe versanții cu pante mai mari de 2-3% cultivați numai cu plante prășitoare.

Din analiza datelor furnizate Popa A. și colab., realizând o comparație între culturile foarte bune protectoare cu culturile bune protectoare, pierderile de sol sunt 8-8,3 ori mai mari în funcție de mărimea pantei; la cele mijlociu protectoare de 11-16 ori mai mari, iar la culturile slab protectoare pierderile medii anuale sunt 60-65 ori mai mari. În asemenea situații se recomandă aplicarea în complex a măsurilor antierozionale care permit ținerea sub control a eroziunii sub limita admisibilă, de 5-6 t/ha.

2.2.2. Amplasarea plantelor de cultură pe terenurile în pantă

Dintre factorii agrotehnici, însușirile fizice ale solului, ca textura, structura, densitatea aparentă și porozitatea, influențează direct regimurile aero-hidrice și termice din sol, care pot fi îmbunătățite prin evitarea folosirii monoculturii și a rotației grâu-porumb și prin introducerea asolamentelor cu leguminoase și graminee perene.

Amplasarea culturilor în cadrul asolamentelor pe terenurile în pantă se face după aceleași principii utilizate pe terenurile plane. Pe terenurile în pantă amplasarea culturilor în cadrul asolamentelor trebuie să asigure, în același timp, prevenirea și combaterea eroziunii solului, efectuarea tuturor lucrărilor pe direcția generală a curbelor de nivel și ameliorarea însușirilor fizice și agrochimice ale solului.

Asolamentul este principala măsură care are efecte importante în reducerea eroziunii solului fără a impune cheltuieli suplimentare și care constă în restrângerea suprafețelor ocupate de culturi ce favorizează eroziunea și introducerea în rotație a culturilor care acoperă bine solul și ameliorează fertilitatea.

La organizarea asolamentelor, pentru a preveni și combate eroziunea solului, laturile lungi ale soarelui se vor amplasa pe linia generală a curbelor de nivel până la pante de 12%, dar odată cu creșterea pantei peste 18% această amplasare se va face strict pe curba de nivel.

Din analiza influenței diferitelor rotații asupra producției s-a constatat că în condițiile terenurilor cu panta de 12% din Câmpia Moldovei, la cultura grâului de toamnă amplasată în asolamentul mazăre-grâu-porumb-floare-soarelui + o solă săritoare cu leguminoase și

graminee perene, s-a obținut un spor de producție, față de monocultură, de 26% (736 kg/ha). La cultura porumbului în aceeași rotație sporul de producție obținut, față de monocultură, a fost de 31% (1364 kg/ha) (Ailincăi și colab., 2013).

Tabelul 2.3/Table 2.3

Influența asolamentului și a rotației culturilor asupra producției de grâu și porumb după 39 de ani de experimentare (Ailincăi și colab., 2013)
The influence of crop rotation and rotation on wheat and corn production after 39 years of experimentation (Ailincăi et al., 2013)

Rotația	Producția de grâu			Producția de porumb		
	kg/ha	%	Diferența (kg/ha)	kg/ha	%	Diferența (kg/ha)
Monocultură	2864	100	-	4398	100	-
Grâu - porumb	2898	101	34	4962	113	564
Mazăre – grâu - porumb	3510	123	646	5380	122	982
Mazăre - grâu – porumb – floarea soarelui + solă săritoare cu ierburi	3600	126	736	5762	131	1364
DL 5%			194			359
DL 1%			345			522
DL 0,1%			496			642

Guș și colab., 1998 a stabilit pentru terenurile în pantă din județul Cluj tipurile de asolamente în funcție de tipul de sol și de condițiile de cultură de pe versant (tabelul 2.4).

Tabelul 2.4/Table 2.4

Asolamentele recomandate pentru diferite condiții de versant și tipuri de sol (Guș și colab., 1998)
Recommended crop rotations for different slope conditions and soil types (Gus et al., 1998)

Condițiile versantului	Panta	Asolamentul recomandat
Expoziție N, NE, NV	8-14%	1. Secară 2. Cartof 3. In fibră 4. Borceag de toamnă 5. Orzoaică
Expoziție S	16-25%	1. Grâu 2. Trifoi 3. Grâu 4. Porumb

Erodisol	Panta >30%	1. Sparcetă 2. Sparcetă 3. Sparcetă + <i>Bromus</i> 4. <i>Bromus</i> 5. Sparcetă
Luvosol	Panta >25% pH <5	1. Ghizdei-fân 2. Ghizdei - fân 3. Ghizdei - m.v. 4. Ghizdei - m.v. 5. Grâu de toamnă 6. În pentru fibră

Tabelul 2.5/Table 2.5

Influența duratei asolamentului asupra producției pe terenurile în pantă
din județul Cluj (Guș și colab., 1998)

*The influence of crop rotation duration on production on sloping lands
in Cluj County (Gus et al., 1998)*

Durata asolamentului	Grâu		Porumb		Soia	
	Producția (q/ha)	Dif. (%)	Producția (q/ha)	Dif. (%)	Producția (q/ha)	Dif. (%)
Asolament 2 ani	39,6	100	62,7	100	35,8	100
Asolament 3 ani	44,5	112	79,5	127	39,7	111
Asolament 4 ani	49,4	125	80,8	129	45,2	126
DL 5% (q/ha)		0,13		0,80		0,45
DL 1% (q/ha)		0,22		1,32		0,75
DL 0,1% (q/ha)		0,41		2,47		1,41

Aplicarea asolamentului de 4 ani a determinat, în comparație cu rotația de doi ani, obținerea unor sporuri de producție de 25% (980 kg/ha) la grâu, 29% la porumb (1820 kg/ha) și 26% (940 kg/ha) la soia (tabelul 2.5)

2.2.3. Lucrările solului

Arătura

Pe terenurile situate în pantă, această lucrare de bază trebuie efectuată numai pe direcția generală a curbelor de nivel. Arătura, prin afânarea care o produce solului, contribuie la:

A) Îmbunătățirea proprietăților fizice prin:

1. Mărirea capacității de infiltrație a apei în sol diminuează scurgerile pe versanți și eroziunea solului. Prin această lucrare se mărește posibilitatea de asigurare a unei rezerve de apă utilă în sol în perioada de toamnă-iarnă care este pusă la dispoziția plantelor în momentele lor critice.

Solul bine afânat permite înmagazinarea și păstrarea unei cantități mari de apă până la nivelul capacității de câmp, si o pune la dispoziția plantelor pe toată perioada de vegetație.

2. Arătura, efectuată la momentul optim strivește crăpăturile solului și oprește evaporarea apei acumulată în staturile adânci mai ale solului. În solul afânat, rădăcinile plantelor tinere intră mult mai ușor și examinează un volum mai mare de sol în căutarea substanțelor nutritive necesare dar și a apei.

3. Prin stratul arabil afânat în urma lucrării de arat, are loc o aerisire puternică a solului eliberând toate gazele toxice acumulate în sol în urma proceselor biologice a micro și macro florei și faunei.

Studiile efectuate la Stațiunea Șimnic de către Țuculină S., 1977 pe un teren cu panta de 12 %-14 % au demonstrat că lucrările solului și îngrășămintele organice, au un aport asupra densității aparente a solului brun-roșcat de pădure pe adâncimea de 5-10 cm și 20-25 cm (tabelul 2.6)

B) Influența asupra proprietăților chimice și biochimice ale solului

Activitatea microorganismelor din sol este strâns legată de prezența aerului care intră o dată cu executarea arăturii, scarificării sau altor lucrări de mobilizare a solului. Pătrunderea aerului bogat în oxigen stimulează activitatea microorganismelor aerobe care, pentru a-și procura CO₂ și energia necesară, oxidează puternic substanțele organice. Procesul biochimic cel mai important care are loc în sol numai în prezența oxigenului este cel de nitrificare (Staicu I., 1969).

Tabelul 2.6/Table 2.6

Influența lucrărilor solului și a îngrășămintelor asupra densității aparente (g/cm³) pe terenurile erodate de la Șimnic (Țuculină S., 1977)
The influence of soil tillage and fertilizers on the apparent density (g/cm³) on eroded lands from Simnic (Tuculină S., 1977)

Lucrarea	Adâncimea	Densitatea aparentă (g/cm ³)		
		N ₀ P ₀	N ₁₂₀ P ₆₀	30 t/ha gunoi
Arat la 20 cm	5-10	1,20	1,20	1,12
Arat la 20 cm+10 cm subsolaj		1,26	1,21	1,15
Arat la 20 cm+55 cm scarificat		1,27	1,28	1,18
Arat la 20 cm	20-25	1,35	1,41	1,19
Arat la 20 cm+10 cm subsolaj		1,25	1,35	1,19
Arat la 20 cm+55 cm scarificat		1,28	1,31	1,22
Arat la 30 cm+10 cm subsolaj		1,32	1,31	1,21

C) Combaterea buruienilor, bolilor și dăunătorilor cu ajutorul lucrărilor solului

Începând cu arătura și terminând cu grăpatul, toate lucrările mecanice ajută, într-un procent mai mare sau mai mic la distrugerea buruienilor. Ele pot fi încorporate în sol, sub brazde, sau numai tăiate și parțial acoperite pe pământ. Odată cu executarea acestor lucrări sunt distruse și încorporate în sol cuiburile de rozătoare, insecte adulte, larve.

2.2.4. Fertilizarea terenului arabil în pantă

Pe terenurile în pantă, erodate, pe lângă lipsa apei se simte și un mare deficit de substanțe nutritive, ce se răsfrânge direct asupra producției plantelor cultivate, diminuându-o.

Cercetările efectuate au stabilit că pierderile de producție sunt diferențiate și mari, funcție de gradul de eroziune a solului. În Moldova, Luca și colab., constată că pe toate solurile cu eroziune moderată, comparativ cu cele neerodate, producțiile au fost mai mici cu 300 kg/ha la grâu, 360 kg/ha la porumb și la orz cu 600 kg/ha. Pe solurile afectate de eroziune puternică, pierderile de producție sunt mult mai mari.

În condițiile solurilor de tip cernoziom cambic din Podișul Bârladului, afectat de eroziune moderată, situat pe pante medii de 11-12%, se obțin sporuri de producție de până la 2460 kg/ha la grâu cu fertilizare $N_{80}P_{80}$ kg/ha (tabelul 2.7).

Ceremisinov, 1959, Moțoc, 1963, Costache și colab., 1969 au analizat efectul îngrășămintelor asupra eroziunii solului și au constatat că acestea favorizează o creștere mai puternică a plantelor și a sistemului radicular, favorizând infiltrația apei în sol și micșorarea eroziunii.

Tabelul 2.7/Table 2.7

Producția medie de grâu obținută pe un sol de tip cernoziom cambic, moderat erodat
la SCDCES Perieni (Cîrlan și colab., 1988)

*The average wheat production obtained on a moderately eroded cambic chernozem
soil at SCDCES Perieni (Cîrlan et al., 1988)*

Doze de îngrășământ (kg/ha)		Producția (kg/ha)
N	P	
0	0	1963
40	0	2993
80	0	3197
120	0	3067
40	80	3497
80	80	4423

120	80	4370
Neîngrășat		2600
20 t/ha* gunoi		2900
40 t/ha gunoi		2907
60 t/ha gunoi		3030
*Gunoii a fost administrat odată la 4 ani		

Cercetările s-au efectuat în paralel pe soluri cu eroziune moderată și eroziune puternică, în miriște de grâu, pe teren neîngrășat și îngrășat cu $N_{64}P_{64}$ (tabelul 2.7).

Tabelul 2.8/Table 2.8

Reducerea pierderilor de sol (%) pe terenul îngrășat ($N_{64}P_{64}$), comparativ cu terenul neîngrășat (Popa A., 1977)

Reduction of soil losses (%) on fertilized land ($N_{64}P_{64}$), compared to unfertilized land (Popa A., 1977)

Intensitatea ploii (mm/min)	Sol moderat erodat		Sol puternic erodat	
	Durata ploii (min)			
	15-20	40-45	15-20	40-45
1,0	40,7	28,5	28,6	17,3
1,5	29,8	16,5	34,7	16,2
2,0	60,6	36,9	37,1	14,3

Micșorarea pierderilor de sol nu se face proporțional cu intensitatea ploii, însă într-un ritm mai rapid. Astfel, comparativ, cu valorile totale înregistrate la intensitatea maximă de 2,0 mm/min, scurgerile s-au redus la intensitatea de 1,5 mm/min de 1,5-2,2 ori, iar la cea cu intensitate de 1,0 mm/min de 2,3-3,7 ori. Acest fapt se explică în condiții asemănătoare, la ploi a căror intensitate nu diferă prea mult, scurgerile și eroziunea sunt diferențiate.

2.3. Amenajarea antierozională a terenului arabil prin lucrări speciale

Lucrărilor de amenajare au misiunea de a preveni concentrarea scurgerii apelor de suprafață, iar atunci când acestea se formează, să fie orientate pentru a evita declanșarea eroziunii în adâncime. Lucrările speciale de amenajare antierozională sunt următoarele: lucrări de modelare–uniformitate a terenului, agroterasarea, terase banchetă.

2.3.1. Modelarea terenurilor arabile înclinate

Terenurile agricole în pantă, degradate prin eroziunea produsă de curenții de ape concentrați (șiroiri, rigole, ogașe, ravene), afectate de alunecări de teren cu adâncimi mici (1-3 m), se supun lucrărilor de nivelare-modelare pentru a putea fi valorificate din punct de vedere agricol.

Lucrările de modelare–nivelare sunt benefice pentru a atenua aspectul de microrelief, în cazul terenurilor supuse eroziunii de adâncime, terenurilor afectate de alunecări, al celor cu vaduri și haturi apărute la limita dintre proprietăți, datorită realizării lucrărilor agricole de bază pe direcția deal-vale (Popa, 2005).

Este important ca lucrările de modelare a terenurilor arabile să fie efectuate toamna, înainte de începerea lucrărilor de pregătire a patului germinativ dar și primăvara înainte de semănat.

2.3.2. Terasarea terenurilor arabile

A) Agroterasarea

Agroterasarea a apărut în mod natural în zonele de dealuri și coline, atunci când terenurile au fost lucrate pe direcția curbilor de nivel. În România, cele mai mari suprafețe de teren sunt în Transilvania, Moldova dar și în Muntenia. Procesul de agroterasare a început, odată cu prima brazdă trasă pe curba de nivel pentru delimitarea fiecărui lot a oamenilor cu terenuri arabile. În următorii ani a continuat prin executarea arăturii cu aruncarea brazdei în aval, unde s-au adăugat depunerile ce au avut loc, încât s-au format în timp, în funcție de lățimea fiecărui lot, platforme, ce au redus aproape în totalitate scurgerile. Panta terenului s-a micșorat cu până la 23-66 %. Taluzurile care s-au format au servit ca limită de teren și au crescut în înălțime de la 20-25 cm la 3 (Neamțu, 1996).

Realizarea agroteraselor poate decurge astfel:

- arătură cu răsturnarea brazdelor către vale, prima brazdă fiind aruncată întotdeauna pe teren nearat, aceasta constituie baza viitorului taluz al agroterasei;
- arătură cu răsturnarea brazdei spre vale cu excepția ultimelor brazde ce se aruncă spre deal;
- arătură cu răsturnarea brazdelor spre aval, prima brazdă fiind aruncată pe fiecare bandă înierbată în partea de amonte a acestuia.

Analizând efectul antierozional al agroterasării, după o perioadă de 12 ani se constată că panta inițială a terenului s-a redus cu 35-60 %, funcție de mărimea pantei, lățimea platformei agroterasate, în schimb crește panta taluzurilor cu 40-60 % (tabelul 2.9).

Tabelul 2.9/Table 2.9

Modificarea pantei terenului prin agroterase și influența ei
asupra eroziunii (Neculce, 1987)

*Modification of the land slope through agroterraces and
its influence on erosion (Neculce, 1987)*

Lățimea platformei	Panta (%)		Reducerea pantei (%)	Eroziunea (t/ha)
	Inițială	După 3 arături		
Neterasat	22-25	-	-	17,2
11 m	22-25	23	1-2	3,8
14 m	21-23	20-21	1-2	4,0
18 m	20-21	18-19	2	6,3
22 m	18-20	17-18	1-2	8,8

Din tabelul 2.10 se constată că diminuarea pantei inițiale având valorile cele mai mari, s-a efectuat pe platforme cu lățime mai mică. Procesul de agroterasare poate continua până se ajunge la un echilibru al mărimii pantei platformei cu lățimea ei și coincide cu dimensiunile proiectate ale acesteia, dacă lucrările de bază, care contribuie la agroterasare, sunt corect și bine conduse. Reușita procesului de agroterasare depinde de gradul de înierbare a taluzurilor. Cu cât înierbarea este mai bună cu atât și efectul antierozional este mai mare.

B) Teras banchetă

Amenajarea terenurilor arabile cu terase banchetă constă în executarea în primă fază a unor platforme în lungul curbilor de nivel, între care urmează să se formeze terasa care ajunge la forma ei finală în timp, prin arături executate an de an pe contur, cu răsturnarea brazdei spre aval (fig 2.1).



Fig. 2.1 Terase banchetă SCDCES Perieni, Colinele Tutovei
 Fig. 2.1 Bench terraces in the SCDCES Perieni area, Tutovei Hills

Primele încercări cu acest model de terase banchetă au fost realizate la SCDCES Perieni de M. Moțoc. Acest tip de terasă se execută cu utilaje terasiere de tip greder, buldozer, nivelator, pe terenurile arabile cu pante de 12-18%, urmărindu-se curba de nivel (Popa, 2005).

Lățimea platformei terasei este 4-6 m, distanța dintre două platforme succesive variază în funcție de panta și natura terenului (tabelul 2.10). Lățimea totală a platformei și partea de porțiune neterasată trebuie fie multiplul lățimii de lucru a utilajelor agricole (semănătoare și combina pentru păioase).

Terasele banchetă se execută din amonte spre aval cu ajutorul buldozerului, în următoarele etape:

- a) Se decopertează stratul fertil și se depozitează la distanțe de 50-60 m în partea de amonte a terasei;
- b) Se fac treceri succesive cu buldozerul pe direcția longitudinală a terasei prin mișcarea terasamentelor din amonte spre aval și urmărirea respectării paralelismului între terase;
- c) Se reduce stratul fertil și se împrăștie în lungul platformei;
- d) Să aibă trasee cât mai rectilinii și să se scoată din cultură o suprafață minimă
- d) La finalul etapelor de lucru se finisează manual și se însămânțează taluzul aval care va deveni taluzul viitoarei agroterase.

Tabelul 2.10/Table 2.10

Dimensiunile teraselor banchetă pe terenurile arabile (Moțoc, 1975)

Dimensions of bench terraces on arable land (Motoc, 1975)

Panta terenului (%)	Lățimea (m)	
	Platforme terase	Fâșie naturală
15-20	4-6	40-20
20-25	4-6	20-15
25-28	4-6	15-20

2.4. Amplasarea drumurilor de exploatare agricolă

Rețeaua de drumuri pe terenurile în pantă reprezintă mare importanță, acestora revenindu-le și un pronunțat caracter antieroziional. La realizarea drumurilor se va urmări realizarea următoarelor obiective:

- Asigurarea legăturii rapide a construcțiilor existente (sedii, depozite) indiferent de condițiile climatice;
- Să nu ocupe o suprafață mare (sub 1 % din suprafața teritoriului pe care îl deservește);
- Utilajele și mașinile să aibă acces ușor în toate solele de pe versanți;
- Să asigure mecanizarea transportului și mărirea tonajului pe mijlocul de transport
- Să nu necesite cheltuieli prea mari pentru întreținere și construire.
- Să se reducă distanțele și a cheltuielile cu transportul;



Fig. 2.2 Drum cu taluz înierbat orientat pe direcția curbelor de nivel la SCDCES Perieni

Fig. 2.2 Road with grassy slope oriented in the direction of the contours at SCDCES Perieni

Pe terenurile în pantă, drumurile sunt de două tipuri și anume: drumuri pe direcția general a curbelor de nivel (fig. 2.2.) și drumuri de legătură (oblice sau în serpentine) (fig.

2.3) a căror pantă nu trebuie să depășească 10 %. Lățimea drumurilor principale nu trebuie să depășească 4-6. Drumurile secundare au lățimea de 3-4 m.



Fig. 2.3 Drum de legătură în serpentină la SCDCES Perieni

Fig. 2.3 Serpentine connecting road to Perieni SCDCES

Distanța dintre drumurile create pe direcția generală a curbelor de nivel poate varia astfel, terenurile cu pantă mai mare fiind cuprinsă între 100 m, iar pe terenurile cu pantă mică cuprinsă între 400-800 m.

3. STUDIUL CADRULUI NATURAL DIN COLINELE TUTOVEI

3. STUDY OF THE NATURAL FRAMEWORK IN THE TUTOVA HILLS

3.1. Caracterizarea geomorfologică

Principale subunități geografice sunt următoarele:

1. Bălăurești cu o arie restrânsă, localizată între Valea Siretului la Vest și Colinele Tutovei la Est și Sud;
2. Colinele Tutovei și Colinele Răcătău reprezintă 95% din suprafața zonei spre Est și Sud, a cărei componență este reprezentată prin Colinele Cucuieți, Depresiunea Părincea, Colinele Vîrlănești, Colinele Zeletinului, Colinele Doroșanu și Colinele Huțanului;
3. Culuarul Siretului separă zona Subcarpatică în Vest de colinele estice.

Din punct de vedere morfogenetic, teritoriul Colinelor Tutovei, aparține aproape în întregime, sistemului fluvio-deluvial. Suprafața inițială întinsă, pliocenă, a fost substituită de relieful colinar actual, iar consecvența și paralelismul arterelor hidrografice, ca și posibilitatea adâncirii accentuate a văilor într-un facies nisipo argilos, stimulează complet morfologia de ansamblu a acestui teritoriu.

Cel mai caracteristic proces din zona Colinelor Tutovei este eroziunea torențială, dar nu lipsesc nici ravenele cu adâncimi frecvente de peste 7-8 m în Valea Zeletinului. Eroziunea torențială completează activitatea denudativă a celorlalte procese de versanți, creând o familie specifică de forme de relief-ogașe, ravene, torenți. Eroziunea torențială este prezentă pe toți versanții cu înclinări peste 5^0 - 10^0 din Colinele Tutovei cu o conformație argilo-nisipoasă sau nisipoasă.

Depasările de teren sunt evidente în areale mari pe versantul abrupt al Siretului, din sud vest-ul Colinelor Răcătăului (parte integrată a Colinelor Tutovei), în bazinele superioare ale Berheciului, Zeletinului și a Lipovei.

3.2. Studiul hidrografic și hidrogeologic

Rețeaua hidrografică este reprezentată de afluenți de stânga ai Siretului mijlociu și afluenți de dreapta ai Bârladului. Siretul mijlociu are afluenți pentru zona studiată următorii: Pârâul Morii, Răcățau, Glodeni, Polocin, Râpaș, Precista, Moara.

Afluenții râului Bârlad, cel mai important pentru zona studiată este râul Berheci (cu o lungime de 89,3 km) care izvorăște dintr-o regiune aflată lângă comuna Obârșia, situată la 410 m altitudine și drenează partea vestică a zonei.

Cel mai important afluent al râului Berheci este Zeletinul, a cărei pantă longitudinală medie este caracteristică pentru toți afluenții Bârladului din Podișul Tutovei, fiind de 4 m/km, deci suficient de mare pentru producerea eroziunii de adâncime.

Afluenții de partea dreaptă a Berheciului sunt: Găiceana și Ghilăvești (cu lungimea de 22 km), Abageru, Godinești (cu lungimea de 14 km), Negulești, Boului, Dunavățul (cu lungimea de 14 km), Șerboiaia, Cea mai mare parte dintre acești afluenți au un caracter de curgere temporară.

Afluenții din același sens ai Zeletinului sunt: Apa Neagră (cu lungimea de 11 km), Gunoaia, Răchitoasa, Droboțor (cu lungimea de 32 km), Tecucelul (cu lungimea de 24 km) este un afluent de dreapta care are caracterul specific râurilor din câmpiile piemontane.

Râurile care parcurg teritoriul Colinelor Tutovei sunt următoarele: Paraschiv, Bărboasa, Fruntești, Valea Lupului, Tutova.

În cazul cursurilor mici de apă, cu izvoarele în Colinele Tutovei, dar care nu interferează pânze freatice, alimentarea subterană fiind foarte redusă, în acest fel, în perioadele secetoase seacă aproape complet.

Pârâul Berheci izvorăște pe teritoriul comunei Izvorul Berheciului și traversează comuna Vultureni. Pârâul Dunavăț, emisar al Pârâului Berheci, parcurge comuna Filipeni alături de pârâul Fruntești, cu un debit mic dar având o turbiditate ridicată. La confluența dintre Pârâul Berheci și Pârâul Fruntești se află comuna Oncești.

În partea sudică a comunei Izvorul Berheciului, în zona satelor Barboasa–Taula, teritoriul are o deschidere de cca. 6,5 km., ca urmare a întinderii teritoriului pe pârâul Barboasa, care creează o spărtură cu terenuri accesibile, în colina de la sud de pârâul Dunavăț. În figura 3.1 este prezentat spațiul hidrografic din zona Colinelor Tutovei.

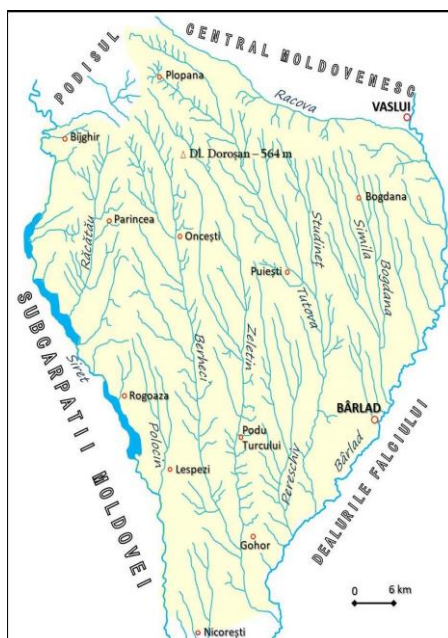


Fig. 3.1 Spațiul hidrografic în Colinele Tutovei
 Fig. 3.1 Hydrographic area in the Tutova Hills

Scurgerea solidă este dată de condițiile de relief, climă, sol și litologie, adecvate dezvoltării procesului de eroziune. Datorită acestor factori favorabili, transportul materialelor solide, prin albia râurilor, se face în cea mai mare parte (95%) sub formă de suspensii. Scurgerea solidă specifică fluctuează în funcție de scurgerea lichidă specifică și de valoarea turbidității; de aceea, ea crește, în general de la sud spre nordul zonei.

Scurgerea lichidă, este caracteristica hidrologică cu o mare importanță practică, deoarece evidențiază rezervele de apă transportate de râuri și care pentru zona Colinelor Tutovei este în medie în jur de 1 l/s/kmp.

Un risc remarcabil pe Râul Siret, cu impact deosebit de periculos asupra populației, a vieții economice și sociale îl reprezintă inundațiile din anii 2005, 2008, 2010. Pe teritoriul Colinelor Tutovei sunt următoarele lacuri: Lacul Horgești, Lacul Răcăciuni, Bibirești, Lacul Năstăseni, Viforeni.

3.2.1. Precipitațiile atmosferice

Colinele Tutovei aparțin climatului temperat continental, cu repartiția geografică a valorilor medii anuale ale temperaturii aerului relativ uniformă.

Din punct de vedere a elementului climatic, cel mai expresiv aspect îl constituie precipitațiile. Regimul anual al precipitațiilor în Colinele Tutovei se descrie prin lipsa uniformității, cele mai mari cantități de precipitații cad în sezonul cald și au caracter de averse torențiale.

În zona Colinelor Tutovei, au fost descoperite valori mari din punct de vedere al cantității de precipitații căzute în aceeași lună, dar în ani diferiți, luând în evidență caracterul continental foarte pregnant cu nuanță excesivă. Cantitățile maxime și minime ale precipitațiilor, înregistrate în această zonă, au distanțe foarte mari între ele: în partea centrală la Oncești cantitatea maximă fost de 887,0 mm în anul 1971 iar cantitatea minimă de 315,0 mm în anul 1990, iar zona sudică a Colinelor Tutovei la Pogonești cantitatea maximă de precipitații înregistrată a fost de 794,9 mm în 1972 și cantitatea minimă de precipitații a fost înregistrată în anul 1986 de 288,4 mm.

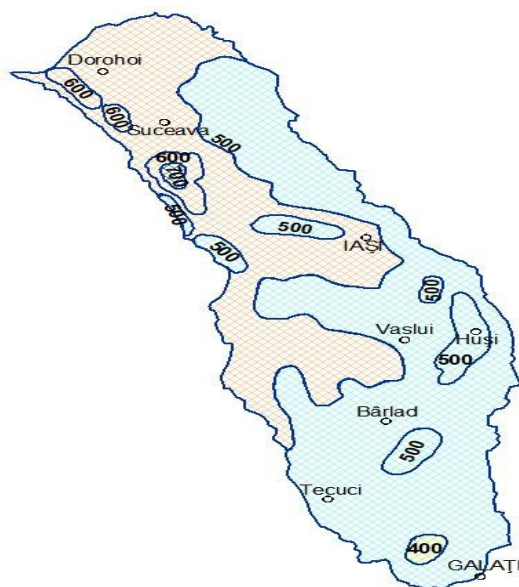


Fig.3.2 Repartiția precipitațiilor atmosferice și cantitățile medii anuale
(din Clima R.P.R., I.M.H)

*Fig.3.2 Distribution of atmospheric precipitation and average annual amounts
(from Clima R.P.R., I.M.H)*

Aversele torențiale, în Colinele Tutovei se înregistrează în sezonul cald, în perioada mai-august în nord, și iunie-august în sud. Intensitatea medie anuală a averselor torențiale scade pe măsura creșterii altitudinii, și este cuprinsă între 0,29 - 0,38 mm/minut. Cele mai mari valori se înregistrează în zona colinelor înalte (1,25 – 1,10 mm/min) iar spre sud, valoarea maximă a intensității medii scade sub 1 mm/min. Intensitățile maxime înregistrate în lunile iunie-iulie sunt de 6 - 10 mm/minut.

În tabelul 3.1 sunt prezentate cantitățile de precipitații atât lunare cât și anuale în perioada 1961-2021 la stația meteorologică Vaslui.

Tabelul 3.1/Table 3.1

Cantitatea lunară și anuală de precipitații la stația meteorologică Vaslui
(Direcția Județeană de Statistică Vaslui)
Monthly and annual precipitation at the Vaslui meteorological station
(Vaslui County Directorate of Statistics)

	Anii de observație				
	1961-2000	2015	2018	2020	2021
	Unitate de măsură (mm)				
Ianuarie	21,7	23,0	23,3	6,5	24,0
Februarie	24,4	27,2	57,9	18,1	18,0
Martie	25,6	58,9	67,2	16,5	26,8
Aprilie	42,0	34,8	11,8	7,4	36,6
Mai	61,3	22,0	12,6	57,1	44,3
Iunie	79,8	36,4	95,2	70,8	101,9
Iulie	74,8	58,8	83,0	39,7	48,2
August	54,9	12,2	32,8	24,3	86,8
Septembrie	50,1	23,8	16,8	45,4	7,6
Octombrie	32,7	65,6	1,6	67,4	5,4
Noiembrie	31,3	91,7	31,3	10,2	9,9
Decembrie	29,5	2,2	33,9	61,7	84,1
Cantitatea anuală totală	528,1	456,9	467,4	425,1	493,6

Urmărindu-se cantitățile totale pe fiecare an în parte se observă ca cantitatea ce mai ridicată de precipitații a fost înregistrată în perioada 1961-2000 de 528,1 mm, iar anul în anul 2020 s-a înregistrat cea mai mică cantitate de precipitații de 425,1 mm. Din punct de vedere al cantității de precipitații pe luni se constată că în luna iunie s-a identificat cea mai mare cantitate de precipitații de 101,9 mm, iar la polul opus cu cea mai mică cantitate de precipitații a fost luna octombrie de 5,4 mm.

3.2.2. Evapotranspirația potențială

Principala sursă de alimentare a unităților hidrologice sunt precipitațiile. Cea mai mare cantitate de apă recepționată în bazinele hidrografice ale zonei se consumă prin evapotranspirație (cca. 90%), iar cca. 9% se infiltrează (Băcăoanu și colab, 1980).

Există două tipuri de evapotranspirație și anume evapotranspirație potențială (ETP mm) și reală (ETR). Evapotranspirația potențială (ETP mm) oscilează în funcție de anotimp și de lunile anului.

3.2.3. Dinamica maselor de aer

Dinamica atmosferei din cuprinsul Colinelor Tutovei este descrisă printr-o mare frecvență a vânturilor de nord-vest și nord, urmate de cele de sud-est și de sud.

Circulația generală a atmosferei determină în jumătatea nordică a regiunii și o frecvență ridicată a vânturilor din S (11,7%) și SE (11%).

În jumătatea sudică a regiunii, orientarea rețelei hidrografice, altitudinea și configurația reliefului determină creșterea frecvenței vânturilor de N (17%) și SV (14%). Cea mai redusă frecvență anuală o au vânturile de NE și E (1,5-2,5%).

Iarna este caracteristic vântul de NV pentru colinele înalte (19-21%) și cel de nord pentru colinele joase, care conferă un caracter rece și uscat.

Primăvara, pe lângă frecvența ridicată a vânturilor de NV, sporește frecvența vânturilor și pe celelalte direcții, determinând cele mai scăzute valori ale calmului atmosferic.

Vara este dominantă circulația de NV (21-26%), urmată de cea nordică (10-16,5%). Toamna, deși circulația nord-vestică se menține ca dominantă, dar cu frecvență mai redusă decât în primăvară, crește intensitatea circulației sudice (12%), sud-estice (10-12%) și sud-vestice (14%) (GAL, 2012).

3.3. Studiul pedologic

În procesul de formare și repartiție a solurilor, un factor important este clima, avându-se în vedere faptul că ea condiționează caracterele și răspândirea unui alt factor foarte important, cel biologic (Chițu, 1975).

Pe teritoriul Colinelor Tutovei au fost identificate 18 unități taxonomice de soluri, aparținând claselor Cernisoluri, Luvisoluri, Hidrisoluri, Protisoluri și Antrisoluri, precum și, 10 subtipuri majore.

Clasele de soluri din zona Colinelor Tutovei se poate caracteriza astfel:

1. Predomină clasa de cernisoluri, care însumează peste jumătate din suprafața regiunii (58%), urmată de clasa luvisoluri (18%), împreună aceste două clase însumează peste 76% din suprafață și dau nota pedogeografică definitorie a bazinului Colinelor Tutovei(fig. 3.3)
2. Destul de mare este și răspândirea solurilor din clasa protisoluri (17%), în special a regosolurilor, care în asociație cu erodosolurile dau și ele o notă aparte regiunii;
3. În proporții reduse, sunt reprezentate și antrisolurile și hidrisolurile.

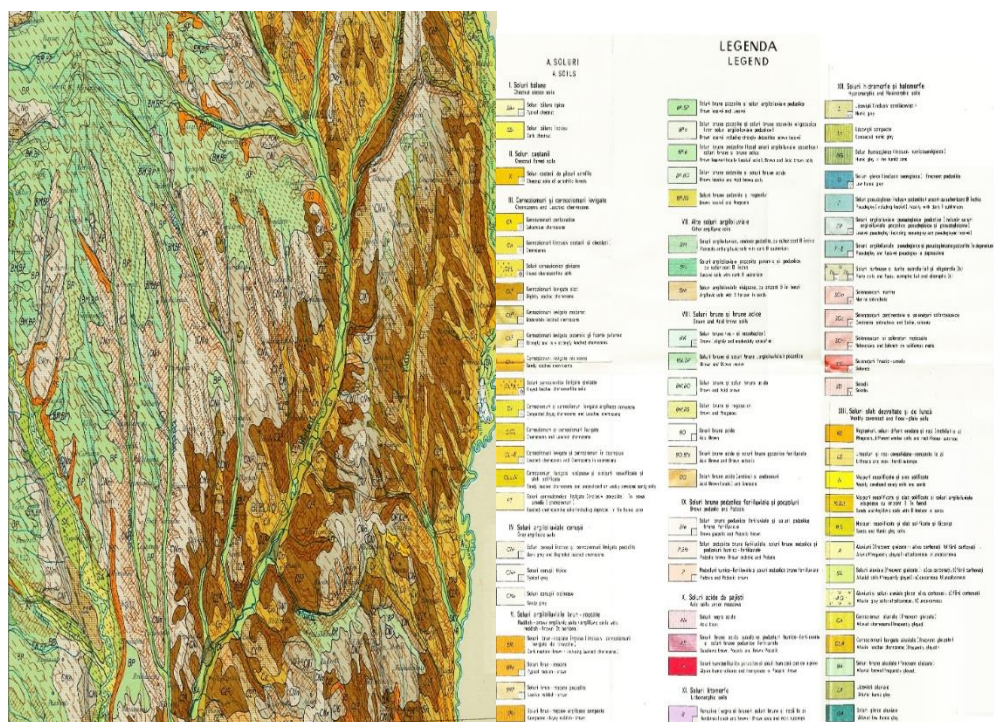


Fig. 3.3 Harta solurilor din Colinele Tutovei (IGISCP, 1970-1971)

Fig. 3.3 Soil map of the Tutova Hills (IGISCP, 1970-1971)

3.4. Vegetația spontană și cultivată

În perimetrul Colinelor Tutovei, sunt evidente două zone de vegetație și anume: zona forestieră și zona de silvostepă.

Zona forestieră, este situată în partea nordică, centrală și vestică a Colinelor Tutovei, deosebindu-se trei subzone:

1. Subzona fagului - partenerii cu care fagul formează arborete și faciesuri de amestec sunt: carpenul, gorunul, teiul lucios, mestecănușul și mai redus paltinul. Pajiștile (secundare) sunt stăpânite de păiușcă (*Agrostis tenuis*); ovăscior (*Arrhenatherum elatius*) păiuș (*Festuca pratensis*); timoftica (*Phleum pratensis*).

2. Subzona gorun - stejar-fag-esențele se subetajează, pajiștile cuprind aproximativ aceleași specii;

3. Subzona stejar-gorun - este reprezentată de predominarea a gorunului (GAL, 2012).

PARTEA II- a
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

PART II
PERSONAL CONTRIBUTION

4. PROIECTAREA PROTOCOLULUI EXPERIMENTAL PENTRU STUDIAREA MODALITĂȚILOR DE PREVENIRE ȘI COMBATERE A EROZIUNII SOLULUI PE TERENURILE ARABILE

4. DESIGN OF THE EXPERIMENTAL PROTOCOL FOR STUDYING THE METHODS OF PREVENTING AND COMBATING SOIL EROSION ON ARABLE LANDS

4.1. Scopul și importanța cercetărilor

Studierea eroziunii solului pe terenurile arabile în pantă este o activitate de cercetare de importanță științifică ridicată, deoarece prin aceasta se poate releva și caracteriza unele aspecte fundamentale privind relațiile dintre sortimentele de culturi studiate și asigurarea protecției solului împotriva eroziunii solului.

Sortimentele de culturi studiate au fost stabilite în funcție de condițiile locale de climă și sol dar și de situația socio-economică a populației din zona de studiu. În funcție de productivitatea culturilor pe terenurile în pantă dar și de gradul de protecție asigurat solului, acestea au fost împărțite în culturi care valorifică bine condițiile specifice zonelor colinare și culturi care obțin producții mici și neeconomice.

Cea mai bună protecție împotriva eroziunii a fost asigurată de cultura de bromus, nefiind înregistrate scurgeri de apă și sol semnificative. Un ajutor protector este dat și de cerealele păioase, atât prin densitate, rădăcini, cât și prin masa foliară bogată, eroziunea înregistrând valori mici.

Aprecierea capacității de protecție a culturilor se face prin raportarea cantității de sol erodat de pe terenul cultivat cu diferite specii, la cea erodată de pe terenul neacoperit de vegetație (teren necultivat).

Printre culturile cele mai productive pe terenurile în pantă se numără: grâul, orzul, secara, mazărea, ierburile perene. Păstrarea la un nivel cât mai ridicat a potențialului productiv al culturilor amplasate pe terenurile în pantă se realizează prin folosirea de specii valoroase la înființarea acestora, dar și prin aplicarea de îngrășăminte, precum și printr-o exploatare rațională.

Datorită averselor torențiale care apar atunci când culturile sunt recent însămânțate sau când sunt proaspăt răsărite au loc pierderi de sol, apă și elemente nutritive. De aceea,

este importantă activitatea de fertilizare a culturilor pentru a asigura o rezistență mai mare la eroziune prin sporirea desimii plantelor, a masei vegetale aeriene și subterane.

Cercetarea de față are ca scop principal studiul proceselor erozionale pentru conservarea și valorificarea resurselor de sol și apă din Colinele Tutovei.

4.2. Obiective și activități

Principalele obiective și activități întreprinse în acest studiu sunt următoarele:

1-Cunoașterea formelor de degradare a terenurilor agricole în pantă și a categoriilor de folosință din zona Colinelor Tutovei în bazinul hidrografic Valea Țărnii:

- inventarierea hașurilor topografice din zona Colinelor Tutovei în bazinul hidrografic Valea Țărnii;

- identificarea terenurilor agricole în pantă afectate de eroziune.

2-Determinarea impactului eroziunii de suprafață asupra calității solului din punct de vedere a degradării proprietăților sale fizico-chimice:

- determinarea conținutului în humus a solului la fiecare cultură luată în studiu și la ogorul negru permanent din trei secțiuni ale fiecărei parcele (amonte, mijloc, aval);

- determinarea conținutului în azot a solului la fiecare cultură luată în studiu și la ogorul negru permanent din trei secțiuni ale fiecărei parcele (amonte, mijloc, aval);

3-Monitorizarea parametrilor climatici și ai rezervei de apă din sol la culturile luate în studiu din perimetrul parcelelor standard pentru controlul scurgerilor pe faze de vegetație (semănat, răsărit, înflorit, recoltat):

- realizarea unui studiu reprezentativ referitor la rezerva de apă din sol la plantele luate în studiu prin analize de laborator;

4-Monitorizarea reacției hidrologice și erozionale prin intermediul parcelelor standard pentru controlul scurgerilor amplasate în bazinul hidrografic studiat:

- determinarea eroziunii solului la fiecare cultură luată în studiu și la ogorul negru permanent prin analize de laborator;

- determinarea scurgerii lichide la fiecare cultură luată în studiu și la ogorul negru permanent prin analize de laborator;

- determinarea coeficientului de scurgere la fiecare cultură luată în studiu și la ogorul negru permanent prin analize de laborator;

4.3. Metoda de cercetare

Pentru atingerea scopului și a obiectivelor propuse, a fost luată în studiu experiența privind parcelele standard pentru controlul scurgerilor organizată în cadrul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului “Mircea Moțoc” Perieni.

Parcelele sunt lucrate în sistem convențional, fiind cultivate cu: porumb, grâu, floarea-soarelui, mazăre, ierburi perene anul 4 și 5 (bromus inermis), mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%), fiind respectată rotația culturilor (tabelul 4.1).

Tabelul 4.1/Table 4.1

Rotația culturilor agricole la parcelele standard pentru controlul scurgerilor
în perioada 2022-2024

Crop rotation on standard plots for runoff control in the period 2022-2024

Anul	Parcela 1 (100 m ²)	Parcela 2 (100 m ²)	Parcela 3 (100 m ²)	Parcela 4 (100 m ²)	Parcela 5 (100 m ²)	Parcela 6 (100 m ²)	Parcela 7 (150 m ²)	Parcela 8 (150 m ²)	Parcela 9 (100 m ²)	Parcela 10 (100 m ²)
2022	porumb	floarea - soarelui	bromus inermis anul 4	mazăre	grâu	ogor	ogor	porumb	grâu nefertilizat	porumb nefertilizat
2023	floarea - soarelui	mazăre	bromus inermis anul 5	grâu	porumb	ogor	ogor	floarea - soarelui	porumb nefertilizat	grâu nefertilizat
2024	mazăre	grâu	floarea-soarelui	porumb	mixtură semințe anul 1	ogor	ogor	mazăre	grâu nefertilizat	porumb nefertilizat

Parcelele standard pentru controlul scurgerilor au următoarele dimensiuni: parcelele 1 - 6 și 9, 10 au dimensiuni de 25 m lungime x 4 m lățime, iar parcela 7 și 8 au dimensiuni de 37,5 m lungime x 4 m lățime. Dimensiunile parcelelor sunt diferite deoarece în acest mod este pusă în evidență relația dintre eroziune și lungimea parcelei. De pe parcelele cu lungimea mai întinsă au loc scurgeri de apă și sol mai crescute.

Parcele sunt separate între ele prin drumuri înierbate. Fiecare parcelă este îngrădită cu pereți din tablă pentru a nu induce erori în calcule.

Lucrările agricole de pregătire a patului germinativ precum și semănatul culturilor pe toate parcele s-au executat după direcția curbelor de nivel.

Parcelele 1 - 5 și parcela 8 au fost fertilizate în fiecare toamnă cu îngrășământ de tip complex, iar în primăvara fiecărui an cu fertilizant de tip azotat de amoniu.

Fertilizarea cu îngrășăminte chimice a solului ajută la îmbunătățirea proprietăților solului, infiltrația apei în sol provenită din precipitații, oferindu-i acestuia o rezistență mai mare la eroziune.

Când au loc averse torențiale, se prelevează probe de apă din bazinele colectoare, pentru a determina pierderile de apă și sol de pe parcelele cultivate dar și de pe parcelele necultivate. Pentru calcularea pierderilor de apă și sol, după fiecare ploaie ce a produs scurgeri, s-a determinat volumetric amestecul rezultat. Volumul de sol erodat s-a calculat după ce probele omogene de amestec rezultat în fiecare bazin s-au decantat, uscat, apoi sau cântărit.

5. RESEARCH RESULTS ON WATER AND SOIL CONSERVATION METHODS ON ARABLE LANDS LOCATED ON SLOPES

Zonele cu un grad ridicat de vulnerabilitate la eroziune din perimetrul SCDCES Perieni sunt bazinul superior Valea Țarnii având o suprafață cca. 250 ha (fig. 5.1) și bazinul Gheltag care se întinde pe o suprafață de 100 ha arabil și 16 ha pășune (fig. 5.2).

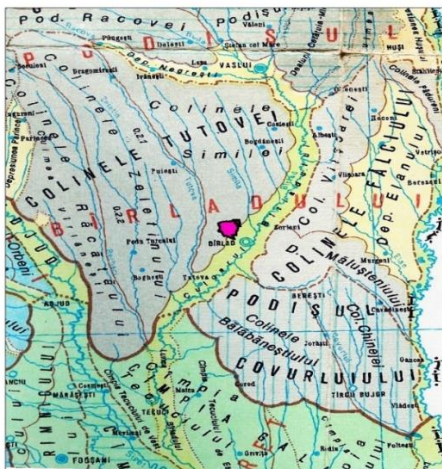


Fig. 5.1 Geomorphological framing of the Țărnii Valley, Tutovei Hills hydrographic sub-basin



Fig. 5.2 Amenajarea antierozională a bazinului Ghelțag Colinele Tutovei

Fig. 5.2 Anti-erosion design of the Ghelțag basin, Tutovei Hills

5.2. Analize și măsurători pentru completarea bazei de date necesare investigațiilor pe terenurile erodate

Aplicarea unui plan de amenajare antierozională a unui teritoriu ajută la estimarea cantitativă a pierderilor de apă și sol de pe terenurile agricole. Odată cu aplicarea planului de amenajare antierozională a unui bazin hidrografic se poate lua în calcul și lucrările de combatere a eroziunii solului pe terenurile arabile în pantă. Acestea se realizează prin observații și măsurători în câmp la nivelul bazinelor hidrografice dar și prin studiu îndelungat pe parcelele standard de determinare a scurgerii lichide și solide (eroziunea). Pe lângă acestea, o importanță remarcabilă o prezintă studiile desfășurate în timpul sau după evenimentele pluviale cu caracter deosebit.

Aversele torențiale ce cad în zonele colinare influențează terenurile agricole în pantă din cel puțin două puncte de vedere:

- se pierd cantități importante de sol prin procesele de eroziune de suprafață și adâncime;

- se pierde un volum mare de apă prin scurgerea la suprafața terenului, apă care ar putea fi folosită de plante, fapt care accentuează fenomenul de secetă.

Cercetările s-au efectuat în două bazine hidrografice reprezentative pentru zona colinară de est a României.

În primul bazin hidrografic Valea Țărnii, terenul este caracterizat prin versanți lungi și uniformi, cu pante moderate de 10 - 12%, unde a fost utilizat complexul de lucrări și măsuri antierozionale constituit din sistemul de cultură în fâșii, debușeu înierbat, perdele forestiere de protecție, rețea corespunzătoare de drumuri de exploatare agricolă (drumuri pe curba de nivel și drumuri în serpentină). Solul predominant în bazinul Valea Țărnii este cernoziomul cambic, moderat erodat care prezintă o fertilitate naturală ridicată.

Dispozitivul experimental pentru înregistrarea scurgerilor și a eroziunii (fig. 5.1) a fost construit pe versantul stâng al Văii Țărnii, în anul 1970, prin amenajarea unui set de zece parcele cu dimensiuni diferite. Versantul are expoziție vestică, pantă medie de 12%, soluri molice (cernoziom cambic, lutos, slab erodat). Terenul aparține domeniului public și se află în administrarea SCDCES Perieni.

În bazinul Valea Țărnii, măsurătorile s-au efectuat pe parcele standard de scurgere cu suprafața de 100 mp și 150 mp. Acestea au arătat faptul că valorile maxime ale eroziunii și scurgerii au fost înregistrate în luna august la grâu, porumb și ogor negru permanent. De asemenea, coeficientul de scurgere (tab. 5.1) a indicat la ogor în suprafața de 100 mp o valoare 0,005 (2024 septembrie) iar la parcela cu suprafața de 150 mp, coeficientul de scurgere a fost de 0,546 (2023 august), la porumb se consemnează un maxim de 0,231 în luna august (2024) după care prezintă o tendință de scădere la 0,024 în septembrie 2024. La grâu, se evidențiază o valoare maximă de 0,639 în august (2022), continuând să scadă până la 0,004 în luna septembrie (2024). Pe terenul necultivat, s-au constatat diferențe ale coeficientului de scurgere între suprafața de 100 mp și 150 mp, deoarece lungimea parcelei influențează scurgerea lichidă, parametru din formula de calcul a acestui indicator.

$$\text{Formula de calcul coeficientul de scurgere} = \frac{\text{surgerea lichidă}}{\text{aversa} * \text{suprafața parcelei}}$$

Tabelul 5.1/Table 5.1

Coeficientul de scurgere la diferite culturi agricole în funcție de averse variabile în perioada 2022-2024

Runoff coefficient for different agricultural crops depending on variable showers in the period 2022-2024

Data/anul	Aversa	Parcela	Cultura	Coeficientul de scurgere
	mm	Nr.		
30.07.2022+ 31.07.2022	21,6	6	ogor 100 mp	0,028
		7	ogor 150 mp	0,025
14.08.2022	10,5	4	mazăre miște	0,038
		6	ogor 100 mp	0,238

		7	ogor 150 mp	0,210
16.08.2022	10,6	1	porumb	0,179
		2	floarea-soarelui	0,538
		4	mazăre miriște	0,557
		5	grâu miriște	0,639
		6	ogor 100 mp	0,311
		7	ogor 150 mp	0,270
		8	porumb 150	0,113
		9	grâu miriște nefertilizat	0,104
		10	porumb nefertilizat	0,123
22.08.2022	13,7	1	porumb	0,226
		2	floarea-soarelui	0,212
		6	ogor 100 mp	0,131
		7	ogor 150 mp	0,112
		8	porumb 150	0,093
		9	grâu miriște nefertilizat	0,204
		10	porumb nefertilizat	0,131
10.09.2022	11,7	1	porumb	0,151
		6	ogor 100 mp	0,187
		7	ogor 150 mp	0,091
		8	porumb 150 mp	0,051
		9	grâu miriște nefertilizat	0,074
Data	Aversa	Parcela	Cultura	Coeficientul de scurgere
	mm	Nr.		
30.08.2023	38,4	1	floarea-soarelui	0,697
		2	mazăre	0,593
		5	porumb	0,231

		6	ogor 100 mp	0,296
		7	ogor 150 mp	0,546
		8	floarea-soarelui150 mp	0,313
		9	porumb nefertilizat	0,049
Data	Aversa	Parcela	Cultura	Coeficientul de scurgere
	mm	Nr.		
28.05.2024	21,2	6	ogor 100 mp	0,051
		7	ogor 150 mp	0,028
13.06+14.06.2024	49,0	1	mazăre	0,025
		4	porumb	0,182
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0,382
		6	ogor 100 mp	0,055
		7	ogor 150 mp	0,027
		8	mazăre 150	0,001
		9	porumb nefertilizat	0,009
10.07.2024	14,6	6	ogor 100 mp	0,019
		7	ogor 150 mp	0,015
17.07.2024	7,5	6	ogor 100 mp	0,017
		7	ogor 150 mp	0,014
06.08.2024	23,4	5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0,010
		6	ogor 100 mp	0,006
		7	ogor 150 mp	0,005

		10	porumb nefertilizat	0,005
29.08.2024	25,2	1	mazăre	0,022
		3	floarea- soarelui	0,006
		4	porumb	0,006
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0,030
		6	ogor 100 mp	0,082
		7	ogor 150 mp	0,036
		8	mazăre	0,003
11.09.2024	29,0	1	mazăre miriște	0,003
		6	ogor 100 mp	0,038
		7	ogor 150 mp	0,021
		10	porumb nefertilizat	0,004
14.09+15.09.20 24	98,0	1	mazăre miriște	0,110
		2	grâu miriște	0,004
		3	floarea- soarelui	0,007
		4	porumb	0,028
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0,064
		6	ogor 100 mp	0,132
		7	ogor 150 mp	0,147
		8	mazăre miriște 150 mp	0,048
		10	porumb nefertilizat	0,017
30.09+01.10.20 24	20,8	6	ogor 100 mp	0,005
		7	ogor 150 mp	0,006

Al doilea este bazinul hidrografic Ghelțag (fig. 5.2) situat pe pante cuprinse între 5 și 25%. În acest bazin, în funcție de panta terenului, a fost aplicat sistemul cu benzi înierbate și sistemul de cultură în fâșii dar și sistemul cu terase banchetă. De asemenea, scurgerile de apă și sol au fost colectate de către un debușeu înierbat pe care s-au amenajat câteva secțiuni pentru controlul scurgerilor, sub forma unor deversoare trapezoidale construite din beton (fig. 5.3).



Fig. 5.3 Secțiune triunghiulară pentru controlul scurgerilor în bazinul Ghelțag (Popa, 2000)

Fig. 5.3 Triangular section for leakage control in the Ghelțag basin (Popa, 2000)

Perimetrul experimental din bazinul Ghelțag este aflat în proprietate privată și a fost restituit unui număr de 83 de proprietari prin aplicarea legii fondului funciar din anul 1991. Datorită acestui aspect dar și a condițiilor specifice de relief, cele 100 de hectare de arabil nu au putut fi exploatate corect din punct de vedere antierozional, motiv pentru care terenul a fost arendat de către SCDCES Perieni. În bazinul Ghelțag predomină solul cenușiu de pădure, de la moderat la puternic erodat.

În perioada 2003 - 2004 terenul a fost reabilitat prin derularea unui proiect finanțat de Banca Mondială și Guvernul României.

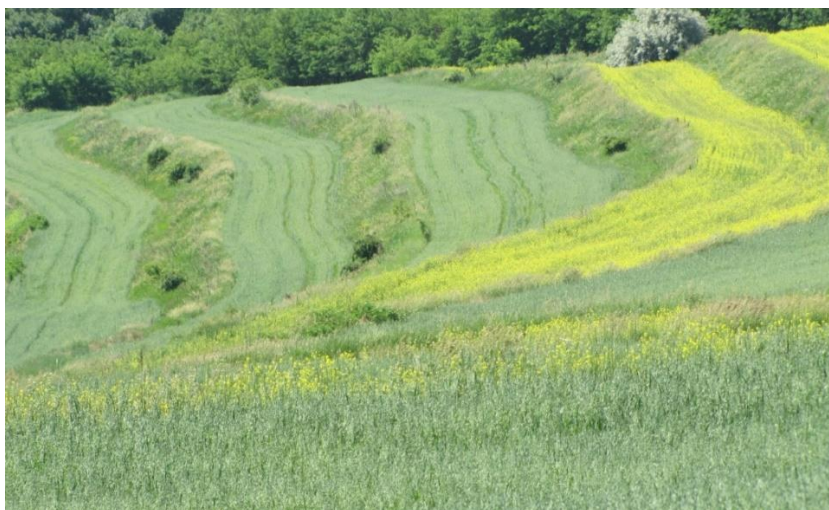


Fig. 5.4 Bazinul Ghelțaș, Colinele Tutovei (Popa, 2000)

Fig. 5.4 Ghelțaș Basin, Tutovei Hills (Popa, 2000)

Cercetările asupra celui de-al doilea bazin amenajat antierozional vizează verificarea eficacității lucrărilor și măsurilor antierozionale în condițiile unor evenimente pluviale extreme. Așadar, din mulțimea de averse care au generat pierderi de sol și apă, trei dintre acestea au fost importante prin faptul că au generat pagube importante mai ales pe suprafețele unde s-au executat lucrări de mobilizare a solului pentru pregătirea patului germinativ. Măsurătorile au indicat pierderi de sol care au variat între 15 și 45 t/ha, în funcție de factorii de sol și relief. S-a mai constatat că sezonul critic de eroziune, caracteristic perioadei cuprinse între sfârșitul lunii mai și sfârșitul lunii iulie, începe să se extindă și spre lunile mai și septembrie atunci când mare parte din terenurile arabile sunt neprotejate de vegetație ceea ce conduce la creșterea intensității proceselor erozionale.

Aplicarea celor patru sisteme antierozionale în bazinul Valea Țărnii dar și a indicatorului panta terenului de 12% a condus la diminuarea eroziunii solului la 10 t/ha, în schimb în zona Ghelțaș cantitatea de sol erodat a fost de 15 t/ha datorită pantei duble de 25% dar și a numărului mai mic de sisteme antierozionale utilizate.

Tabelul 5.2/Table 5.2

Sinteză asupra bazinelor hidrografice Valea Țărnii și Ghelțaș din cadrul Colinelor Tutovei
Synthesis on the Valea Țărnii and Ghelțaș hydrographic basins within the Tutovei Hills

Bazin hidrografic	Valea Țărnii	Ghelțaș
Panta (%)	12	25
Eroziunea (t/ha)	10	15

Tip de sistem aplicat	sistem de cultură în fâșii	sistem cu benzi înierbate
	debușeu înierbat	sistem de cultură în fâșii
	perdele forestiere de protecție	sistem cu terase banchetă
	rețea de drumuri	

5.2.1. Condițiile de relief și edafice în zona cercetată

Condițiile de relief în zona cercetată

Cercetările privind studiul proceselor erozionale pentru conservarea și valorificarea resurselor de sol și apă s-au desfășurat în perimetrul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului "Mircea Moțoc" Perieni.

Relieful are un rol important în procesul de formare și conservare a solurilor deoarece factorii climatici, hidrologici, biologici și antropici sunt puternic dependenți de relief.

Sub aspectul evoluției solurilor, cercetările efectuate asupra proceselor de eroziune au demonstrat că alături de precipitații, relieful este și el factorul esențial în desfășurarea acestor procese cu o anumită intensitate.

Condițiile edafice ale zonei cercetate

Cercetările privind studiul proceselor erozionale pentru conservarea și valorificarea resurselor de sol și apă luate în analiză prezintă un sol de tip cernoziom levigat, semicarbonatic, slab erodat, pe depozite loessoide cu o textură lutoasă.

Principalele trăsături ale învelișului de sol din zona Colinele Tutovei constituie structura zonal etajată condiționată de etajarea principalilor factori pedo-genetice (relief, climă și vegetație).

Se disting astfel două mari zone (etaje) de sol care se armonizează la două clase distincte (argiluvisoluri și molisoluri): zona solurilor argilo-iluviale corespunzătoare zonei forestiere din partea central nordică a bazinului Tutovei și zona solurilor molice (cernoziomice), concordantă stepei și silvostepii sarmatopontice din partea mai joasă, sudică a acestuia.

Pe teritoriul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii solului "Mircea Moțoc" Perieni, predomină solurile cenușii de pădure și cernoziomurile levigate.

Solul cenușiu de pădure se caracterizează printr-un conținut moderat de humus (cca 3%), azot (0,12 - 0,16%) și fosfor (0,10 - 0,15%), un grad de saturație în baze de 80 - 90%,

reacția slabă acidă ($H=6,3-6,8$), au o textură nisipo-lutoasă și sunt adânc levigate de carbonați.

Acest sol are o fertilitate ridicată pentru plantații pomiviticele și mai scăzută pentru culturile de câmp. De aceea, pe terenurile arabile în pantă sunt necesare îngrășămintele organice și minerale precum și o atenție sporită la prevenirea și combaterea eroziunii solului.

Cernoziomurile levigate (argilo-iluviale și cambice) sunt dezvoltate pe culmile mai joase și pe versanții din partea sudică a bazinului inferior al Tutovei, unde s-au format în condiții tipice de silvostepă (temperaturi în jur de $9,5^{\circ}\text{C}$, precipitații în jur de 500 mm).

Solul pe care s-a experimentat este de tip cernoziom cambic, prezintă caracterelor morfologice și fizico-chimice care sunt prezentate în continuare:

5.2.2. Dinamica regimului pluvial în perioada de experimentare

Apa reprezintă cel mai important factor de care influențează producția unei culturi, dar este în același timp și factorul cu cea mai mare inconsecvență în ceea ce privește cantitatea și repartitia lunară a precipitațiilor din cursul anului, în special la Perieni unde precipitațiile sunt singura sursă de apă.

Precipitațiile sunt secvențe principale ale circuitului apei în natură ce se manifestă sub formă de ploaie, burniță, grindină, zăpadă, ceață și se măsoară cu ajutorul pluviometrului sau pluviografului, care se înregistrează grafic cantitatea de apă căzută într-un anumit timp.

Condițiile climatice, în special precipitațiile prezintă o importanță deosebită în zona terenurilor în pantă, deoarece de modul de repartitie al acestora și mai ales de caracterul torențial al averselor, depinde în cea mai mare măsură, volumul eroziunii și al scurgerilor.

Pentru caracterizarea regimului pluviometric la SCDCES Perieni au fost preluate datele climatice de la stația meteo automată, model AddVantage Pro 6.5, instalată în incinta SCDCES Perieni, județul Vaslui (fig. 5.5).



Figura 5.5 Stația meteo automată-model AddVantage Pro 6.5
de la SCDCES Perieni

*Figure 5.5 Automatic weather station-model AddVantage Pro 6.5
from Perieni SCDCES*

În tabelul 5.3 sunt prezentate precipitațiile lunare dar și media multianuala în decursul a trei ani (2022-2024), se poate observa că în perioada rece a anului (iarna) a fost instalat un deficit de precipitații cuprins între - 11,6 mm (ianuarie 2023) și - 25,7 mm (decembrie 2023).

“Literatura de specialitate afirmă faptul că precipitațiile căzute în lunile de iarnă reprezintă cca 15-20% din cantitatea totală de apă căzută într-un an, fiind foarte importantă pentru acumularea unei rezerve de apă în sol” (Șimon și colab. 2017).

În cei trei ani de studiu, primăvara a debutat cu deficit mare de precipitații cuprins între - 10,0 mm (aprilie 2024) și - 35,2 mm (mai 2022), excepție au făcut lunile martie și aprilie când nu a fost observată o lipsă de precipitații. Insuficiența precipitațiilor a condus la o pregătire dificilă a patului germinativ pentru însămânțarea culturilor de primăvară dar și la o răsărire neuniformă. Cultura de grâu a avut și ea de suferit deoarece primăvara în perioada de vegetație când planta are nevoie de o anumită cantitate de apă pentru a se dezvolta bobul de grâu a fost instituit o carență de apă, ceea ce a condus la diminuarea producției.

Sezonul de vară a fost caracterizat de un conținut de precipitații scăzut, deficitul fiind cuprins între - 11,0 mm (2023 iulie) și - 66,0 mm (2022 iunie).

În toamna celor trei ani studiu, lunile ploioase (2024 septembrie) au alternat cele secetoase (2022, 2023 octombrie). Cea mai mare cantitate de apă notată a fost de 157,6 mm în anul 2024, îmbunătățind rezerva apei din sol.

În perioada de iarnă, precipitațiile solide (zăpada) cel mai mare stratul de zăpadă a fost de 10 cm în 2023, iar cel mai mic a fost de 2 cm. Insuficiența stratului de zăpadă nu înseamnă doar sol neacoperit ci chiar o lipsă a rezervei de apă, care e tot mai redusă, deoarece temperaturile ridicate duc la o evaporare mai accentuată a apei din sol.

Tabelul 5.3/Table 5.3

Precipitații medii și abaterea față de medie în perioada 2022-2024
Average precipitation and deviation from the average in the period 2022-2024

Anul	Ian	Feb	Mart	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noie	Dec
2022	2,4	1,6	1,5	58,7	19,7	9,4	36,2	50,0	37,0	4,8	61,1	13,1
Abaterea față de medie	-21,8	-23,0	-23,5	18,7	-35,2	-66,0	-22,8	1,1	-1,2	-29,2	25,9	-16,1
2023	12,5	5,9	7,1	67,6	38,3	20,5	47,9	43,8	14,3	4,8	68,5	3,3
Abaterea față de medie	-11,6	-18,4	-17,7	27,2	-16,4	-54,3	-11,0	-5,0	-23,6	-28,8	32,9	-25,7
2024	29,0	0,4	40,8	30,3	26,1	59,2	34,0	62,8	157,6	31,8	33,1	3,0
Abaterea față de medie	4,8	-23,7	15,8	-10,0	-28,2	-11,9	-11,2	13,8	118,2	-1,8	-2,5	-25,7

Evoluția precipitațiilor înregistrate în cei trei de ani de studiu este neuniformă față de perioada de referință, după cum se observă din datele prezentate în tabelul 5.3, acest aspect remarcându-se atât la nivel lunar cât și la nivel multianual.

Tabelul 5.4/Table 5.4

Numărul de zile cu precipitații și suma lunară a precipitațiilor la SCDCES Perieni, în perioada 2022-2024

Number of days with precipitation and monthly amount of precipitation at the SCDCES Perieni, during 2022-2024

Anul	Număr de zile cu precipitații												Cantitatea de precipitații (mm)	Abateră față de medie/an (mm)
	Ian	Feb	Mart	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Noie	Dec		
2022	8	3	4	10	10	5	8	11	9	7	10	9	295,4	-191,2
2023	12	7	5	13	12	7	12	4	2	2	10	3	338,5	-148,9
2024	9	2	9	10	7	4	5	5	11	7	10	5	508,1	20,1
Media	10	4	6	11	10	5	8	7	7	5	10	6	380,6	-320,0

Luna în care s-au înregistrat cele mai multe zile în care au căzut precipitații a fost aprilie a anului 2023 (13 zile) (tab. 5.4), în schimb cea mai mare perioadă în care nu a plouat a fost în lunile septembrie, octombrie ale anului 2023, unde au fost doar 2 zile cu precipitații.

5.3. Determinarea pierderilor de apă, sol, humus și elemente minerale prin eroziune sub principalele culturi agricole

Pe terenurile arabile în pantă, datorită eroziunii solului sunt deplasate cantităților importante de elemente fertilizante. Cuantificarea acestor pierderi, atât prin apa scursă cât și prin solul erodat, reprezintă în momentul actual o preocupare permanentă a tuturor cercetătorilor de pretutindeni.

Studiile asupra pierderilor de elemente minerale sunt strict legate de procesul de eroziune deoarece cantitățile cele mai mari de substanțe nutritive se pierd odată cu transportarea materialului solid datorită ploilor torențiale.

5.3.1. Determinarea pierderilor de apă sub principalele culturi agricole studiate

Pe lângă ceilalți factori cunoscuți ca relieful, vegetația, numărul și intensitatea ploilor torențiale și tipul acestora contribuie la declanșarea pierderilor de apă și amplificarea fenomenului de eroziunea.

În funcție de capacitatea ploilor de a provoca pierderi de apă, sol, humus și elemente minerale la culturile studiate, în România sunt apreciate ca ploi torențiale cele prezentate în tabelul 5.5.

Tabelul 5.5/Table 5.5

Intensitatea ploii funcție de durata ploii
Rain intensity depending on rain duration

Durata ploii (minute)	Intensitatea (mm/minut)
1-5	1.0
6-15	0.8
16-30	0.6
31-45	0.5
46-60	0.4
61-120	0.3
121-180	0.2
180	0.1

În perioada de studiu (2022-2024), au fost înregistrate 15 ploi torențiale care au declanșat scurgeri de apă. Ca număr cele mai multe averse (9), s-au înregistrat în anul 2024, apoi 5 averse în anul 2022 și doar 1 aversă în 2023.

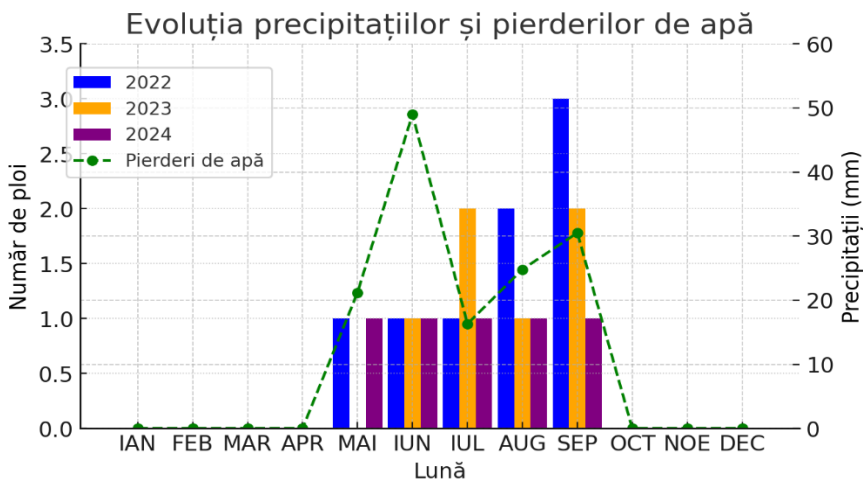


Fig. 5.6 Evoluția precipitațiilor și a pierderilor de apă în perioada 2022-2024
 Fig. 5.6 Evolution of precipitation and water losses in the period 2022-2024

Analizând evoluția volumului de precipitații ce au produs pierderi de apă în perioada 2022-2024 (fig. 5.6), se constată că în perioada mai-septembrie se produc cele mai mari pierderi de apă. În lunile ianuarie, februarie, martie, aprilie, octombrie, noiembrie și decembrie nu au fost înregistrate ploi torențiale care să determine pierderi de apă.

Tabelul 5.6/Table 5.6

Scurgerea lichidă la diferite culturi agricole în funcție de averse variabile în perioada 2022-2024

Liquid runoff to different agricultural crops depending on variable showers during 2022-2024

Data/anul	Aversa	Parcela	Cultura	Scurgerea lichidă
	mm	Nr.		mc/ha
30.07.2022+ 31.07.2022	21,6	6	ogor 100 mp	6,000
		7	ogor 150 mp	5,333
14.08.2022	10,5	4	mazăre miriște	4,000
		6	ogor 100 mp	25,000
		7	ogor 150 mp	22,000
		1	porumb	19,000

16.08.2022	10,6	2	floarea-soarelui	57,000
		4	mazăre miriște	59,000
		5	grâu miriște	7,000
		6	ogor 100 mp	33,000
		7	ogor 150 mp	28,666
		8	porumb 150 mp	12,000
		9	grâu miriște nefertilizat	11,000
		10	porumb nefertilizat	13,000
22.08.2022	13,7	1	porumb	31,000
		2	floarea-soarelui	29,000
		6	ogor 100 mp	18,000
		7	ogor 150 mp	15,000
		8	porumb 150 mp	12,666
		9	grâu miriște nefertilizat	28,000
		10	porumb nefertilizat	18,000
10.09.2022	11,7	1	porumb	18,000
		6	ogor 100 mp	22,000
		7	ogor 150 mp	16,000
		8	porumb 150 mp	9,000
		9	grâu miriște nefertilizat	8,750
Data	Aversa	Parcela	Cultura	Scurgerea lichidă
	mm	Nr.		mc/ha
30.08.2023	38,4	1	floare	268,000
		2	mazăre	228,000
		5	porumb	89,000
		6	ogor 100 mp	170,000
		7	ogor 150 mp	210,000

		8	floarea-soarelui 150 mp	179,333
		9	porumb nefertilizat	19,000
Data	Aversa	Parcela	Cultura	Scurgerea lichidă
	mm	Nr.		mc/ha
28.05.2024	21,2	6	ogor 100 mp	10,767
		7	ogor 150 mp	8,872
13.06+14.06.2024	49,0	1	mazăre	18,315
		4	porumb	89,000
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	187,007
		6	ogor 100 mp	26,898
		7	ogor 150 mp	20,147
		8	mazăre 150 mp	0,449
		9	porumb nefertilizat	4,450
10.07.2024	14,6	6	ogor 100 mp	2,712
		7	ogor 150 mp	3,258
17.07.2024	7,5	6	ogor 100 mp	1,278
		7	ogor 150 mp	1,047
06.08.2024	23,4	5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	2,452
		6	ogor 100 mp	1,411
		7	ogor 150 mp	1,631
		10	porumb nefertilizat	1,081

29.08.2024	25,2	1	mazăre	5,493
		3	floarea-soarelui	1,469
		4	porumb	1,401
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigraș 15%)	7,467
		6	ogor 100 mp	20,741
		7	ogor 150 mp	13,430
		8	mazăre	1,044
11.09.2024	29,0	1	mazăre miriște	0,872
		6	ogor 100 mp	11,112
		7	ogor 150 mp	8,997
		10	porumb nefertilizat	1,180
14.09+15.09.20 24	98,0	1	mazăre miriște	31,757
		2	grâu miriște	1,065
		3	floarea-soarelui	2,036
		4	porumb	8,016
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigraș 15%)	18,475
		6	ogor 100 mp	38,248
		7	ogor 150 mp	42,539
		8	mazăre miriște 150 mp	20,713
		10	porumb nefertilizat	4,788
30.09+01.10.20 24	20,8	6	ogor 100 mp	1,076
		7	ogor 150 mp	1,276

Analizând aversele torențiale care au determinat scurgeri în perioada de studiu la parcelele standard pentru controlul scurgerilor la SCDCES Perieni (tabelul 5.6) se observă că 6 averse au fost sub 20 mm, 7 averse au fost între 20 - 40 mm, 1 aversă între 40 - 50 mm și 1 aversă peste 50 mm. Cea mai mică aversă torențială a fost de 7,5 mm în luna iulie a anului 2024, iar cea mai mare a fost de 98,0 mm în luna septembrie tot în anul 2024. Din datele tabelului 5.6 se poate remarca anul 2023 atipic cu doar 1 aversă de 38,4 mm în luna august care a determinat scurgeri la aproximativ toate culturile agricole luate în studiu.

În anul 2022 cea mai mare scurgere a fost de 59,000 mc/ha la cultura de mazăre în stadiu de miriște înregistrată la o ploaie de 10,6 mm, datorită faptului că suprafața foliară a plantei de mazăre este deficitară în frunze și nu mai interceptează și nu mai împiedică loviturile picăturilor de ploaie atunci când aversele sunt torențiale, fapt ce duce la micșorarea rezervei de apă din sol și implicit la scăderea producției agricole. La cultura de bromus inermis nu au fost înregistrate scurgeri lichide pe parcursul anului 2022 deoarece prin densitatea mare a plantelor a protejat foarte bine solul înfiltrând-se apa în sol, astfel se amplifică rezerva de apă în sol.

În cursul anului 2023, cea mai însemnată scurgere a fost la cultura de floarea-soarelui de 268,000 mc/ha la o ploaie de 38,4 mm pentru că este o cultură prășitoare fiind vulnerabilă la pierderile de apă odată cu căderea avelor torențiale.

În 2024, mixtura semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%) s-a evidențiat prin scurgerea lichidă de 187,007 mc/ha la o ploaie de 49,0 mm în data de 13 - 14.06.2023, fiindcă masa vegetativă a plantelor existentă la suprafața solului nu era dezvoltată suficient și nici rădăcinile plantelor nu erau consolidate suficient în sol pentru a împiedica pierderile de apă de la suprafața solului.

Tabelul 5.7/Table 5.7

Sinteză asupra cantităților de apă scurse prin eroziune, în perioada 2022-2024, la diferite culturi amplasate pe cernoziomul cambic moderat erodat cu panta de 12% de la SCDCES Perieni

Summary of the quantities of water lost through erosion, during the period 2022-2024, for different crops located on the moderately eroded cambic chernozem with a slope of 12% at the SCDCES Perieni

Cultura	Apa scursă în anul			
	2022	2023	2024	Media
Precipitații înregistrate (mm)	295,4	334,6	508,1	379,3
Precipitații care au determinat scurgeri (mm)	68,1	38,4	288,7	131,7
Ogor 100 m ²	68,1	38,4	288,7	131,7

Ogor 150 m ²	68,1	38,4	288,7	131,7
Grâu	10,6	0,0	98,0	36,2
Porumb	36,0	38,4	172,2	82,2
Mazăre	21,1	38,4	201,2	86,9
Floarea-soarelui	24,3	38,4	98,0	53,5
Bromus (2022- anul 4, 2023- anul 5), mixtură semințe anul 1- 2024 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0,0	0,0	195,6	65,2
Porumb nefertilizat	38,4	38,4	199,4	92,0
Grâu nefertilizat	38,4	38,4	0,0	25,6

5.3.2. Determinarea pierderilor de sol sub principalele culturi agricole

Una din componentele principale ale procesului de eroziune o constituie apa provenită din precipitații, având cantitate mai mare de 5 l/m², ce cade sub forma ploilor torențiale.

Din analiza datelor din tabelul 5.8, se constată că din numărul total al ploilor (15) care au produs eroziunea solului, ce au căzut în perioada de studiu 2022-2024 sunt repartizate pe luni astfel: 1 ploaie a căzut în luna mai, 1 ploaie a căzut în luna iunie, 3 ploii în luna iulie, 6 ploii în luna august și 4 ploii în luna septembrie.

Tabelul 5.8/Table 5.8

Eroziunea solului la diferite culturi agricole în funcție de averse variabile în perioada 2022-2024

Soil erosion of different agricultural crops depending on variable showers in the period 2022-2024

Data/anul	Aversa	Parcela	Cultura	Eroziunea
	mm	Nr.		t/ha
30.07.2022+ 31.07.2022	21,6	1	porumb	0
		2	floarea-soarelui	0
		3	bromus inermis anul 4	0
		4	mazăre	0
		5	grâu	0

		6	ogor 100 mp	0,104
		7	ogor 150 mp	0,110
		8	porumb 150 mp	0
		9	grâu nefertilizat	0
		10	porumb nefertilizat	0
14.08.2022	10,5	1	porumb	0
		2	floarea-soarelui	0
		3	bromus inermis anul 4	0
		4	mazăre miriște	0,081
		5	grâu	0
		6	ogor 100 mp	0,314
		7	ogor 150 mp	0,323
		8	porumb 150 mp	0
		9	grâu nefertilizat	0
		10	porumb nefertilizat	0
16.08.2022	10,6	1	porumb	0,082
		2	floarea-soarelui	0,513
		3	bromus inermis anul 4	0
		4	mazăre miriște	0,797
		5	grâu miriște	0,044
		6	ogor 100 mp	0,947
		7	ogor 150 mp	1,828
		8	porumb 150 mp	0,118
		9	grâu miriște nefertilizat	0,193
		10	porumb nefertilizat	0,120
		1	porumb	0,156

22.08.2022	13,7	2	floarea-soarelui	0,321
		3	bromus inermis anul 4	0
		4	mazăre miriște	0
		5	grâu miriște	0
		6	ogor 100 mp	0,254
		7	ogor 150 mp	0,489
		8	porumb 150 mp	0,065
		9	grâu miriște nefertilizat	0,073
		10	porumb nefertilizat	0,116
10.09.2022	11,7	1	porumb	0,033
		2	floarea-soarelui	0
		3	bromus inermis anul 4	0
		4	mazăre miriște	0
		5	grâu miriște	0
		6	ogor 100 mp	0,746
		7	ogor 150 mp	0,854
		8	porumb 150 mp	0,031
		9	grâu miriște nefertilizat	0,056
		10	porumb nefertilizat	0
Data	Aversa	Parcela	Cultura	Eroziunea
	mm	Nr.		t/ha
30.08.2023	38,4	1	floarea-soarelui	5,259
		2	mazăre	2,810
		3	bromus inermis anul 5	0
		4	grâu miriște	0
		5	porumb	0,528

		6	ogor 100 mp	6,718
		7	ogor 150 mp	7,864
		8	floarea-soarelui 150 mp	1,617
		9	porumb nefertilizat	0,006
		10	grâu miriște nefertilizat	0
Data	Aversa	Parcela	Cultura	Eroziunea
	mm	Nr.		t/ha
28.05.2024	21,2	1	mazăre	0
		2	grâu	0
		3	floarea-soarelui	0
		4	porumb	0
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0
		6	ogor 100 mp	0,232
		7	ogor 150 mp	0,377
		8	mazăre 150 mp	0
		9	grâu nefertilizat	0
		10	porumb nefertilizat	0
13.06+14.06.2024	49,0	1	mazăre	0,066
		2	grâu	0
		3	floarea-soarelui	0
		4	porumb	1,261
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%,	0,457

			păiuș 30%, raigras 15%)	
		6	ogor 100 mp	5,524
		7	ogor 150 mp	10,484
		8	mazăre 150 mp	0,038
		9	grâu nefertilizat	0
		10	porumb nefertilizat	0,497
10.07.2024	14,6	1	mazăre	0
		2	grâu	0
		3	floarea- soarelui	0
		4	porumb	0
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăt 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0
		6	ogor 100 mp	0,598
		7	ogor 150 mp	1,788
		8	mazăre 150 mp	0
		9	grâu nefertilizat	0
		10	porumb nefertilizat	0
17.07.2024	7,5	1	mazăre	0
		2	grâu	0
		3	floarea- soarelui	0
		4	porumb	0
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăt 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0
		6	ogor 100 mp	0,190

		7	ogor 150 mp	0,218
		8	mazăre 150 mp	0
		9	grâu nefertilizat	0
		10	porumb nefertilizat	0
06.08.2024	23,4	1	mazăre	0
		2	grâu	0
		3	floarea-soarelui	0
		4	porumb	0
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0,127
		6	ogor 100 mp	0,723
		7	ogor 150 mp	0,907
		8	mazăre 150 mp	0
		9	grâu nefertilizat	0
		10	porumb nefertilizat	0,081
29.08.2024	25,2	1	mazăre	0,403
		2	grâu miriște	0
		3	floarea-soarelui	0,070
		4	porumb	0,104
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0,050
		6	ogor 100 mp	2,178
		7	ogor 150 mp	4,534
		8	mazăre	0,057

		9	grâu nefertilizat miriște	0
		10	porumb nefertilizat	0
11.09.2024	29,0	1	mazăre miriște	0,024
		2	grâu miriște	0
		3	floarea- soarelui	0
		4	porumb	0
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigraș 15%)	0
		6	ogor 100 mp	1,180
		7	ogor 150 mp	1,217
		8	mazăre	0
		9	grâu nefertilizat miriște	0
		10	porumb nefertilizat	0,022
14.09+15.09.20 24	98,0	1	mazăre miriște	2,043
		2	grâu miriște	0,022
		3	floarea- soarelui	0,066
		4	porumb	0,326
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigraș 15%)	0,283
		6	ogor 100 mp	8,120
		7	ogor 150 mp	8,969
		8	mazăre miriște 150 mp	0,779

		9	grâu nefertilizat miriște	0
		10	porumb nefertilizat	0,038
30.09+01.10.20 24	20,8	1	mazăre miriște	0
		2	grâu miriște	0
		3	floarea- soarelui	0
		4	porumb miriște	0
		5	mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0
		6	ogor 100 mp	0,035
		7	ogor 150 mp	0,051
		8	mazăre miriște 150 mp	0
		9	grâu nefertilizat miriște	0
		10	porumb nefertilizat miriște t	0

Analiza datelor experimentale aferente anilor 4 și 5 de vegetație ai speciei *Bromus inermis* a evidențiat absența pierderilor de sol (0 t/ha), aspect care reflectă eficiența ridicată a acestei specii în controlul eroziunii și confirmă funcția sa de cultură perenă cu rol protector asupra solului. O cultură bună protectoare analizată este mixtura de semințe constituită din: golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15% numai că ea a fost studiată în primul an de vegetație când plantele sunt slab dezvoltate în prima parte a anului, conducând la pierderi de sol (eroziune) de 0,457 t/ha.

În studiu, se încadrează grâul ca una din culturile bune protectoare deoarece, asigură un grad de acoperire a solului cuprins între 50% și 75%. Datele stocate în urma cercetărilor au afirmat funcția de protecție bună a solului având cantitatea de 0,044 t/ha ca fiind o pierdere nesemnificativă.

Cultura mediu protectoare încadrată în studiu este mazărea ce acoperă solul în proporție de 25% și 50%. Rezultatele obținute privitor la această cultură au fost de 2,810 t/ha în anul 2023 la o aversă de 38,4 mm în anul 2023.

Floarea-soarelui și porumbul, culturi slab protectoare (prășitoare) au avut rezultate ale eroziunii solului cuprinse între 1,261 t/ha (porumb) și 5,259 t/ha (floarea-soarelui), ceea ce sugerează un grad slab de protecție a solului în calea averselor de ploaie.

În cursul anilor de studiu 2022-2024, cantități de sol erodat semnificative (tabelul 5.8) au fost înregistrate la ogor (teren gata pregătit de însămânțat) de 10,484 t/ha la o aversă de 49,0 mm în anul 2024 în data de 13.06.2024+14.06.2024, deoarece solurile fără vegetație sunt cele mai susceptibile la eroziune.

La varianta cu grâu nefertilizat, s-a constatat o volum de sol erodat de 0,193 t/ha, pentru că plantele au fost slab dezvoltate atât la nivelul tulpinii cât și al rădăcinii și nu reușesc să protejeze foarte bine solul.

Porumbul, fără aplicarea fertilizanților a condus la o pierdere a solului de 0,497 t/ha datorată faptului că plantele nu au cantitățile potrivite de nutrienți pentru o dezvoltare optimă pentru a lupta în calea eroziunii solului.

Din analiza datelor, din tabelul 5.9 la culturile de grâu și porumb atât în variantă fertilizată cât și nefertilizată au condus la evidențierea aspectului important al fertilizării care îl are împotriva eroziunii prin diminuarea pierderilor de sol.

Tabelul 5.9/Table 5.9

Sinteză asupra cantităților de sol erodat prin eroziune, în perioada 2022-2024, la diferite culturi amplasate pe cernoziomul cambic moderat erodat cu panta de 12% de la SCDCES Perieni

Synthesis on the quantities of soil eroded by erosion, during the period 2022-2024, in different crops located on the moderately eroded cambic chernozem with a slope of 12% from the SCDCES Perieni

Cultura	Sol erodat în anul			
	2022	2023	2024	Media
Precipitații înregistrate (mm)	295,4	334,6	508,1	379,3
Precipitații care au determinat pierderi de sol (mm)	68,1	38,4	288,7	131,7
Ogor 100 m ²	0,473	6,718	2,086	3,092
Ogor 150 m ²	0,720	7,864	3,222	3,935
Grâu	0,044	0	0,022	0,066
Porumb	0,090	0,528	0,563	0,393
Mazăre	0,439	2,810	0,634	1,294
Floarea-soarelui	0,417	5,259	0,068	1,914
Bromus (2022-anul 4, 2023-anul 5), mixtură semințe anul 1-2024 (golomă)	0	0	0,229	0,076

30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)				
Porumb nefertilizat	0,118	0,006	0,159	0,094
Grâu nefertilizat	0,107	0	0	0,035

Probele prelevate de la bazinele de colectare a apei de pe parcelele pentru controlul eroziunii solului au parcurs următorii pași până la calculul rezultatelor eroziunii solului:

1. Se agită apa din bazinele colectoare (fig. 5.7) de 200 litri, 500 litri și 1000 litri la fiecare cultură și se scot 200 litri. Se recoltează o probă de apă în sticlă de sticlă (capacitate de aproximativ 500 ml) etichetată în prealabil cu un cod de identificare pentru a determina gradul de încărcare cu materiale filtrabile.



Fig. 5.7 Bazin plin cu apă și sol scurse de pe parcela martor de ogor de 150 mp
Fig. 5.7 Basin filled with water and soil drained from the 150 sq m field control plot

2. Se repetă operațiunea până ce se termină apa din bazinul colector de la fiecare parcelă luată în studiu.

3. Probele de apă sunt aduse în laborator pentru a fi prelucrate în vederea determinării: scurgerii lichide, eroziunea solului și coeficienților de scurgere astfel:

a) Se face cântărește cilindru gradat gol la balanța analitică și se notează în caiet, după care se agită fiecare probă și se pune în cilindrul gradat, se citește volumul de suspensie și se notează.

b) Se cântărește cilindrul gradat și se notează masa suspensiei +apa și cilindru și se notează în caiet (fig. 5.8).

c) Se pregătesc filtre de hârtie, se numerotează fiecare și se cântărește masa fiecărui filtru la balanța analitică, se notează în caiet.

d) Se pregătesc pahare Erlenmayer iar deasupra fiecărui pahar se pune câte o pâlnie din plastic, iar peste aceasta se așează filtre ce au fost cântărite în prealabil.

e) În dreptul fiecărui pahar Erlenmayer se așează câte o probă de apă (recipient din sticlă de aproximativ 500 ml) care i se atribuie câte un cod pe ea (fig. 5.9).

f) Se agită fiecare probă de apă și se răstoarnă conținutul probei peste hârtia de filtru pentru a se separa cantitatea lichidă de cea solidă, se repetă operațiunea până ce apa din paharul Erlenmayer devine incoloră.



Fig. 5.8 Cilindru gradat cu suspensie de apă și sol

Fig. 5.8 Graduated cylinder with water and soil suspension

g) După ce apa din paharul Erlenmayer a devenit incoloră se ia filtrul cu sol de deasupra pâlniei și se pune la uscat la aer.



Fig. 5.9 Prelucrarea probelor în laborator prelevate de la parcelele standard pentru controlul scurgerilor

Fig. 5.9 Laboratory processing of samples taken from standard plots for leakage control

i) Obținând toate datele de la fiecare probă luată de la bazinele colectoare se calculează cantitatea de sol erodat de la fiecare cultură luată în studiu prin formula:

$$\text{eroziunea solului} = \frac{\text{masă sol din bazinul colector}}{\text{suprafața parcelei}}$$

$$\text{masă sol din bazinul colector} = \text{volum apă bazin} * \frac{\frac{\text{masa soluției filtrate la proba recoltată}}{1000}}{\frac{\text{volumul suspensiei măsurat cu cilindrul gradat}}{1000}}$$

$$\text{volum apă bazin} = \frac{\text{volum apă}}{1000} * \frac{\text{volum suspensie bazin}}{\frac{\text{volum suspensie măsurat cu cilindrul gradat}}{1000}}$$

masa soluției filtrate la proba recoltată = masa filtrului și sol-masa filtrului;

volum apă = masa suspensiei-masa soluției filtrate la proba recoltată;

masa suspensiei = masa suspensiei+ apă +cilindru-(volum apă adăugată masa cilindrului gol).

5.3.3. Integrarea pierderilor de sol prin eroziune în analiza umidității solului și scurgerilor lichide

Pierderile de sol prin eroziune sunt un factor critic în analiza gestionării apei, deoarece influențează direct capacitatea solului de a reține umiditatea, precum și gradul de scurgere al apei după precipitații torențiale.

Datele din 2024 arată cum diferitele tipuri de culturi și lucrări ale solului afectează gradul de eroziune, iar aceste informații trebuie corelate cu umiditatea solului și scurgerile lichide pentru a înțelege vulnerabilitățile și a propune soluții de conservare a solului.

1. Corelarea pierderilor de sol prin eroziune cu umiditatea solului și scurgerile lichide

Observații generale:

a) Pierderile de sol sunt cele mai ridicate în ogoarele nelucrate, ceea ce confirmă că terenurile expuse sunt cele mai vulnerabile la eroziune.

b) Culturile agricole reduc eroziunea, dar există diferențe semnificative între tipurile de culturi.

c) Ploile torențiale accentuează eroziunea, iar cele mai mari pierderi au fost înregistrate în perioada iunie-septembrie, când au avut loc precipitații intense.

d) Culturile perene (mixtura de semințe) și cele cu rădăcini pivotante (floarea-soarelui) au avut cele mai mici pierderi de sol, ceea ce indică o protecție mai bună a stratului de sol împotriva eroziunii.

Implicații pentru conservarea solului:

1. Evitarea terenurilor expuse și implementarea culturilor de acoperire pot reduce semnificativ pierderile de sol.

2. Creșterea procentului de materie organică și îmbunătățirea structurii solului prin fertilizare și lucrări minime ale solului pot ajuta la reținerea particulelor de sol.

3. Implementarea benzilor înierbate și a tehnologiilor de irigare adecvate poate reduce atât eroziunea, cât și scurgerile lichide.

1. Analiza detaliată a pierderilor de sol prin eroziune la precipitații majore

a) Evenimentul din 14-15 septembrie 2024 (98,0 mm de precipitații – cea mai mare ploaie torențială a anului)

Principalele pierderi de sol:

- Ogoarele au pierdut cele mai mari cantități de sol (8,120 t/ha pentru ogor 100 mp și 8,969 t/ha pentru ogor 150 mp), confirmând că lipsa vegetației favorizează eroziunea masivă.
- Mazărea miriște a pierdut 2,043 t/ha, ceea ce indică o scădere a capacității solului de a rezista la eroziune după recoltare.
- Porumbul și mixtura de semințe au pierdut 0,326 t/ha și 0,283 t/ha, ceea ce indică o protecție mai bună față de eroziune.
- Grâul miriște a avut pierderi minime (0,022 t/ha), ceea ce sugerează că structura solului a rămas relativ stabilă după recoltare.

Corelarea cu umiditatea solului și scurgerile lichide:

- Această ploaie intensă a dus la cele mai mari pierderi de sol și cele mai mari scurgeri lichide.
- Ogoarele au avut atât cele mai mari pierderi de apă, cât și cele mai mari pierderi de sol, confirmând că solurile fără vegetație sunt cele mai vulnerabile.
- Grâul și porumbul fertilizat au avut scurgeri mai mici, iar pierderile de sol au fost reduse, indicând o mai bună retenție a apei.
- Mazărea miriște, care a avut pierderi mari de sol, a înregistrat și o scurgere lichidă ridicată, ceea ce sugerează o pierdere accelerată a apei și a particulelor de sol.

b) Evenimentul din 29 august 2024 (25,2 mm de precipitații)

Principalele pierderi de sol:

- Mixtura de semințe a avut cea mai mică pierdere de sol (0,050 t/ha), confirmând rolul benefic al vegetației perene în reducerea eroziunii.
- Ogoarele au avut pierderi de sol semnificative (2,178 t/ha pentru ogor 100 mp și 4,534 t/ha pentru ogor 150 mp).
- Floarea-soarelui a avut pierderi foarte mici (0,070 t/ha), ceea ce confirmă că rădăcinile pivotante sunt eficiente în stabilizarea solului.
- Porumbul a avut pierderi de 0,104 t/ha, indicând o rezistență moderată la eroziune.

Corelare cu umiditatea solului și scurgerile lichide:

- Această perioadă coincide cu scăderea progresivă a umidității solului, ceea ce arată că solurile mai uscate sunt mai susceptibile la eroziune.

- Porumbul și floarea-soarelui au avut pierderi reduse de sol și o retenție mai bună a apei, indicând o mai bună adaptare la condițiile climatice.

3. Concluzii și recomandări privind eroziunea solului

- ✓ Ogoarele nelucrate sunt cele mai expuse la pierderi de sol și scurgeri lichide mari.
- ✓ Mazărea și mixtura de semințe oferă o protecție mai bună împotriva eroziunii.
- ✓ Grâul miriște și floarea-soarelui reduc semnificativ pierderile de sol.
- ✓ Eroziunea este mai severă după ploi torențiale, când solul este deja saturat.
- ✓ Soluții recomandate: utilizarea culturilor de acoperire, minimizarea lucrărilor solului și menținerea vegetației permanente pentru a reduce pierderile de sol.

Această analiză demonstrează că o gestionare adecvată a terenului poate reduce pierderile de sol prin eroziune și îmbunătăți retenția apei în sol.

În figura 5.10 sunt evidențiate diferențele dintre **scurgerile lichide și pierderile de sol prin eroziune pentru fiecare cultură**. Acest grafic evidențiază:

- **Mixtura de semințe și porumbul au cele mai mari scurgeri lichide**, ceea ce indică o infiltrare limitată și pierderi mari de apă.
- **Ogoarele nelucrate au cele mai mari pierderi de sol prin eroziune**, confirmând că terenurile expuse sunt cele mai vulnerabile la degradare.
- **Mazărea și floarea-soarelui au cele mai mici pierderi de sol și scurgeri lichide**, sugerând o mai bună retenție a apei și protecție a solului.

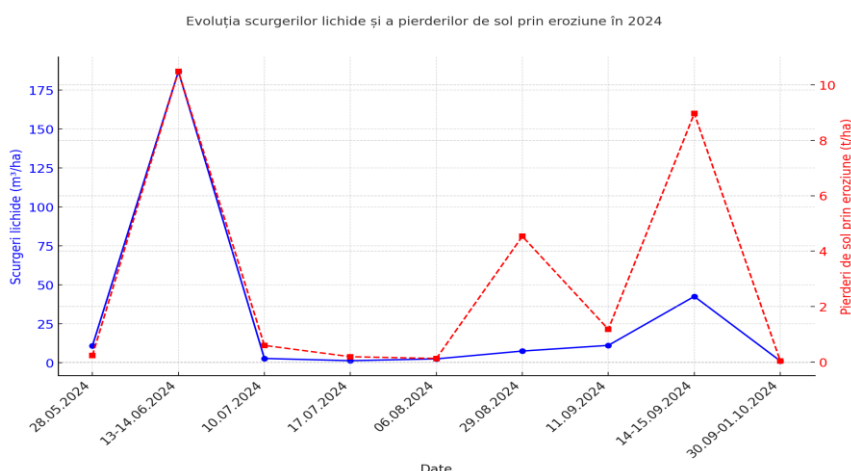


Fig. 5.10 Evoluția scurgerilor lichide și a pierderilor de sol prin eroziune în anul 2024

Fig. 5.10 Evolution of liquid runoff and soil losses through erosion in 2024

Diferențele dintre pierderile de sol prin eroziune și volumul scurgerii lichide observate la ploile torențiale din iunie și 14 - 15 septembrie 2024 pot fi explicate prin mai mulți factori legați de intensitatea ploilor, starea solului, acoperirea vegetativă și saturația apei în sol.

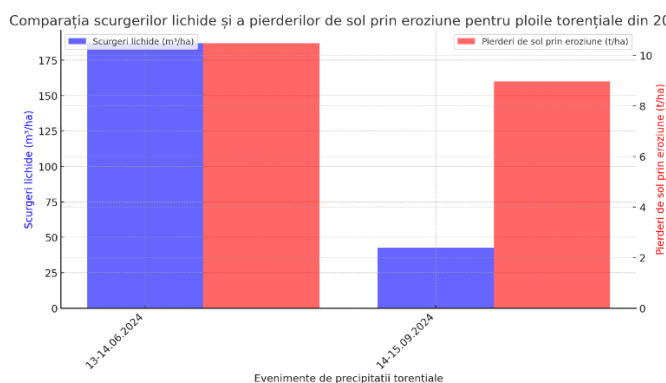


Fig. 5.11 Comparația scurgerilor lichide și a pierderilor de sol prin eroziune pentru ploile torențiale din anul 2024

Fig. 5.11 Comparison of liquid runoff and soil erosion losses for the 2024 torrential rains

Analiza scurgerilor lichide și a pierderilor de sol prin eroziune pentru ploile torențiale din 2024

Această analiză detaliată explică diferențele dintre pierderile de sol prin eroziune și volumul scurgerii lichide pentru toate evenimentele de precipitații torențiale din 2024, analizate în ordine cronologică.

Factorii luați în considerare sunt:

- Intensitatea precipitațiilor
- Gradul de saturație a solului
- Tipul de sol și lucrările agricole
- Acoperirea vegetativă

1. Evenimentul din 28 mai 2024 (10,7 mm de precipitații) – Ploaie slabă, dar cu eroziune semnificativă

- Scurgeri lichide moderate (10,767 m³/ha), dar pierderi de sol ridicate (0,232 t/ha).
- Această ploaie a avut un efect disproporționat asupra pierderilor de sol din cauza solului afânat și expus după lucrările agricole de primăvară.

- Solul nu era compactat, ceea ce a permis desprinderea ușoară a particulelor de sol.
- Nu existau încă culturi dezvoltate pentru a proteja solul de impactul picăturilor de ploaie.
- Formarea de ravene mici a contribuit la transportul particulelor de sol.

2. Evenimentul din 13 – 14 iunie 2024 (49,0 mm de precipitații) – Ploaie torențială cu pierderi mari de sol

Principalele pierderi de sol:

- Cele mai mari pierderi s-au înregistrat pe ogoarele nelucrate (10,484 t/ha pentru ogor 150 mp și 5,524 t/ha pentru ogor 100 mp).
- Porumbul fertilizat a pierdut 1,261 t/ha, în timp ce porumbul nefertilizat a avut o pierdere de doar 0,497 t/ha, ceea ce ar putea indica o mai bună retenție a solului în cazul fertilizării.
- Mazărea a avut cele mai mici pierderi de sol (0,066 t/ha), ceea ce sugerează un efect protector mai bun.
- Mixtura de semințe a redus semnificativ eroziunea, având doar 0,457 t/ha pierdere.

Corelarea cu umiditatea solului și scurgerile lichide:

- Ogoarele nelucrate, care au avut pierderi mari de sol, au înregistrat și cele mai mari scurgeri lichide.
- Mazărea și mixtura de semințe au avut atât scurgeri lichide, cât și pierderi de sol reduse, ceea ce confirmă că aceste culturi pot fi eficiente în combaterea eroziunii.
- Porumbul fertilizat a avut pierderi mai mari de sol comparativ cu cel nefertilizat, posibil din cauza densității mai mici a rădăcinilor în primele faze de vegetație.

3. Evenimentul din 29 august 2024 (25,2 mm de precipitații) – Scurgeri mari, dar pierderi moderate de sol

- Scurgeri lichide de 7,467 m³/ha și pierderi de sol de 4,534 t/ha.
- Volumul mai mare de apă a dus la creșterea scurgerilor, dar solul nu era complet expus.
- Solul începuse să fie mai compact după lunile anterioare, reducând transportul particulelor.
- Prezența culturilor și a miriștilor a limitat spălarea solului.

4. Evenimentul din 14 - 15 septembrie 2024 (98,0 mm de precipitații) – Ploaie cu scurgeri mari, dar pierderi mici de sol

Principalele pierderi de sol:

- Ogoarele au pierdut cele mai mari cantități de sol (8,120 t/ha pentru ogor 100 mp și 8,969 t/ha pentru ogor 150 mp), confirmând că lipsa vegetației favorizează eroziunea masivă.
- Mazărea miriște a pierdut 2,043 t/ha, ceea ce indică o scădere a capacității solului de a rezista la eroziune după recoltare.
- Porumbul și mixtura de semințe au pierdut 0,326 t/ha și 0,283 t/ha, ceea ce indică o protecție mai bună față de eroziune.
- Grâul miriște a avut pierderi minime (0,022 t/ha), ceea ce sugerează că structura solului a rămas relativ stabilă după recoltare.

Corelarea cu umiditatea solului și scurgerile lichide:

- Această ploaie intensă a dus la cele mai mari pierderi de sol și cele mai mari scurgeri lichide.
- Ogoarele au avut atât cele mai mari pierderi de apă, cât și cele mai mari pierderi de sol, confirmând că solurile fără vegetație sunt cele mai vulnerabile.
- Grâul și porumbul fertilizat au avut scurgeri mai mici, iar pierderile de sol au fost reduse, indicând o mai bună retenție a apei.
- Mazărea miriște, care a avut pierderi mari de sol, a înregistrat și o scurgere lichidă ridicată, ceea ce sugerează o pierdere accelerată a apei și a particulelor de sol.

Această analiză evidențiază necesitatea unei gestionări eficiente a terenurilor agricole pentru a preveni eroziunea solului și a menține un echilibru optim între retenția apei și protecția solului.

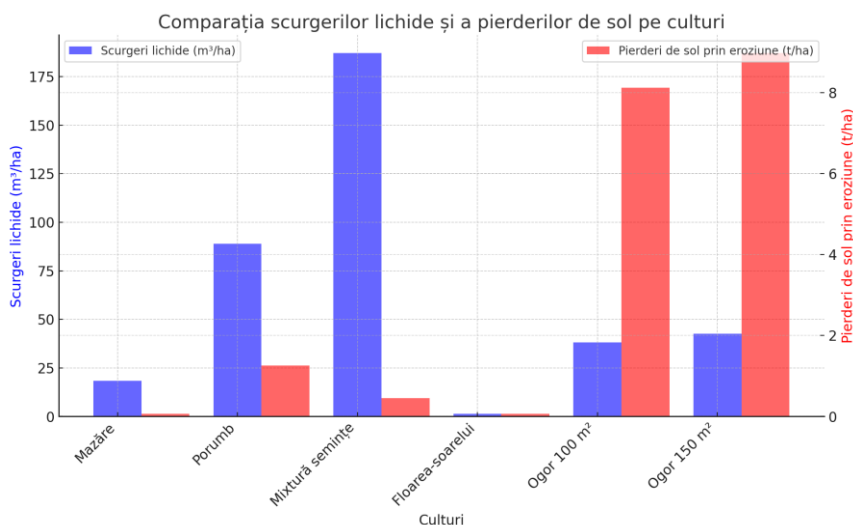


Fig. 5.12 Comparația scurgerilor lichide și a pierderilor de sol pe culturi

Fig. 5.12 Comparison of liquid runoff and soil losses on crops

Sinteza datelor privind umiditatea solului, scurgerile lichide și pierderile de sol prin eroziune în 2024

1. Evoluția umidității solului în funcție de cultură și adâncime

Analiza umidității solului a fost realizată la diferite adâncimi (0-30 cm, 0-70 cm, 0-100 cm) pentru mai multe culturi, incluzând mazărea, grâul, floarea-soarelui, porumbul, mixtura de semințe, grâul nefertilizat și porumbul nefertilizat.

a) Tendințe generale ale umidității solului

- Umiditatea solului scade progresiv pe măsură ce culturile avansează de la răsărire la înflorire și recoltare (fig. 6.9, fig.6.10, fig. 6.11).
- Cele mai ridicate valori sunt înregistrate la răsărit, iar cele mai scăzute la recoltare.
- Stratul superficial (0-30 cm) prezintă cele mai mari variații de umiditate, fiind cel mai expus evaporării (fig.6.12 – fig.6.17).
- Culturile cu rădăcini profunde, precum floarea-soarelui și porumbul, extrag apa și din straturile inferioare, menținând o disponibilitate mai mare a apei (fig. 6.3, fig. 6.4).

b) Dinamica umidității solului pe culturi

- **Mazărea:** Consumul intens de apă determină scăderi rapide ale umidității solului, în special la 0-30 cm (fig. 6.12).

- **Grâul:** Umiditatea solului este scăzută încă de la semănat, iar pierderea apei este accelerată între răsărire și înflorire (fig. 6.8).
- **Floarea-soarelui:** Reține mai bine umiditatea la toate adâncimile datorită rădăcinilor pivotante (fig. 6.14).
- **Porumbul:** Pierderea de umiditate este mai abruptă între răsărit și înflorire, indicând un necesar mare de apă (fig. 6.4).
- **Mixtura de semințe:** Menține echilibrat consumul de apă între straturi, ceea ce indică o bună retenție a apei (fig. 6.15).
- **Culturile nefertilizate:** Prezintă valori mai mici ale umidității comparativ cu cele fertilizate, sugerând o capacitate redusă de extragere a apei (fig. 6.16 și fig. 6.17).

2. Corelarea umidității solului cu scurgerile lichide și pierderile de sol prin eroziune

a) Tendințe generale

- Solurile saturate favorizează scurgeri lichide ridicate, iar solurile afânate sunt mai susceptibile la eroziune.
- Ogoarele nelucrate au avut cele mai mari pierderi de sol, confirmând că lipsa vegetației favorizează eroziunea (fig. 5.12).
- Culturile perene (mixtura de semințe) și cele cu rădăcini pivotante (floarea-soarelui) au avut cele mai mici pierderi de sol (fig. 5.12).

b) Analiza detaliată a evenimentelor majore de precipitații

Evenimentul din 13-14 iunie 2024 (49 mm de precipitații)

- Cele mai mari pierderi de sol s-au înregistrat pe ogoare (10,484 t/ha), comparativ cu mazărea (0,066 t/ha) (fig. 5.12).
- Solul nu era complet saturat, iar intensitatea ridicată a ploii a generat ravene și eroziune severă (fig. 5.9).
- Scurgerile lichide au fost ridicate pe ogoare și în culturi cu acoperire slabă (fig. 5.12).

Evenimentul din 29 august 2024 (25,2 mm de precipitații)

- **Mixtura de semințe** a avut cele mai mici pierderi de sol (0,050 t/ha), confirmând rolul protector al vegetației (fig. 5.10).
- Ogoarele au avut pierderi semnificative de sol (4,534 t/ha) (fig. 5.12).
- Porumbul a prezentat scurgeri moderate, iar floarea-soarelui a reținut bine apa (fig. 5.12).

Evenimentul din 14-15 septembrie 2024 (98,0 mm de precipitații - cea mai mare ploaie torențială a anului)

- Ogoarele au pierdut cele mai mari cantități de sol (8,120 – 8,969 t/ha) (fig. 5.11).
- Mazărea miriște a avut pierderi semnificative (2,043 t/ha), iar grâul miriște a înregistrat pierderi minime (0,022 t/ha) (fig. 5.11).
- Scurgerile lichide au fost foarte mari, dar pierderile de sol au fost mai reduse decât în iunie, datorită saturației solului (fig. 5.11).

3. Concluzii și recomandări pentru gestionarea apei și a solului

- ✓ **Ploile torențiale cu intensitate mare și scurtă durată** sunt cele mai periculoase pentru eroziunea solului (fig. 5.9).
- ✓ **Solurile expuse fără vegetație** sunt cele mai vulnerabile la eroziune (fig. 5.12).
- ✓ **Perioadele de secetă** pot crește riscul de scurgeri intense după ploi abundente, din cauza compactării solului (fig. 5.11).
- ✓ **Fertilizarea îmbunătățește retenția apei**, contribuind la reducerea scurgerilor și eroziunii (fig. 6.12 – fig. 6.15).
- ✓ **Culturile perene și mixturile de semințe** sunt eficiente în protejarea solului și reducerea pierderilor de apă.
- ✓ **Irigarea trebuie ajustată în funcție de cultura specifică**, pentru a optimiza consumul de apă.

Această analiză demonstrează importanța corelării între **umiditatea solului, scurgerile lichide și pierderile prin eroziune**, oferind informații esențiale pentru managementul eficient al apei și conservarea solului.

5.3.4. Determinarea pierderilor de humus din sol sub principalele culturi agricole

Humusul este materia organică descompusă din sol, care se află până la o adâncime de 20-30 cm. El susține hrana plantelor dar este și un factor de protecție împotriva bolilor, datorită prezenței unor substanțe numite fitoalexine, substanțe care pentru plante au un rol asemănător anticorpilor.

Datorită modificărilor proprietăților fizico-chimice prin procesul de eroziune, se înregistrează o scădere a activității microorganismelor în sol, toate acestea conducând la scăderea fertilității solului dar și la diminuarea producțiilor agricole.

Cele mai importante elemente cu rol esențial în nutriția plantelor sunt următoarele: humusul, azotul, fosforul și potasiul.

Aceste elemente sunt pierdute prin următoarele modalități:

- pierderi de elemente odată cu apa scursă la suprafața solului, iar aceste pierderi sunt direct proporționale cu solubilitatea și cantitatea elementului din sol;
- pierderi de elemente prin intermediul solului erodat, care ajută la deplasarea acestor elemente pe versanți, iar depunerea are loc la baza versantului, în acumulări sau în lunci, în funcție de puterea de transport a agenților erozivi, odată cu materialul solid mutat;
- transportul elementelor fertilizante pe profilul solului odată cu apa infiltrată în sol.

De la parcelele standard pentru controlul scurgerilor, au fost recoltate un număr de 54 de probe de sol (fig. 5.13) cu ajutorul sondelor Eijkelkamp din amonte, mijloc, aval pe două adâncimi de 0-10 cm și 10-20 cm. Aceste probe de sol au parcurs următoarele etape până a fi supuse analizelor chimice de laborator.



Fig. 5.13 Probe de sol prelevate de pe parcela cultivată cu mazăre
Fig. 5.13 Soil samples taken from the plot cultivated with peas



Fig. 5.14 Probe de sol prelevate de la parcelele standard pentru controlul scurgerilor
Fig. 5.14 Soil samples taken from standard plots for leakage control

După prelucrarea probelor de sol și calculul rezultatelor, au fost obținute rezultatele privind conținutul în humus a solului sub diferite culturi la parcelele pentru controlul scurgerilor pe versantul stâng al Văii Țării sunt prezentate în tabelul 5.10.

Tabelul 5.10/Table 5.10

Variația rezervei de humus în trei secțiuni (A-amonte parcelă, B-mijloc parcelă, C-aval parcelă) la parcelele pentru controlul scurgerilor pe versantul stâng al Văii Țării
Variation of humus reserve in three sections (A-upstream plot, B-middle plot, C-downstream plot) in the plots for runoff control on the left slope of the Țării Valley

A-Amonte				
Nr.crt	Parcela	Cultura	Adâncimea cm	Conținut în humus %
1.	1	mazăre	0-10	1,97
2.			10-20	1,93
3.	2	grâu	10-20	3,56
4.	3	floarea-soarelui	0-10	3,60
5.			10-20	3,23
6.	4	porumb	0-10	3,96
7.			10-20	3,80
8.	5	mixtură de semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0-10	3,29
9.			10-20	3,54
10.	6	ogor 100 mp	0-10	2,45
11.			10-20	2,50
12.	7	ogor 150 mp	0-10	2,21
13.			10-20	2,04
14.	8	mazăre 150 mp	0-10	3,54
15.			10-20	3,55
16.	9	grâu nefertilizat	10-20	3,48
17.	10	porumb nefertilizat	0-10	3,65
18.			10-20	3,50
B-Mijloc				
19.	1	mazăre	0-10	2,78
20.			10-20	2,84
21.	2	grâu	10-20	3,46
22.	3	floarea-soarelui	0-10	3,82
23.			10-20	3,51
24.	4	porumb	0-10	3,58
25.			10-20	3,72

26.	5	mixtură de semințe anul 1 golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0-10	3,26
27.			10-20	3,58
28.	6	ogor 100 mp	0-10	2,10
29.			10-20	2,14
30.	7	ogor 150 mp	0-10	2,44
31.			10-20	2,38
32.	8	mazăre 150 mp	0-10	3,59
33.			10-20	3,34
34.	9	grâu nefertilizat	10-20	3,46
35.	10	porumb nefertilizat	0-10	3,17
36.			10-20	3,61
C-Aval				
37.	1	mazăre	0-10	2,68
38.			10-20	2,33
39.	2	grâu	10-20	3,08
40.	3	floarea-soarelui	0-10	2,58
41.			10-20	2,34
42.	4	porumb	0-10	2,32
43.			10-20	2,89
44.	5	mixtură de semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0-10	3,94
45.			10-20	3,72
46.	6	ogor 100 mp	0-10	2,68
47.			10-20	2,52
48.	7	ogor 150 mp	0-10	1,87
49.			10-20	2,05
50.	8	mazăre 150 mp	0-10	3,22
51.			10-20	3,10
52.	9	grâu nefertilizat	10-20	3,11
53.	10	porumb nefertilizat	0-10	2,81
54.			10-20	2,83

Aprecierea conținutului de humus (%) la adâncimea 0-20 cm, după recomandările I.C.P.A. sunt prezentate în tabelul 5.11.

Tabelul 5.11/Table 5.11

Aprecierea solului după aprovizionarea cu humus (ICPA, 1981, 1987)

Soil assessment after humus supply (ICPA, 1981, 1987)

Conținut de humus %	Clasa de aprovizionare cu humus
< 2	Slabă
2-4	Medie
4-6	Bună
> 6	Foarte bună

Din datele obținute asupra variației conținutului de humus (tabelul 5.10), se remarcă faptul că apare o importantă diferențiere cantitativă a acestuia, în funcție de secțiune dar și de cultură. Conform datelor din tabelul 9, diferențierea cea mai pregnantă are loc datorită intensificării gradului de eroziunea.

Secțiunea A-amonte parcelă

La parcela 1, cultivată cu mazăre, conținutul în humus a oscilat cu valori cuprinse între 1,93% - 1,97%, ceea ce constituie un sol cu aprovizionare în humus slabă.

Parcela 2 a fost cultivată cu grâu, cantitatea de humus a fost de 3,56%, ceea ce desemnează un sol cu aprovizionare în humus medie.

În cazul parcelei 3 cultivată cu floarea-soarelui, aici cantitatea în humus a solului a variat între 3,23% - 3,60%, constituind astfel un sol cu aprovizionare medie în humus.

La parcela 4, fiind cultivată cu porumb, conținutul în humus a solului a variat de la 3,50% la 3,96%, indicând astfel o aprovizionare medie a solului cu humus.

Parcela 5 a fost cultivată cu mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%), conținutul în humus a variat de la 3,29% la 3,54%, solul având o aprovizionare medie cu humus.

Parcela 6 este menținută ca ogor negru permanent, cantitatea în humus a solului a variat de la 2,45% la 2,50%, indicând o aprovizionare medie a solului cu humus.

La parcela 7 menținută ca ogor negru permanent, conținutul în humus a oscilat cu valori cuprinse între 2,04% la 2,21%, solul având o aprovizionare cu humus medie.

Parcela 8 cu suprafața de 150 mp cultivată cu mazăre, cantitatea în humus a solului a oscilat de la 3,54% la 3,55%, indicând o aprovizionare medie a solului cu humus.

În cazul parcelei 9, cultivată cu grâu nefertilizat, conținutul în humus a solului a fost de 3,48%, indicând o stare de aprovizionare a solului în humus medie.

La parcela 10, cultivată cu porumb nefertilizat, cantitatea în humus a solului a variat de la 3,50% la 3,65%, solul având o aprovizionare cu humus medie.

În concluzie, în secțiunea A-amonte parcelă, conținutul în humus a solului a avut valorile cele mai mari la cultura de porumb cuprinse între 3,80 – 3,96% indicând o stare de aprovizionare medie a solului cu humus, iar cele mai mici cantități de humus au fost înregistrate la cultura de mazăre de 1,93 – 1,97% prezentând o stare de aprovizionare a solului slabă.

Secțiunea B-mijloc parcelă

Parcela 1 a fost cultivată cu mazăre, conținutul în humus a oscilat cu valori cuprinse între 2,78% și 2,84%, constituind o aprovizionare a solului în humus medie.

La parcela 2 fiind cultivată cu grâu, aici cantitatea în humus a fost de 3,46%, indicând astfel o aprovizionare medie a solului cu humus.

Parcela 3 a fost cultivată cu floarea-soarelui, cantitatea în humus a solului a fost cuprinsă între 3,51% și 3,82%, solul având o aprovizionare cu humus medie.

În cazul parcelei 4 cultivată cu porumb, conținutul în humus a variat între 3,58% și 3,72%, constituind astfel o stare de aprovizionare a solului în humus medie.

La parcela 5 cultivată cu mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%), cantitatea în humus a solului a indicat valori de la 3,26% la 3,58%, solul având o aprovizionare cu humus medie.

Parcela 6 fiind menținută ca ogor negru permanent, conținutul în humus a oscilat cu valori cuprinse între 2,10% - 2,14%, indicând o aprovizionare medie a solului cu humus.

La parcela 7 menținută ca ogor negru permanent, cantitatea în humus a solului a variat de la 2,38% la 2,44%, solul având o aprovizionare cu humus medie.

În cazul parcelei 8, fiind cultivată cu mazăre cu suprafața de 150 mp, aici cantitatea în humus a solului a oscilat cu valori cuprinse între 3,34% și 3,59%, indicând o aprovizionare medie a solului cu humus.

Parcela 9 cultivată cu grâu nefertilizat, conținutul în humus a indicat o valoare de 3,46%, solul având o aprovizionare cu humus medie.

La parcela 10, fiind cultivată cu porumb nefertilizat, cantitatea solului în humus a fost de 3,17% - 3,61%, constituind o aprovizionare a solului cu humus medie.

În secțiunea B-mijloc parcelă, conținutul cel mai ridicat în humus a solului a fost înregistrat la cultura de floarea-soarelui cu valori cuprinse între 3,51% și 3,82% indicând o

stare medie de aprovizionare a solului cu humus, iar la polul opus cu un conținut scăzut se află ogorul negru permanent (parcele 6) cu valori cuprinse între 2,10% și 2,14% reprezentând tot o stare de aprovizionare a solului cu humus medie.

Secțiunea C-aval parcelă

Parcela 1 a fost cultivată cu mazăre, cantitatea solului în humus a fost de 2,33% și 2,68%, constituind o aprovizionare a solului în humus medie.

În cazul parcelei 2 cultivată cu grâu, cantitatea în humus a solului a fost de 3,08% solul având o aprovizionare cu humus medie.

La parcela 3, fiind cultivată floarea-soarelui, aici cantitatea în humus a solului a oscilat cu valori cuprinse între 2,34% și 2,58%, indicând o aprovizionare medie a solului cu humus.

În cazul parcelei 4 cultivată cu porumb, conținutul în humus a variat între 2.32% și 2.89%, constituind astfel o stare de aprovizionare a solului în humus medie.

Parcela 5 a fost cultivată cu mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%), conținutul în humus a oscilat cu valori cuprinse între 3,72% și 3,94%, constituind o aprovizionare a solului în humus medie.

La parcela 6 menținută ca ogor negru permanent, cantitatea în humus a solului a variat de la 2,52% la 2,68%, solul având o aprovizionare cu humus medie.

Parcela 7 fiind menținută ca ogor negru permanent, conținutul în humus a oscilat cu valori cuprinse între 1,87% - 2,05%, indicând o aprovizionare medie a solului cu humus.

Parcela 8 având suprafața de 150 mp cultivată cu mazăre, cantitatea în humus a solului a oscilat de la 3,10% la 3,22%, reprezentând o aprovizionare medie a solului cu humus.

În cazul parcelei 9, fiind cultivată cu grâu nefertilizat, aici cantitatea în humus a solului a avut valoarea de 3,11%, indicând o aprovizionare medie a solului cu humus.

Parcela 10 a fost cultivată cu porumb nefertilizat, cantitatea solului în humus a fost de 2,81% și 2,83%, constituind o aprovizionare a solului în humus medie.

Concluzii asupra gestionării conținutului de humus din sol:

- Culturile de porumb, floarea-soarelui și mixtura de semințe sunt eficiente în conservarea humusului în sol;
- Terenul nelucrat a înregistrat cea mai mică cantitate a humusului deoarece este expus tuturor factorilor care conduc la eroziunea solului.
- Administrarea fertilizanților trebuie ajustată în funcție de necesitățile reale ale solului.

Recomandări asupra gestionării conținutului de humus din sol:

- Aplicarea de materii organice: compostul, mulciul, gunoiul de grajd pe suprafața solului pentru a ajuta la menținerea umidității solului și la formarea unui strat de humus pe termen lung.;

- Evitarea excesivă a lucrărilor a solului tradiționale cu tehnicile de lucru minim-till și no-till pentru a îmbunătăți cantitatea de materii organice în sol;
- Monitorizarea umidității solului este benefică pentru a preveni diminuarea humusului din sol prin evaporare sau prin scurgerea apei.

5.3.5. Determinarea pierderilor de azot din sol sub principalele culturi agricole

În scopul stabilirii modificărilor care le produce eroziunea asupra proprietăților chimice ale solului la culturile agricole din zona SCDCES Perieni, au fost efectuate analize asupra conținutului de azot în sol la grâu, porumb, floarea-soarelui, mazăre, mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%) și la ogor negru permanent.

În continuare sunt prezentate principiul metodei dar și modul de lucru la determinarea conținutului de azot din sol.

Modul de lucru: distilarea amoniacului a fost făcută într-un aparat Kjeldahl obișnuit, prin fierbere directă. În balonul de distilare s-au introdus 63 ml hidroxid de sodiu 40% și 100 ml apă iar pentru captarea amoniacului s-a introdus 25 ml acid boric cu indicator mixt într-un vas Erlenmayer de 250 – 500 ml. Amoniacul prins în soluția de acid boric s-a titrat cu soluție de acid sulfuric n/14 până când culoarea albastră verzuie a soluției a virat în roșu-roz.

După terminarea analizelor chimice de laborator, au fost calculate rezultatele cu următoarea formulă:

$$N, \% = (0.001(V_1 - V_2) \cdot f \cdot V(100 + u) / V_0 \cdot m \cdot 100) \cdot 100$$

0.001 – cantitatea de azot, în g, corespunzătoare la 1 ml acid sulfuric n/14;

f – factorul de acid sulfuric n/14 folosit la titrare;

V_1 – volumul de acid sulfuric n/14 folosit pentru titrarea distilatului din proba de sol, în ml;

V_2 – volumul de acid sulfuric n/14 folosit pentru titrarea distilatului din proba oarbă, în ml;

V_0 – volumul de soluție luat pentru distilare, în ml;

m – masa probei de sol uscat la aer, în g;

U – umiditatea probei de sol uscat la aer raportată la solul uscat la 105°C, în %.

După prelucrarea probelor de sol și calculul rezultatelor, au fost obținute rezultatele privind conținutul în azot a solului la diferite culturi în cadrul parcelelor pentru controlul scurgerilor pe versantul stâng al Văii Țărnii sunt prezentate în tabelul 5.12.

Tabelul 5.12/Table 5.12

Variația rezervei de azot în trei secțiuni (A-amonte parcelă, B-mijloc parcelă, C-aval parcelă) la parcelele pentru controlul scurgerilor pe versantul stâng al Văii Țării

Variation of nitrogen reserve in three sections (A-upstream plot, B-middle plot, C-downstream plot) in the plots for runoff control on the left slope of the Țării Valley

A-Amonte				
Nr.crt	Parcela	Cultura	Adâncimea cm	Conținut în azot (Nt) %
1.	1	mazăre	0-10	0,103
2.			10-20	0,098
3.	2	grâu	10-20	0,182
4.	3	floarea-soarelui	0-10	0,184
5.			10-20	0,163
6.	4	porumb	0-10	0,197
7.			10-20	0,193
8.	5	mixtură de semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0-10	0,166
9.			10-20	0,179
10.	6	ogor 100 mp	0-10	0,128
11.			10-20	0,122
12.	7	ogor 150 mp	0-10	0,114
13.			10-20	0,107
14.	8	mazăre 150 mp	0-10	0,178
15.			10-20	0,179
16.	9	grâu nefertilizat	10-20	0,172
17.	10	porumb nefertilizat	0-10	0,188
18.			10-20	0,177
B-Mijloc				
19.	1	mazăre	0-10	0,137
20.			10-20	0,144
21.	2	grâu	10-20	0,175
22.	3	floarea-soarelui	0-10	0,193
23.			10-20	0,179
24.	4	porumb	0-10	0,183
25.			10-20	0,185
26.	5	mixtură de semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0-10	0,167
27.			10-20	0,177

28.	6	ogor 100 mp	0-10	0,109
29.			10-20	0,111
30.	7	ogor 150 mp	0-10	0,123
31.			10-20	0,121
32.	8	mazăre 150 mp	0-10	0,133
33.			10-20	0,170
34.	9	grâu nefertilizat	10-20	0,175
35.	10	porumb nefertilizat	0-10	0,161
36.			10-20	0,182
C-Aval				
37.	1	mazăre	0-10	0,138
38.			10-20	0,119
39.	2	grâu	10-20	0,157
40.	3	floarea-soarelui	0-10	0,133
41.			10-20	0,120
42.	4	porumb	0-10	0,142
43.			10-20	0,146
44.	5	mixtură de semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%)	0-10	0,202
45.			10-20	0,189
46.	6	ogor 100 mp	0-10	0,135
47.			10-20	0,128
48.	7	ogor 150 mp	0-10	0,097
49.			10-20	0,105
50.	8	mazăre 150 mp	0-10	0,164
51.			10-20	0,158
52.	9	grâu nefertilizat	10-20	0,156
53.	10	porumb nefertilizat	0-10	0,118
54.			10-20	0,145

Din datele obținute în urma analizelor de laborator privind cantitatea de azot în sol (tabelul 5.12), se remarcă faptul că apare o diferențiere cantitativă a cesteuia, în funcție de cultură. Conform datelor din tabelul 5.12, diferențierea cea mai evidentă are loc datorită intensificării gradului de eroziune funcție de cultură.

Azotul este un element ușor solubil, fiind repede levigat în straturile adânci ale solului neavând potențialul de a cuantifica decât starea la un moment dat. Din datele prezentate în tabelul 5.12 se disting diferențe între varianta fertilizată și varianta nefertilizată la cultura de grâu și porumb, dar se observă și diferențe privind conținutul în azot a solului între celelalte culturi studiate. Astfel în varianta fertilizată la culturile de grâu și porumb,

conținutul de azot în sol a crescut ușor față de varianta nefertilizată cu valori cuprinse între 0,193% și 0,145%.

Privitor asupra conținutului în azot a solului în cele trei secțiuni (amonte, mijloc, aval) se constată următoarele:

- la cultura de mazăre se constată o creștere a conținutului de azot pe direcția amonte-aval cu valori cuprinse între 0.098% (amonte parcelă) și 0.144% (aval parcelă);

- la cultura de grâu se observă o creștere a conținutului de azot pe direcția amonte-mijloc cu procente de 0,172% (amonte parcelă) și 0,175% (mijloc parcelă) urmată de o descreștere a conținutului de azot spre avalul parcelei de 0,156%;

- la cultura de floarea-soarelui se constată aceeași situație asemănătoare cu cea de la cultura de grâu în sensul ca conținutul de azot în sol crește pe direcția amonte-mijloc cu valori de 0,163% (amonte parcelă) și 0,179% (mijloc parcelă) urmată de o descreștere a conținutului de azot spre avalul parcelei de 0,133%;

- la cultura de porumb se observă o creștere a conținutului de azot pe direcția amonte-mijloc cu procente de 0,177% (amonte parcelă) și 0,183% (mijloc parcelă) urmată de o descreștere importantă a conținutului de azot spre avalul parcelei de 0,146%;

- la mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%) se remarcă o creștere a conținutului de azot pe direcția amonte-mijloc cu procente de 0,166% (amonte parcelă) și 0,177% (mijloc parcelă) urmată de o creștere semnificativă a conținutului de azot spre avalul parcelei de 0,202%;

- la ogorul negru permanent (suprafața de 100 mp) luat ca martor pentru culturile agricole se observă o descreștere a conținutului de azot pe direcția amonte-mijloc cu procente de 0,128% (amonte parcelă) și 0,111% (mijloc parcelă) urmată de o descreștere importantă a conținutului de azot spre avalul parcelei de 0,135%;

- la ogorul negru permanent (suprafața de 150 mp) se constată că conținutul de azot în sol descrește pe direcția amonte-mijloc cu valori de 0,144% (amonte parcelă) și 0,123% (mijloc parcelă) urmată tot o descreștere a conținutului de azot spre avalul parcelei de 0,105%;

- culturile de mazăre (suprafața de 150 mp) și grâu nefertilizată au înregistrat o descreștere a cantității de azot pe direcția amonte-aval cu valori de 0,182% (amonte parcelă) și 0,157% (aval parcelă) datorită terenului în pantă care conduce la migrarea azotului din amonte către aval;

- la cultura de porumb în variantă nefertilizată se observă o descreștere a conținutului de azot pe direcția amonte-aval cu valori cuprinse între 0,193% (amonte parcelă) și 0,145% (aval parcelă);

Concluzii și recomandări asupra gestionării conținutului de azot din sol:

- Culturile care conservă cel mai bine azotul în sol sunt leguminoasele (mazărea) și mixtura de semințe deoarece acestea fixează azotul din atmosferă prin simbioza cu bacterii specifice, având un efect pozitiv asupra ciclului azotului în sol;
- Pe terenul lăsat necultivat unde nu sunt plante care să ajute la reținerea azotului în stratul superficial nu are loc acumularea unei cantități de azot în sol;
- Pentru menținerea unei cantități optime de azotul în sol, este important ca terenurile să fie gestionate corespunzător, cu rotație a culturilor, utilizarea plantelor de acoperire și cultivarea leguminoaselor, care pot ajuta la conservarea și îmbogățirea solului cu acest element.
- Conținutul de azot din sol se poate pierde prin mai multe procese, iar cele mai importante sunt: leșierea, volatilizarea.

Recomandări privind gestionarea conținutului de azot din sol:

- Aplicarea fertilizării cu azot în două etape: o fertilizare de bază înainte de plantare și o aplicare de întreținere pe parcursul perioadelor de creștere, astfel, plantele pot utiliza mai eficient azotul;
- Utilizarea îngrășămintelor cu azot cu eliberare lentă furnizând azot treptat pe parcursul întregii perioade de vegetație a plantelor
- Testarea și monitorizarea nivelurilor de azot în sol prin analize periodice a solului în laborator
- Monitorizarea plantelor pentru a constata dacă sunt semne de deficiență sau exces de azot la plante (creșterea rapidă, frunze verzi intense sau îngălbenirea frunzelor).
- Controlul pH-ului solului pentru a preveni blocajele nutrienților în sol.

Eroziunea solului conduce la înregistrarea unor importante pierderi de materie organică și elemente nutritive, în special de azot, elementul cel mai afectat de acest fenomen. Așa se justifică în mare măsură reacția specială care o manifestă plantele la aplicarea îngrășămintelor cu azot pe terenurile supuse eroziunii din Colinele Tutovei.

6. REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE CULTURĂ ASUPRA PRODUCȚIEI AGRICOLE ȘI A ÎNSUȘIRILOR AGROCHIMICE ALE SOLULUI

6. RESULTS ON THE INFLUENCE OF CROP SYSTEMS ON AGRICULTURAL PRODUCTION AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

6.1. Influența structurii culturilor asupra eroziunii și fertilității solului

Procesul de eroziune este intens influențat de vegetația zonei. Solul acoperit în întregime de vegetație este foarte bine protejat de impactul agenților erozivi. Plantele cultivate au efecte directe de reducere a eroziunii între rigole prin tulpini dar și rotația lor în cadrul asolamentului. Tulpinile ramificate și dese au rol de filtru, de asemenea ele măresc rugozitatea suprafeței de scurgere dar micșorează și viteza curenților, conducând la reducerea capacității de antrenare și transport a solului (Nedelcu, 2001).

Nivelul în care vegetația acoperă solul are efect asupra impactului apei provenite din precipitații asupra terenurilor agricole în pantă, influențând procesul de desprindere a particulelor de sol, proces care este prima verigă a fenomenului de eroziune a solului (Filiche, 2003).

Studiul în ceea ce privește influența structurii culturilor asupra eroziunii și fertilității solului a fost realizat la parcelele standard pentru controlul scurgerilor, datele obținute sunt prezentate în tabelul 5.7 și tabelul 5.9, de unde se remarcă următoarele:

- pierderile de elemente fertilizante la culturile păioase sunt mai reduse față de cele de la culturile prășitoare;

- la cultura de grâu, fertilizarea conduce la diminuarea semnificativă a pierderilor de apă și sol de pe parcelele standard pentru controlul scurgerilor;

- stadiul de dezvoltare a culturilor are un rol important în privința pierderilor de sol și apă. Pierderile de apă și sol la cultura de mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%) la o ploaie de 49.0 mm (tabelul 5.5 și tabelul 5.6) au fost înregistrate de 0,457 t/ha sol erodat și pierderi de apă prin intermediul scurgerilor lichide au fost de 187,007 mc/ha fiind semnificative în comparație cu cultura de bromus inermis în anul 4 și 5 unde nu au fost înregistrate pierderi de apă și sol;

- cultura de bromus inermis în anul 4 și 5 a protejat foarte bine solul împotriva eroziunii solului, motivând utilizarea acestuia la înierbarea benzilor și taluzurilor de protecție în cadrul sistemului de măsuri și amenajări antierozionale.

Evidențierea importanței culturii asupra pierderilor de apă și sol este raportată la parcela martor (ogor negru permanent) astfel:

-la culturile păioase fertilizate cu azot și fosfor în doză de 150 kg/ha, pierderile de apă și sol sunt foarte mici sau chiar deloc la unele averse, în timp ce la parcela cultivată cu grâu nefertilizat acestea sunt de 28,000 mc/ha pierderi de apă prin scurgerea lichidă și pierderi de sol de 0,193 t/ha de sol erodat în comparație cu ogorul negru unde pierderile de sol sunt de 10,484 t/ha și pierderile de apă fiind 210,000 mc/h, fiind mult mai mari;

-la culturile prășitoare fertilizate cu azot și fosfor în doză de 150 kg/ha, pierderile de apă sunt de 19,000 mc/ha și pierderile de sol de 1,261 t/ha, iar la parcela nefertilizată cu porumb pierderile de apă sunt de 18,000 mc/ha și pierderile de sol de 0,497 t/ha, comparând cu ogorul negru unde pierderile de sol sunt de 10,484 t/ha și pierderile de apă fiind 210,000 mc/h, fiind mult mai mari;

Fânețele și culturile perene au o mare capacitate de reținere a azotului în forme ușoare ușor mineralizabile, pierderile de azot fiind cuprinse între 1 și 12 kg/ha chiar în condițiile unei fertilizări ridicate (400 kg /ha) (Cojocaru, 1995).

6.2. Evoluția umidității solului sub diferite sisteme de cultură

În mediul de dezvoltare al plantelor, o importanță mare o are apa. S-a monitorizat pe fiecare stadiu de vegetație (semănat, răsărit, înflorit, recoltat) a culturilor regimul umidității solului pe adâncimea 0-30 cm, 0-70 cm și 0-100 cm pe un sol de tip cernoziom cambic.

Analiza evoluției umidității solului pentru fiecare cultură, în funcție de stadiile de vegetație și adâncimea de prelevare, evidențiază mai multe aspecte importante legate de disponibilitatea apei în sol și modul în care aceasta este utilizată de plante pe parcursul dezvoltării lor.

1.Tendințe generale ale umidității solului

- La toate culturile analizate (mazăre, grâu, floarea-soarelui, porumb, mixtură de semințe, grâu nefertilizat și porumb nefertilizat), se observă o scădere progresivă a umidității solului pe măsură ce plantele avansează de la răsărire la înflorire și recoltare.

- Cele mai ridicate valori ale umidității solului sunt înregistrate în etapa de răsărit, iar cele mai scăzute valori sunt observate la recoltare.

- Diferențele sunt mai accentuate la adâncimea 0-30 cm, unde evaporarea și consumul de apă de către rădăcini sunt mai intense.

2.Evoluția umidității pentru fiecare cultură

a) Mazăre

- La semănat, solul are o umiditate moderată (16,58% la 0-100 cm), crescând la răsărit (19,73%) datorită rezervelor de apă disponibile.
- Pe măsură ce planta crește și necesarul de apă crește, umiditatea scade treptat, atingând 12,08% la înflorire și 9,97% la recoltare.
- Pierderea de umiditate este mai accentuată în stratul de 0-30 cm, unde apa este consumată rapid.

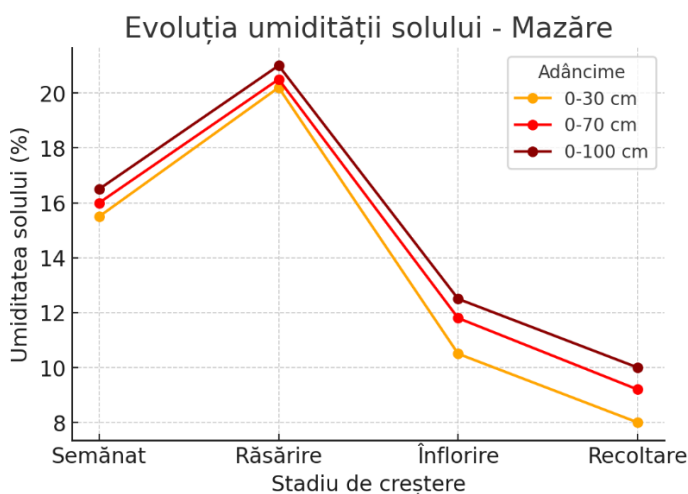


Fig. 6.1 Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de mazăre
Fig. 6.1 Evolution of soil moisture over time for pea crop

b) Grâu

- Înregistrează cea mai scăzută umiditate la semănat (9,46%), sugerând un consum ridicat de apă sau condiții de secetă anterioare.
- La răsărit, solul este mai umed (16,38%), dar umiditatea scade constant, ajungând la 11,32% la înflorire și 13,66% la recoltare.
- Comparativ cu alte culturi, umiditatea solului la grâu este mai scăzută, indicând fie un sistem radicular bine dezvoltat care consumă apa eficient, fie o pierdere rapidă prin evaporare.

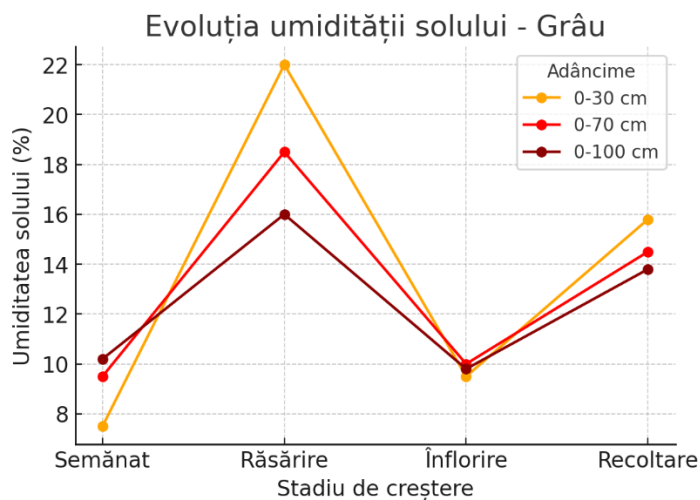


Figura 6.2 Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de grâu
 Figure 6.2 Evolution of soil moisture over time for wheat crop

c) Floarea-soarelui

- Este cultura care menține cele mai ridicate valori ale umidității solului pe tot parcursul vegetației, având 19,27% la semănat și 19,73% la răsărit.
- Scăderea umidității la înflorire este mai puțin accentuată (19,79%), ceea ce sugerează că floarea-soarelui extrage apa mai eficient din straturile profunde.
- La recoltare, solul are încă 10,57% umiditate, ceea ce arată o utilizare moderată a apei.

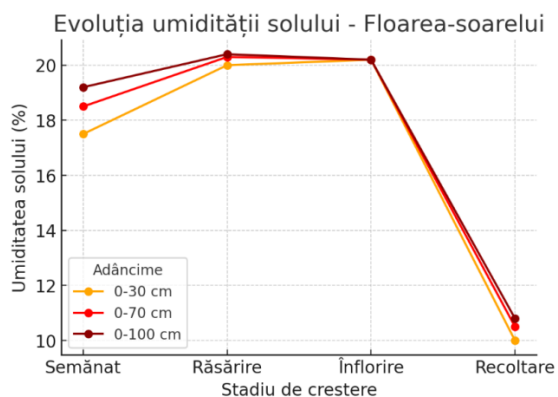


Fig.6.3 Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de floarea-soarelui
 Fig.6.3 Evolution of soil moisture over time for sunflower crop

d) Porumb

Similar cu floarea-soarelui, porumbul începe cu 18,71% umiditate la semănat, iar la răsărit ajunge la 19,67%, ceea ce indică o bună rezervă de apă.

La înflorire, umiditatea scade mai brusc, ajungând la 12,15%, iar la recoltare atinge 10,59%, confirmând un consum intensiv de apă în perioada de creștere rapidă.

Se remarcă o scădere semnificativă a umidității în stratul superficial (0-30 cm), ceea ce confirmă că porumbul extrage apa atât din straturile superioare, cât și din cele mai adânci.

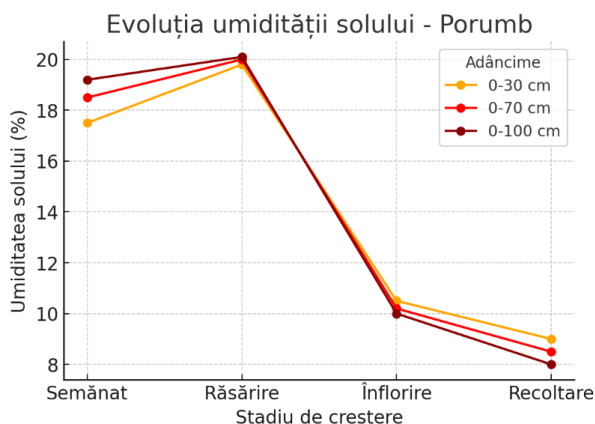


Fig. 6.4 Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de porumb

Fig. 6.4 Evolution of soil moisture over time for the corn crop

e) Mixtură de semințe (golomăț, ghizdei, păiuș, raigras)

- Valorile inițiale sunt mari (18,00% la semănat și 19,42% la răsărit), indicând un sol bine aprovizionat cu apă.

- Umiditatea scade la înflorire (11,40%) și ajunge la recoltare la 10,59%, menținând un profil similar cu porumbul și floarea-soarelui.

- Aceasta sugerează că specia mixtă valorifică eficient apa din diferite straturi ale solului.

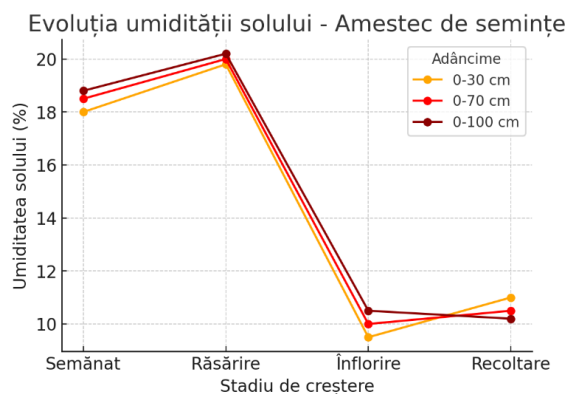


Fig. 6.5 Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de amestec semințe

Fig. 6.5 Evolution of soil moisture over time for mixed seed crop

f) Grâu nefertilizat

- Are valori de umiditate mai scăzute comparativ cu grâul fertilizat, începând cu 10,54% la semănat.
- Crește la răsărit (19,72%) și scade progresiv la 12,81% la înflorire și 12,10% la recoltare.
- Faptul că umiditatea solului este mai mică decât la grâul fertilizat sugerează o dezvoltare radiculară mai slabă și o capacitate redusă de absorbție a apei.

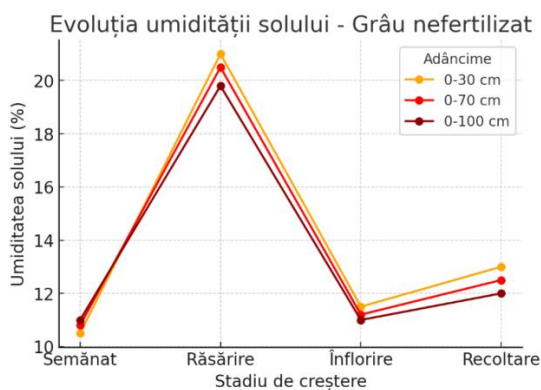


Fig. 6.6 Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de grâu nefertilizat

Fig. 6.6 Evolution of soil moisture over time for unfertilized wheat crop

g) După ce apa din paharul Erlenmayer a devenit incoloră se ia filtrul cu sol de deasupra pâlniei și se pune la uscat la aer.

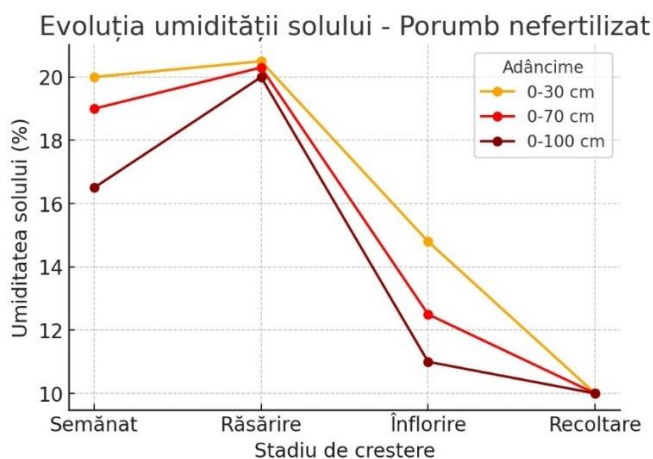


Fig.6.7 Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de porumb nefertilizat

Fig.6.7 Evolution of soil moisture over time for unfertilized corn crop

3. Diferențe între culturile fertilizate și cele nefertilizate

- Grâul și porumbul nefertilizate prezintă umiditate mai mică în sol comparativ cu versiunile lor fertilizate, ceea ce sugerează că fertilizarea îmbunătățește dezvoltarea radiculară și crește eficiența utilizării apei.

- În cazul grâului nefertilizat, diferența este mai puțin pronunțată, însă la porumb nefertilizat scăderea umidității solului este mai rapidă.

4. Comparație între adâncimi

- Stratul superficial (0-30 cm) pierde cel mai repede apa, ceea ce confirmă că evaporarea și consumul de apă de către rădăcini sunt mai intense în această zonă.

- Adâncimea 0-70 cm reflectă un consum mai echilibrat, iar diferențele între culturi devin mai vizibile la această adâncime.

- Stratul 0-100 cm menține cele mai mari rezerve de apă, iar scăderea umidității este mai lentă, ceea ce indică că rădăcinile extrag apa progresiv din adâncime.

Concluzii generale

Tendența generală este scăderea umidității solului pe măsură ce culturile avansează în vegetație.

Floarea-soarelui și porumbul mențin valori mai mari ale umidității solului, sugerând o utilizare mai eficientă a apei.

Culturile nefertilizate consumă apa mai rapid și au valori mai mici ale umidității solului, indicând o dezvoltare radiculară mai slabă.

Stratul superficial (0-30 cm) se usucă mai repede, iar solul menține mai bine umiditatea în stratul de 0-100 cm.

Aceste date pot fi utile pentru a optimiza irigarea și managementul apei în sol, în funcție de cultura cultivată și etapa de vegetație.

Interpretare detaliată a comparației umidității solului între culturi la fiecare stadiu de vegetație

Această analiză compară umiditatea solului pentru diferite culturi la fiecare stadiu de vegetație (semănat, răsărit, înflorire, recoltare) și pentru diverse adâncimi ale solului (0-30 cm, 0-70 cm, 0-100 cm).

Rezultatele evidențiază diferențele în consumul de apă și capacitatea solului de a reține umiditatea în funcție de tipul de cultură.

1. Compararea umidității solului la semănat

Umiditatea solului la semănat variază considerabil între culturi, cu valori mai mari pentru floarea-soarelui, porumb și mixtura de semințe și mai scăzute pentru grâu.

Porumbul nefertilizat are cea mai mare umiditate a solului la 0-30 cm (20,14%), sugerând o reținere bună a apei la începutul vegetației.

Grâul și grâul nefertilizat prezintă cele mai scăzute valori, ceea ce poate indica un sol deja secătuit sau un consum mai ridicat al apei de către alte culturi precedente.

Stratul 0-30 cm prezintă cele mai mari variații de umiditate, fiind cel mai afectat de evaporare și pregătirea solului pentru însămânțare.

Stratul 0-100 cm reține apa mai bine în cazul floarei-soarelui și porumbului, indicând o distribuție uniformă a umidității pe adâncimi.

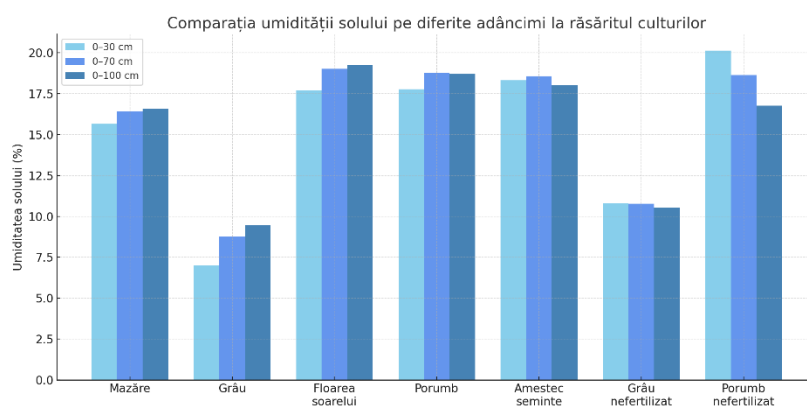


Fig.6.8 Compararea umidității solului între culturi la semănat

Fig.6.8 Comparison of soil moisture between crops at sowing

2. Compararea umidității solului la răsărit

- După răsărire, toate culturile înregistrează o creștere a umidității față de semănat, datorită infiltrațiilor și precipitațiilor, dar diferențele dintre culturi se mențin.
- Grâul fertilizat prezintă cea mai mare creștere a umidității în stratul 0-30 cm, ajungând la 22,60%, ceea ce sugerează o capacitate bună de reținere a apei.
- Porumbul, floarea-soarelui și mixtura de semințe mențin valori ridicate la toate adâncimile, ceea ce indică un potențial bun de dezvoltare radiculară și o retenție bună a apei în sol.
- Grâul și mazărea au valori mai scăzute, ceea ce sugerează fie o absorbție rapidă a apei, fie o scădere a umidității datorată unor condiții climatice mai uscate.
- Umiditatea este mai mare în straturile de 0-100 cm pentru toate culturile, indicând o pătrundere bună a apei.
- Stratul 0-30 cm pierde mai repede apa în cazul grâului și mazării, ceea ce ar putea necesita monitorizarea irigațiilor.

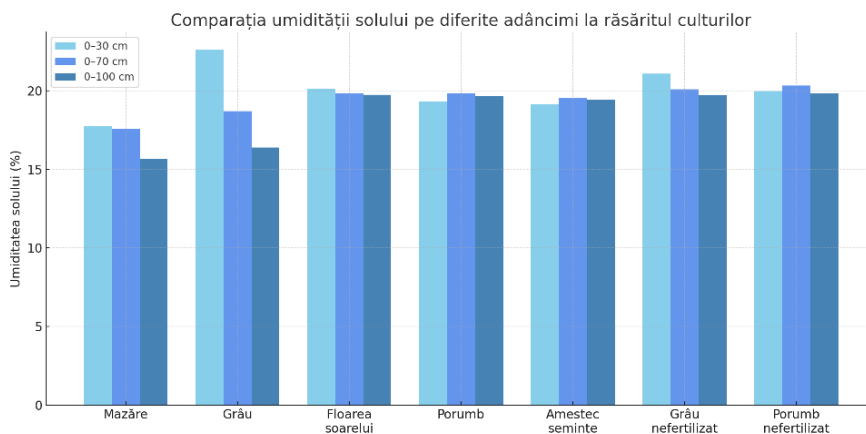


Fig. 6.9 Compararea umidității solului între culturi la răsărit

Fig. 6.9 Comparison of soil moisture between crops at sunrise

3. Compararea umidității solului la înflorire

- La înflorire, umiditatea scade semnificativ pentru toate culturile, indicând un consum intensiv de apă de către plante.

- Floarea-soarelui menține cele mai ridicate valori, cu 19,79% umiditate în stratul 0-100 cm, demonstrând capacitatea sa de a extrage apă din profunzime.
- Grâul și mazărea înregistrează cele mai mari scăderi de umiditate, ceea ce sugerează că au consumat apa rapid și că solul nu mai reține suficientă umiditate.
- Porumbul fertilizat reușește să își mențină umiditatea în straturile adânci, dar în stratul superficial (0-30 cm) se observă o scădere accentuată.
- Culturile nefertilizate pierd mai multă apă decât cele fertilizate, ceea ce confirmă că fertilizarea influențează pozitiv capacitatea plantelor de a utiliza apa eficient.
- Stratul 0-30 cm se usucă cel mai rapid pentru toate culturile, confirmând că evaporarea și consumul radicular sunt maxime în această zonă.
- Straturile 0-70 cm și 0-100 cm mențin o umiditate mai mare, în special pentru culturile cu rădăcini mai adânci, cum ar fi floarea-soarelui și porumbul.

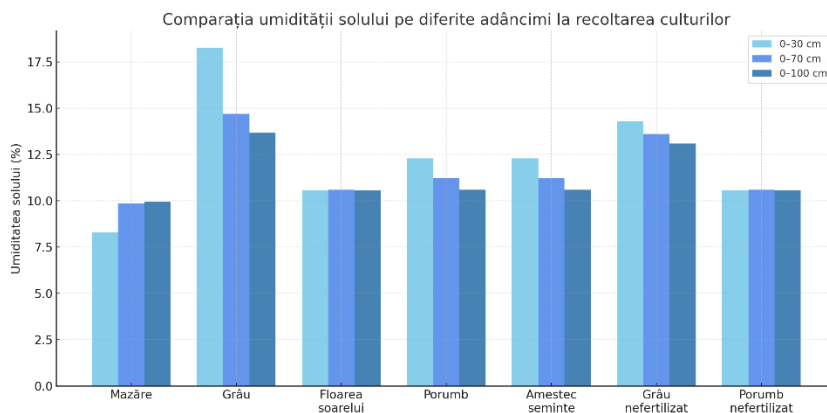


Fig. 6.10 Compararea umidității solului între culturi la înflorit
 Fig. 6.10 Comparison of soil moisture between crops at flowering

4. Compararea umidității solului la recoltare

- La recoltare, umiditatea solului atinge valorile minime pentru toate culturile, deoarece plantele au consumat aproape toată apa disponibilă.
- Grâul, mazărea și porumbul nefertilizat prezintă cele mai scăzute valori ale umidității în toate straturile, sugerând un consum intensiv și o lipsă de rezerve de apă în sol.

- Floarea-soarelui și mixtura de semințe mențin niveluri mai ridicate ale umidității, ceea ce arată o eficiență mai bună în utilizarea apei și o strategie de absorbție mai echilibrată.
- Porumbul fertilizat păstrează mai multă apă decât cel nefertilizat, indicând că fertilizarea nu doar stimulează creșterea, ci și îmbunătățește capacitatea plantelor de a menține umiditatea solului.
- Toate culturile au umiditatea cea mai scăzută în stratul 0-30 cm, confirmând pierderile majore prin evaporare și absorbție.
- Stratul 0-100 cm menține o ușoară rezervă de apă, în special pentru floarea-soarelui și mixtura de semințe.
- Porumbul și mazărea consumă apa aproape complet la toate adâncimile, sugerând necesitatea unor strategii mai eficiente de irigare și conservare a apei.

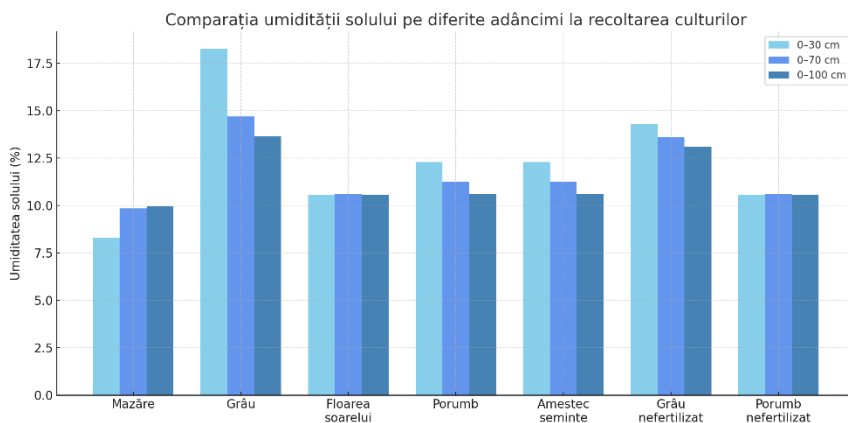


Fig. 6.11 Compararea umidității solului între culturi la recoltat

Fig. 6.11 Comparison of soil moisture between crops at harvest

Concluzii

1. Diferențele între culturi sunt evidente la toate stadiile de vegetație, grâul și mazărea având cele mai scăzute rezerve de apă, iar floarea-soarelui și porumbul fertilizat reușind să utilizeze apa mai eficient.
2. Culturile fertilizate mențin mai bine umiditatea solului decât cele nefertilizate, indicând un impact pozitiv al fertilizării asupra consumului de apă.
3. Stratul superficial (0-30 cm) pierde cel mai repede apa, în timp ce straturile mai adânci (0-100 cm) rețin apa mai bine și sunt mai importante pentru culturile cu rădăcini profunde.

Strategiile de irigare trebuie adaptate fiecărei culturi:

- a) Grâul și mazărea au nevoie de irigare mai frecventă pentru a menține umiditatea.
- b) Porumbul și floarea-soarelui pot fi irigate mai rar, dar cu volume mai mari, pentru a stimula absorbția apei din profunzime.
- c) Culturile cu rădăcini profunde, cum sunt floarea-soarelui și mixtura de semințe, sunt mai eficiente în utilizarea apei, ceea ce le face mai potrivite pentru solurile cu deficit de umiditate.
- d) Aceste rezultate sunt utile pentru optimizarea managementului apei în sol și pot contribui la decizii mai eficiente privind irigația și fertilizarea culturilor.

Interpretarea diferențelor de umiditate a solului în funcție de adâncime

Analiza vizuală a diferențelor de umiditate la diverse adâncimi (0-30 cm, 0-70 cm, 0-100 cm) pentru fiecare cultură arată modul în care apa este reținută și utilizată de plante în funcție de stadiul de vegetație.

1. Tendințe generale ale umidității solului pe adâncimi

Stratul superficial (0-30 cm) prezintă cele mai mari variații de umiditate între stadiile de vegetație, deoarece este cel mai expus evaporării și consumului direct de către rădăcini.

Adâncimea 0-70 cm reflectă o tranziție între zonele de consum intens și cele unde se mai păstrează apă pentru perioade mai lungi.

La 0-100 cm, solul menține valori mai ridicate ale umidității, sugerând că apa din straturile profunde este utilizată mai lent.

Culturile cu rădăcini profunde, precum floarea-soarelui și porumbul, extrag eficient umiditatea și din straturile inferioare, menținând o disponibilitate mai mare de apă comparativ cu grâul sau mazărea.

2. Diferențe specifice pentru fiecare cultură

a) Mazăre

Umiditatea scade rapid în stratul 0-30 cm, ceea ce indică un consum intens al apei din acest strat.

La adâncimea 0-70 cm și 0-100 cm, pierderea de apă este mai graduală, ceea ce sugerează o capacitate limitată a rădăcinilor de a extrage apă din straturi mai profunde.

La recoltare, umiditatea este scăzută la toate adâncimile, ceea ce indică o utilizare maximă a apei disponibile în sol.

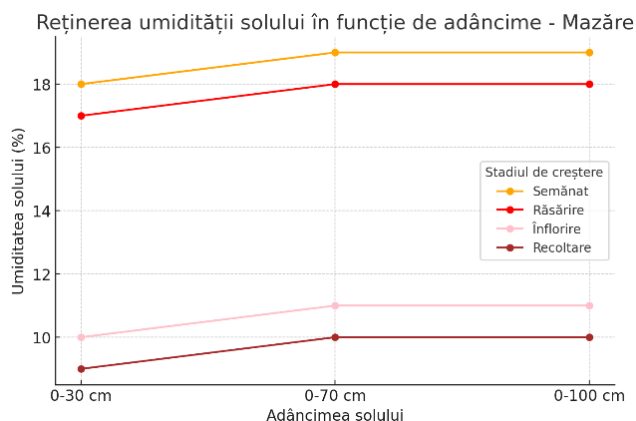


Fig. 6.12 Retinerea umidității solului la diferite adâncimi la mazăre

Figure 6.12 Soil moisture retention at different depths in peas

b) Grâu

- Prezintă valori inițiale reduse ale umidității la semănat, ceea ce arată un sol deja secătuț de apă.
- Stratul 0-30 cm pierde cea mai multă apă pe măsură ce cultura avansează în vegetație.
- Straturile mai adânci (0-70 cm și 0-100 cm) rețin mai bine apa, dar la recoltare se observă că și acestea sunt secătuite, indicând un consum complet al apei disponibile.

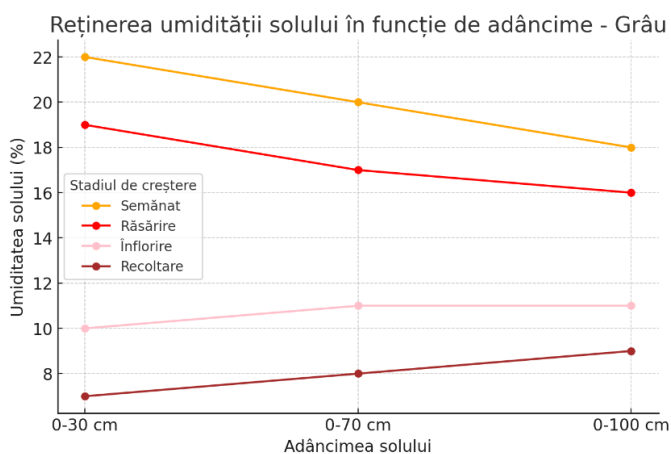


Fig.6.13 Retinerea umidității solului la diferite adâncimi la grâu

Fig.6.13 Soil moisture retention at different depths in wheat

c) Floarea-soarelui

- Se remarcă una dintre cele mai bune rețineri ale apei la toate adâncimile.
- Datorită rădăcinilor pivotante adânci, floarea-soarelui utilizează și umiditatea din stratul 0-100 cm, menținând rezervele mai bine decât alte culturi.
- Pierderea de umiditate este mai lentă decât la mazăre sau grâu, ceea ce indică o absorbție progresivă și eficientă a apei.

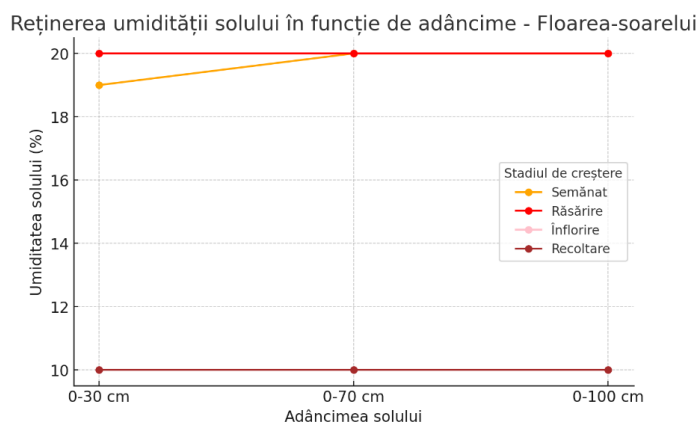


Fig. 6.14 Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la floarea-soarelui

Fig. 6.14 Soil moisture retention at different depths in sunflower

d) Porumb

- Prezintă o pierdere de umiditate semnificativă în stratul 0-30 cm, dar reușește să extragă eficient apa și din 0-70 cm și 0-100 cm.
- Umiditatea solului scade cel mai abrupt între răsărit și înflorire, ceea ce arată un necesar mare de apă în perioada de creștere rapidă.
- La recoltare, nivelul de umiditate este aproape epuizat la toate adâncimile, indicând o exploatare maximă a resurselor de apă din sol.

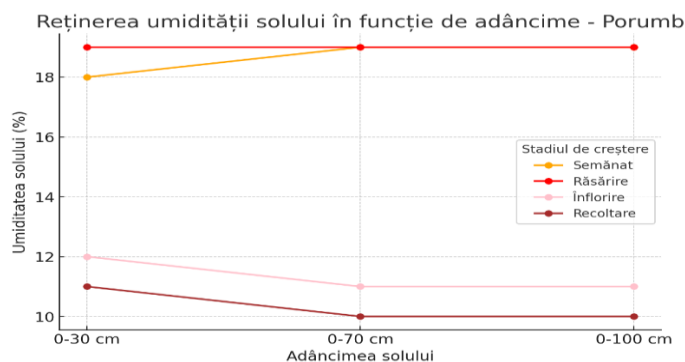


Fig. 6.15 Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la porumb

Fig. 6.15 Soil moisture retention at different depths in corn

e) Mixtura de semințe (golomăț, ghizdei, păiuș, raigras)

- Se comportă similar cu floarea-soarelui și porumbul, având rezerve mai bune de apă la adâncimi mari (0-100 cm).
- Pierderile de umiditate sunt mai echilibrate între straturi, ceea ce sugerează un consum mai uniform pe întreaga adâncime a solului.

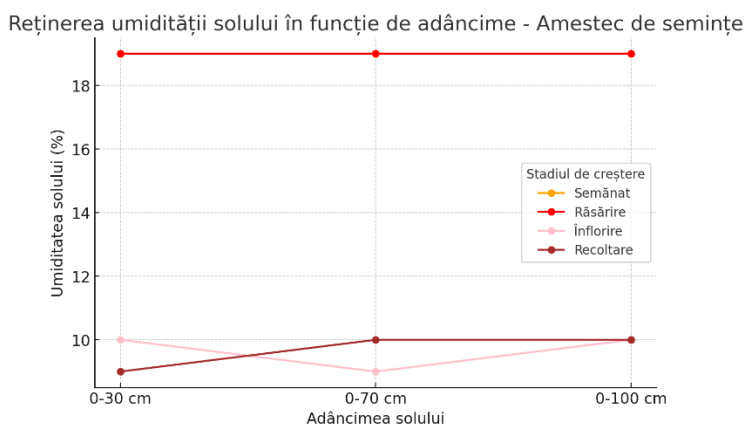


Fig. 6.16 Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la mixtură semințe

Fig. 6.16 Soil moisture retention at different depths in seed mixture

f) Grâu nefertilizat

- Se remarcă o umiditate mai scăzută la toate adâncimile comparativ cu grâul fertilizat, indicând o capacitate redusă de extragere a apei.

- Pierdere de apă este mai pronunțată în stratul superficial, ceea ce indică o dezvoltare radiculară mai slabă.

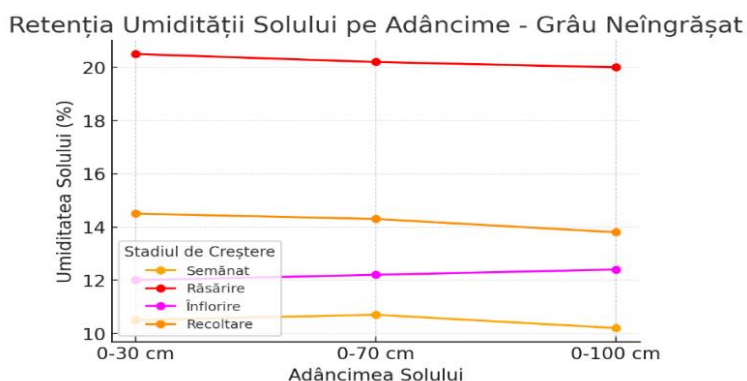


Fig. 6.17 Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la grâu nefertilizat

Fig. 6.17 Soil moisture retention at different depths in unfertilized wheat

g) Porumb nefertilizat

- Înregistrează valorile cele mai mici ale umidității la recoltare, ceea ce arată că apa nu este utilizată la fel de eficient ca la porumbul fertilizat.

Scăderea umidității este mai accentuată în stratul de 0-30 cm, ceea ce indică un sistem radicular mai puțin dezvoltat și o capacitate redusă de a absorbi apa din profunzime

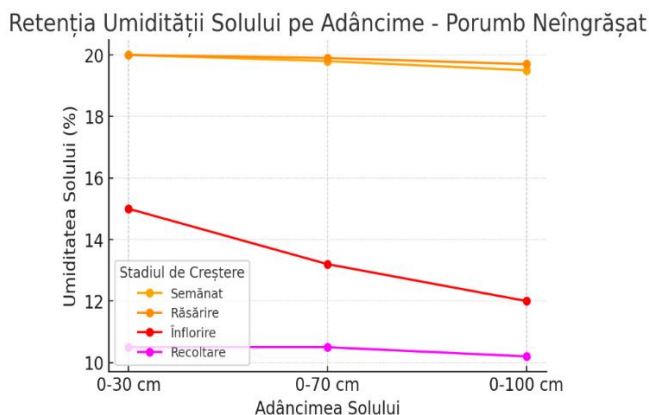


Fig. 6.18 Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la porumb nefertilizat

Fig. 6.18 Soil moisture retention at different depths in unfertilized corn

3. Interpretare practică pentru managementul apei

- Irigarea ar trebui adaptată fiecărei culturi, în funcție de cât de adânc pot extrage apa din sol.
- Mazărea și grâul necesită irigare mai frecventă, dar în cantități mai mici, deoarece absorb mai multă apă din stratul superficial.
- Porumbul și floarea-soarelui pot beneficia de irigații mai rare, dar mai abundente, pentru a permite utilizarea apei din straturile profunde.
- Culturile nefertilizate rețin mai puțin apa și o utilizează mai ineficient, ceea ce sugerează că fertilizarea nu doar stimulează creșterea, ci și îmbunătățește capacitatea de utilizare a apei din sol.
- Solurile cu un deficit de umiditate la adâncimi mari pot fi mai predispuse la secetă, necesitând practici agricole care să îmbunătățească retenția apei, cum ar fi mulcirea sau lucrările minime ale solului.

Concluzii finale

- Evaporarea și consumul de apă sunt cele mai intense în stratul 0-30 cm, unde umiditatea scade rapid la toate culturile.
- Stratul 0-70 cm arată o scădere mai echilibrată a umidității, iar culturile cu rădăcini adânci îl utilizează eficient.
- Rezerva de apă în stratul 0-100 cm este crucială pentru culturile care extrag apă din adâncime, cum ar fi porumbul și floarea-soarelui.
- Fertilizarea influențează pozitiv utilizarea apei, îmbunătățind dezvoltarea radiculară și eficiența absorbției apei din sol.
- Managementul irigației trebuie adaptat fiecărei culturi și adâncimii de la care aceasta își extrage apa, pentru a maximiza randamentele și eficiența utilizării apei.
- Această analiză poate fi utilizată pentru optimizarea irigației și a strategiilor de conservare a apei, asigurând o mai bună adaptare la condițiile climatice și necesitățile culturilor.

6.3. Efectul aplicării resturilor vegetale asupra ameliorării însușirilor solurilor expuse eroziunii

Resturilor vegetale sunt compuse în principal din celuloză, hemiceluloză, lignina, proteine și zaharuri solubile (glucoză, fructoză). Acestea conțin nutrienți precum carbonul, azotul, fosforul, potasiul și diverse microelemente esențiale în viața plantelor.

În condițiile Colinelor Tutovei, resturile vegetale sunt o măsură de ameliorare a însușirilor fizice ale solurilor și o metodă de diminuare a pierderilor de materie organică din sol.

Beneficiile aplicării resturilor vegetale pe terenurile arabile în pantă sunt următoarele:

a) Reducerea și/sau prevenirea eroziunii solului—resturile vegetale previn eroziunea solului acționând ca un strat protector la suprafața solului. Acest lucru are o importanță considerabilă în zonele unde terenurile arabile sunt situate în pantă sau cu precipitații abundente și frecvente, unde eroziunea solului reprezintă o problema majoră;

b) Conservarea apei—resturile vegetale rămase la suprafața solului ajută la conservarea apei în sol prin reducerea evaporării și a scurgerii la suprafața solului. Acest lucru este important în regiunile unde precipitațiile sunt deficitare;

c) Creșterea cantității de materie organică în sol—resturile vegetale reprezintă o sursă importantă de materie organică și de nutrienți pentru sol. Sporirea fertilității solului conduce la creșterea randamentului culturilor, reduce nevoia de îngrășăminte și asigură durabilitatea pe termen lung a terenurilor;

d) Atenuarea schimbărilor climatice—menținerea resturilor vegetale pe terenurile arabile în pantă ajută la creșterea cantității de carbon organic și la sechestrarea carbonului în sol. Prin urmare, prin reducerea frecvenței și a intensității lucrărilor solului, fermierii își pot reduce în acest fel amprenta de carbon;

6.4. Evoluția principalelor însușiri agrochimice ale solului pe terenurile erodate

SCDCES Perieni, situată în zona Colinele Tutovei gestionează terenuri în pantă supuse eroziunii solului datorită modificării indicatorilor chimici din sol, depinzând de condițiile pedoclimatice, relief, modul de folosință a terenului dar și de activitatea omului.

Studiul a urmărit evoluția conținutului elementelor fertilizante din sol (humus, azot) pe trei secțiuni (amonte, mijloc, aval) la două adâncimi 0-10 cm și 10-20 cm la grâu, porumb și ogor negru permanent. Modificările indicatorilor chimici ai solului se pot remarca după o perioadă îndelungată de 24 de ani, în acest scop s-au făcut comparații între valorile rezultate în anul 2024 cu valorile rezultate din cercetările efectuate de Filiche E. în anul 2000 prezentate în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1/Table 6.1

Evoluția conținutului de humus și azot la parcelele standard pentru controlul scurgerilor în cadrul bazinului hidrografic Valea Țării în anul 2000 și 2024

Evolution of humus and nitrogen content in standard plots for runoff control within the Valea Țării watershed in 2000 and 2024

Cultura	Secțiunea	Adâncimea (cm)	Humus anul 2000 (%)	Humus anul 2024 (%)	Diferență humus (%)	Azot anul 2000 (%)	Azot anul 2024 (%)	Diferență azot (%)
Grâu	Amonte	0-10	2,40	3,07	-0,67	0,122	0,158	-0,028
	Mijloc	0-10	3,00	3,34	-0,34	0,160	0,168	-0,008
	Aval	0-10	3,20	2,75	0,45	0,160	0,139	0,021
	Amonte	10-20	2,20	3,48	-1,28	0,105	0,172	-0,067
	Mijloc	10-20	2,90	3,46	-0,56	0,142	0,175	-0,033
	Aval	10-20	2,70	3,08	-0,38	0,128	0,156	0,028
Porumb	Amonte	0-10	3,00	3,96	-0,96	0,150	0,197	-0,047
	Mijloc	0-10	3,50	3,58	-0,08	0,155	0,183	-0,028
	Aval	0-10	3,60	2,32	1,28	0,160	0,118	0,042
	Amonte	10-20	3,20	3,50	-0,30	0,152	0,177	-0,025
	Mijloc	10-20	3,50	3,72	-0,22	0,160	0,185	-0,025
	Aval	10-20	3,70	2,89	0,81	0,180	0,146	0,034
Ogor	Amonte	0-10	2,20	2,45	-0,25	0,109	0,128	-0,019
	Mijloc	0-10	2,70	2,10	0,60	0,150	0,109	0,041
	Aval	0-10	3,00	2,68	0,32	0,154	0,135	0,019
	Amonte	10-20	2,10	2,50	-0,40	0,109	0,122	-0,013
	Mijloc	10-20	3,90	2,14	1,76	0,155	0,111	0,044
	Aval	10-20	3,85	2,52	1,33	0,153	0,128	0,025

Din studiile efectuate asupra elementelor fertilizante în sol după 24 de ani se observă o variabilitate a valorilor analizate (tabelul 6.1). Această variabilitate este datorată terenului

în pantă supus eroziunii solului dar și distribuției neuniforme în timp și spațiu a precipitațiilor.

În tabelul 6.1 sunt prezentate valorile, pe fiecare secțiune, ale parametrilor determinați în anul 2000 și 2024. La conținutul de humus a solului, se constată diferențele dintre valorile din anul 2000 și 2024 sunt pozitive în secțiunea aval la toate culturile dar și la ogor negru permanent. Aceasta se explică prin faptul că o parte din humus se deplasează spre avalul parcelei odată cu sedimentele și se acumulează în zonele cu pantă mai mică.

Analizând diferențele valorilor conținutul de humus și azot în sol (tabelul 6.1) se remarcă diferențe negative de conținut între valorile din anul 2000 și 2024, în secțiunea aval pe cele două adâncimi (0-10 cm și 10-20 cm) la grâu și porumb dar și la ogor negru permanent.

Diferențele de conținut de humus și azot din sol sunt datorate scurgerilor lichide de suprafață care antrenează odată cu ele cantități importante de elemente fertilizante.

7. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

7. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

7.1. Concluzii

A. Asupra cadrului natural unde s-au efectuat cercetările:

1. Cercetările asupra posibilităților de conservare și valorificării resurselor de apă și sol au fost efectuate în zona Colinelor Tutovei, altitudinea oscilează 50 m și 230 m.
2. Hidrografia zonei de studiu este reprezentată de afluenți de stânga ai Siretului mijlociu și afluenți de dreapta ai Bârladului.
3. Cele mai răspândite tipuri de sol sunt cernoziomurile cambice, erodisolurile, solurile brune, mai rar lăcoviștile și solurile gleice, în lunci solurile argilo-iluviale.
4. Regimul climatic al bazinului Valea Țărnii este de climă continentală specifică Colinelor Tutovei, definit prin veri foarte calde, secetoase și ierni mai puțin friguroase și secetoase.
5. Vegetația ierboasă predominată în zona Colinelor Tutovei are influență asupra stăvilirii proceselor de degradare a solului de pe versanți, vizează numai o mică suprafață a teritoriului luat în studiu.

B. Dinamica regimului pluvial

1. Evoluția precipitațiilor neuniformă în anii de studiu este influențată de o serie de factori climatici, geografici și antropici care determină variațiile lor la nivel local, regional și global. Acești factori pot afecta atât cantitatea totală a precipitațiilor, cât și distribuția lor temporală și spațială.
2. Sinteza regimului precipitațiilor în perioada 2022-2024, indică că nivelul cel mai ridicat al precipitațiilor se situează în lunile aprilie și august determinând apariția eroziunii solului.
3. Luând în considerație extremele pluviometrice se remarcă anul 2022 unde s-a înregistrat un deficit de -191,2 mm față de media multianuală, iar anul 2024 se distinge printr-un surplus de precipitații de 20,1 mm față de medie.

C. Pierderile de apă, sol, humus și elemente minerale prin eroziune sub principalele culturi agricole

1. Culturile foarte bune protectoare (bromus inermis în anul 4 și 5) au avut un rol esențial în **reducerea** eroziunii solului, protejând terenurile agricole în pantă de degradare.

Aceste plante sunt cele mai recomandate în procesul de eroziune datorită datelor obținute în studiu de 0 mc/ha pierderile de apă prin scurgeri lichide și 0 t/ha sol erodat.

2. Plantele de grâu absorb o parte din cantitatea de precipitații, reducând riscul de scurgere rapidă a apei, iar rolul lor a fost exemplificat prin cantitatea de 7,000 mc/ha de apă.

3. Pierderile cantității de apă din precipitații la mazăre au fost de 228,000 mc/ha datorită rădăcinilor plantei relativ mici, de aceea nu utilizează eficient apa acumulată în straturile mai adânci ale solului. Astfel, o parte din apa din precipitații poate se scurge sau se evaporă, în loc să fie absorbită de rădăcini.

4. Floarea-soarelui a pierdut prin scurgere 269,000 mc/ha apă, deoarece în fazele inițiale de creștere, planta nu acoperă suficient solul, lăsând suprafața expusă la evaporare și pierderea apei.

5. Sub cultura de porumb s-a pierdut 89,000 mc/ha apă prin scurgerea de suprafață, datorită precipitațiilor care pătrund în straturile mai profunde ale solului, nu mai este accesibilă plantei și se poate pierde prin percolare.

6. Mixtura semințe în anul 1 de vegetație a înregistrat 187.007 mc/ha, datorită rădăcinilor care nu sunt suficient de extinse pentru a împiedica scurgerea apei de suprafață.

D. Pierderile de sol sub principalele culturi agricole

1. Bromus inermis nu a înregistrat pierderi de sol (0 t/ha), ceea ce denotă că trebuie introdusă pe o suprafață mai mare, fiind eficientă pentru sol împotriva eroziunii.

2. Deși nu acoperă solul la fel de bine ca gramineele perene, aceste culturi mijlociu protectoare împotriva eroziunii solului (grâul - 0,044 t/ha) reduc spălarea solului prin efectul frunzelor dese.

3. Pierderile cantității de sol erodat maxime la culturile bune protectoare împotriva eroziunii solului sunt de 0,044 t/ha la grâu deoarece sistem radicular este bine dezvoltat și leagă particulele de sol.

4. Mazărea în stadiu de miriște a pierdut 2,043 t/ha sol, ceea ce indică o vulnerabilitate în calea eroziunii.

scădere a capacității solului de a rezista la eroziune după recoltare.

5. Porumbul și floarea-soarelui au condus la erodarea solului (1,264 t/ha - porumb; 5,259 t/ha - 5,259 t/ha) datorită sistemului radicular superficial, mai puțin eficient în stabilizarea solului, mai ales pe terenuri în pantă.

6. Pe terenul nelucrat a fost înregistrată cea mai însemnată cantitate medie de sol erodat de 3,935 t/ha, pentru că particulele de sol sunt libere și ușor dislocate de apa care curge pe suprafața solului.

E. Conținutul în humus a solului sub principalele culturi agricole

1. Conținutul de humus la terenul nelucrat a fost redus (1,87% - 2,05%) datorită transportului din amonte către zona joasă a parcelei (aval), unde se acumulează, lăsând terenurile în pantă mai sărace în materie organică.

2. Culturile de porumb, floarea-soarelui, grâu au conservat cel mai bine conținutul în humus a solului, dovedindu-se prin rezultate obținute la analizele de laborator (3,80 - 3,96% - la porumb; 3,51 - 3,82% la floarea-soarelui și 3,08 - 3,56% la grâu), deoarece acestea au cantități mari de resturi vegetale ajutând la refacerea humusului pe termen lung.

3. La cultura de mazăre s-a obținut 1,93 - 1,97% conținut de humus prezentând o stare de aprovizionare a solului slabă, deoarece mazărea nu produce cantități mari de resturi vegetale (frunze, tulpini, rădăcini) care să contribuie la formarea humusului.

F. Conținutul de azot a solului sub principalele culturi agricole

1. Din punct de vedere a conținutului de azot în sol, se constată faptul că la parcelele cultivate cu mazăre și mixtură semințe anul 1 (golomăț 30%, ghizdei 25%, păiuș 30%, raigras 15%) a avut loc o creștere a cantității de azot în sol pe direcția amonte-aval fiindcă terenul este în pantă și există scurgeri de suprafață, iar azotul se acumulează în zonele mai joase, unde umiditatea și procesele microbiologice favorizează transformarea și stocarea lui.

2. Atât porumbul, cât și grâul în variantă nefertilizată nu au conservat conținutul de azot în sol deoarece sunt culturi mari consumatoare de azot, utilizându-l intens pentru dezvoltarea frunzelor, tulpinii și boabelor, iar în lipsa fertilizării, plantele absorb tot azotul disponibil din sol, reducându-i rezervele.

3. Floarea-soarelui a avut un conținut în azot de 2,58 – 3,82%, având în vedere că această cultură **nu** necesită cantități mari de azot comparativ cu porumbul sau grâul, ceea ce ajută la menținerea unei rezerve mai bune de azot în sol pentru culturile următoare.

G. Principalele modalități de prevenire a poluării solului și apei cu nitrați și metale grele prin procese de eroziune

1. Excesul fertilizatorilor chimici afectează nivelul pH-ului din sol, totodată afectează microorganismele ce ajută la afânarea și refacerea solului, de aceea este necesară reducerea folosirii fertilizatorilor chimici.

2. După ce se recoltează culturile principale, se poate înființa o altă cultură pentru îngrășămintele verzi, în acest mod se consumă îngrășămintele rămase de la cultura principală, precum și cele formate prin activitatea de nitrificare. Prin urmare toate acestea

sunt încorporate în masa vegetativă formată, evitând levigarea și se întorc în sol odată cu materialul vegetal.

3. Împădurirea terenurilor arabile aflate pe pante mari, unde nu se poate lucra cu utilajele agricole. Împădurirea ajută la ancorarea solului prin intermediul rădăcinilor și la reproducerea de microorganisme, dar și menținerea pânzei freatice.

H. Influența structurii culturilor asupra eroziunii și fertilității solului

1. Cultura de bromus inermis în anul 4 și 5 a protejat foarte bine (0 t/ha sol erodat) solul împotriva eroziunii solului, motivând utilizarea acesteia la înierbarea benzilor și taluzurilor de protecție în cadrul sistemului de măsuri și amenajări antierozionale.

2. Diminuarea conținutului de elemente fertilizante în sol, la culturile păioase este mai redusă față de cele de la culturile prășitoare deoarece păioasele folosesc mai eficient nutrienții disponibili și nu epuizează rezervele rapid, în schimb la prășitoare este invers.

3. Pierderile de apă și sol de pe parcelele pentru controlul scurgerilor la culturile păioase fertilizate cu azot și fosfor sunt foarte mici sau chiar deloc la unele averse torențiale, iar la parcela cultivată cu grâu nefertilizat acestea sunt de 28,000 mc/ha pierderi de apă prin scurgerea lichidă și pierderi de sol de 0,193 t/ha.

4. În cadrul parcelei cu ogorul negru permanent, pierderile de sol sunt de 10,484 t/ha și pierderile de apă fiind 210,000 mc/h, ceea ce justifică vulnerabilitatea terenurilor proaspăt lucrate împotriva eroziunii solului.

I. Efectul aplicării resturilor vegetale asupra ameliorării însușirilor solurilor expuse eroziunii

1. Resturile vegetale rămase la suprafața solului după recoltarea culturilor, susțin conservarea apei în sol prin reducerea evaporării și a scurgerii la suprafața solului.

2. Reținerea resturilor vegetale pe terenurile arabile în pantă, ajută la sechestrarea carbonului în sol dar și la creșterea cantității de carbon organic.

3. Păstrarea resturilor vegetale, la suprafața solului ajută la micșorarea costurilor cu: combustibil și mentenanța utilajelor, dar ajută și la gestionarea durabilă a resturilor vegetale care diminuează necesarul de îngrășăminte chimice.

J. Evoluția principalelor însușiri agrochimice ale solului pe terenurile erodate

1. Asupra evoluției principalelor însușiri agrochimice ale solului pe terenurile erodate după o perioadă îndelungată de 24 de ani s-a constatat diferențe privind conținutul de humus a solului între valorile din anul 2000 și 2024, în secțiunea aval pe cele două adâncimi (0-10 cm și 10-20 cm) la grâu și porumb dar și la ogor negru permanent. Aceste diferențe sunt datorate următorilor factori:

- Eroziunea și levigarea – Solul nelucrat (ogor negru) pierde humus mai rapid din cauza lipsei protecției vegetale;
- Tipul culturii – Grâul menține mai bine humusul, porumbul îl epuizează mai repede, iar ogorul negru favorizează pierderi extreme;
- Rotația culturilor – Dacă porumbul a fost cultivat în monocultură, degradarea humusului este mai mare decât la grâu;
- Cantitatea și tipul de resturi vegetale – Grâul și porumbul lasă materie organică diferită ca structură și conținut de nutrienți.

2. Privitor asupra conținutul în humus și azot a solului în cadrul secțiunii amonte pe cele două adâncimi (0-10 cm și 10-20 cm) se constată diferențe negative între anul 2000 și 2024 la grâu, porumb și ogor negru. Diferențele negative de conținut de humus și azot din sol sunt determinate scurgerilor lichide de suprafață care antrenează odată cu ele cantități importante de elemente fertilizante.

7.2. Recomandări

1. Implementarea lucrărilor minime ale solului (minimum tillage, no-tillage) pentru a reduce pierderile de apă și sol, în contextul accentuării deficitului de umiditate.

2. Utilizarea benzilor înierbate permanent pe terenurile cu pantă mai mare de 10%, formate din ierburi perene și leguminoase fixatoare de azot, pentru a reduce viteza scurgerilor de suprafață și a stabiliza solul pe termen lung.

3. Introducerea culturilor perene în rotația culturilor prășitoare, în special în zonele expuse scurgerilor intense, pentru a îmbunătăți stabilitatea solului și retenția umidității.

4. Optimizarea fertilizării în funcție de poziția pe versant, deoarece parcelele din aval au prezentat o acumulare mai mare de azot și humus, ceea ce necesită ajustarea dozelor aplicate în amonte pentru a menține un echilibru nutritiv uniform.

5. Adaptarea rotației culturilor în funcție de pierderile de sol măsurate, prin excluderea temporară a culturilor cu coeficient de scurgere ridicat pe terenurile afectate grav de eroziune și utilizarea culturilor fixatoare de sol pentru regenerarea structurii acestuia.

6. Implementarea unor sisteme de drenaj de suprafață prin rigole, coame de pământ și biloane, menite să rețină și să favorizeze infiltrarea apei în sol, reducând riscul de eroziune accelerată în perioadele cu precipitații excesive.

7. Monitorizarea periodică a modificărilor în conținutul de humus și azot, pentru a preveni degradarea solului și a ajusta strategiile de fertilizare și rotație a culturilor în funcție de tendințele identificate, având în vedere că reducerea conținutului de humus afectează stabilitatea structurală a solului, în timp ce scăderea azotului poate influența negativ dezvoltarea vegetației de protecție.

BIBLIOGRAFIE

REFERENCESE

1. Ailincăi, C.; Jităreanu, G.; Bucur, D.*; Mercus, A. Influence of Tillage Practices and Fertilization on Crop Yields and Soil Properties in Long-Term Crop Rotation (Soybean-Wheat-Maize) Experiments. *J. Food Agric. Environ.* 2011, 9 (1), 285–289.
2. Ailincăi, C.; Jităreanu, G.; Bucur, D.*; Mercus, A. Protecting the Soil from Erosion by Cropping Systems and Fertilization in Moldavian Plateau. *J. Food Agric. Environ.* 2011, 9 (1), 570–574.
3. Ailincăi, C. Cercetări Privind Proceele de Eroziune și Metodele de Combatere a Acestora în Câmpia Moldovei; Editura Ion Ionescu de la Brad: Iași, 2016.
4. Ailincăi, C.; Ailincăi, D.; Slonovschi, V. Rezultate Experimentale Privind Rolul Asolamentului și al Îngrășămintelor în Menținerea și Îmbunătățirea Fertilității Solului, Combaterea Eroziunii și Sporirea Producției Agricole. Stațiunea de Cercetări Podu-Iloaiei, Cercetări Agronomice în Moldova 1992.
5. Ailincăi, C.; Jităreanu, G.; Filipov, F.; Ailincăi, D.; Zbant, M. Evolution of Soil Fertility under the Influence of Organic Fertilizers and Erosion on Slope Lands in the Moldavian Plain. *Cercetări Agronomice în Moldova* 2009, XLII (4).
6. Ailincăi, C.; Jităreanu, G.; Bucur, D.; Ailincăi, D.; Raus, L.; Filipov, F. Effects of Cropping Systems on Water Runoff, Soil Erosion and Nutrient Loss in the Moldavian Plateau, Romania. *Advances in Studies on Desertification, International Conference on Desertification in Memory of Professor John B. Thornes (ICOD 2009)*; Edit.um Universidad de Murcia: Murcia, Spain, 2009; pp. 16–18.
7. Ailincăi, C.; Jităreanu, G.; Răus, L.; Țopa, D. Crop Technologies and Methods for Soil Protection; Editura Ion Ionescu de la Brad: Iași, 2013.
8. Ailincăi, C.; Jităreanu, G.; Bucur, D.; Ailincăi, D. Sezonul Critic pentru Eroziunea Solului în Podișul Moldovei, 2013.
9. Albu, M. Eroziunea Hidrică pe Microversanți în Bazinul Călmățului Teleorman. *Lucrări și Rapoarte de Cercetare* 2018, IV, Workshop - Riscuri Naturale și Antropice; Editura Universității București.
10. Andrieș, S.; Filipciuc, V. Măsuri de Sporire a Capacității de Producție a Solurilor Erodare, 2019.
11. Avram, P. Unele Măsuri de Combatere a Eroziunii Solului în Câmpia Transilvaniei. *Probleme Agricole* 1956, 1.

12. Băloiu, V. Amenajarea Torenților pe Teritoriul Agricol; Editura Agrosilvică: București, 1965.
13. Băloiu, V. Amenajarea Bazinelor Hidrografice și a Cursurilor de Apă; Editura Ceres: București, 1980.
14. Berbecel, O.; Stancu, M.; Ciovica, N.; Jianu, V.; Apetroaei, St.; Socor, E.; Rogodjan, I.; Eftimescu, M. Agrometeorologie; Editura Ceres: București, 1970.
15. Biali, G. Stadiul Actual al Implementării Tehnicii Sistemelor Informaționale ale Teritoriului în Studiul Eroziunii și al Proceselor Asociate. Referat Nr. 1 În Cadrul Doctoratului; Universitatea Tehnică Gh. Asachi: Iași, 1998.
16. Boinicean, B. Ghid Practic pentru Cultura Ecologică (Culturi de Câmp); Editura Eco-Trias: Chișinău, 2016.
17. Boinicean, B. Manual pentru Producători, Agricultori și Formatori; Chișinău, 2020; pp. 50–52.
18. Brice, J. C. Erosion and Deposition in the Loess Mantled Great Plains, Medicine Creek Drainage Basin, Nebraska. U.S. Geological Professional Paper 1966, 352 H.
19. Bucur, D.; Jităreanu, G.; Ailincăi, C. Effects of Long-Term Soil and Crop Management on the Yield and on the Fertility of Eroded Soil. *J. Food Agric. Environ.* 2011, 9 (2), 207–209.
20. Bucur, D.; Jităreanu, G.; Ailincăi, C.; Tsadilas, C.; Ailincăi, D.; Mercus, A. Influence of Soil Erosion on Water, Soil, Humus and Nutrient Losses in Different Crop Systems in the Moldavian Plateau, Romania. *J. Food Agric. Environ.* 2007, 5 (2), 261–264.
21. Bucur, D.; Jităreanu, G.; Ailincăi, C.; Filipov, F. Erosion Control—A Basic Condition for a Competitive Agriculture and Environment Protection in North-Eastern Romania. *Proceedings of the International Soil Tillage Research Organisation 17th Triennial Conference*, Kiel, Germany, 2006.
22. Bucur, D.; Jităreanu, G.; Ailincăi, C. Soil Erosion Control on Arable Lands from North-East Romania. In *Soil Erosion Issues in Agriculture*; InTech, 2011; pp. 295–314.
23. Bucur, D., Ed. *River Basin Management*; InTech: Rijeka, 2016; ISBN 978-953-51-2604-1. DOI: 10.5772/61557.
24. Căinărean, G.; Anatolie, F.; Jigău, G.; Galupa, D.; Cozlov, A. Ghid Practic - Managementul Durabil al Terenurilor; Chișinău, 2015; pp. 190–210.
25. Ceremisinov, G. et al. Efectul Îngrășămintelor la Porumb pe Solurile Predominante în Depresiunile Elan-Sărata și Huși. Ph.D. Thesis, 1972.

26. Cîrlan et al. Aspecte ale Nutriției Porumbului, pe Solurile Erodate din Podișul Bârladului. Cercetări Agronomice în Moldova 1980, 3.
27. Codru, I.-C.; Niacsu, L.; Enea, A.; Bou-imajane, L. Gully Head-Cuts Inventory and Semi-Automatic Gully Extraction Using LiDAR and Topographic Openness—Case Study: Covurlui Plateau, Eastern Romania, 2023.
28. Cojocaru, I. Surse, Procese și Produse de Poluare; Editura Junimea: Iași, 1995.
- Constantin, E. Îmbunătățiri Funciare; București, 2014; pp. 60–61.
29. Costache, I. et al. Contribuții la Stabilirea Agrotehnicii Terenurilor în Pantă. Probleme Agricole 1969, 9.
30. Costache, M.-Ș.; Moroșanu, G.-A. Gully Erosion Process and Their Management in the Trivale Forest Park, Pitesti City, Romania. Forum Geografic, Studii și Cercetări de Geografie și Protecția Mediului, 2024.
31. Costache, I. et al. Câteva Rezultate Obținute Prin Aplicarea Îngrășămintelor la Grâu și Porumb pe Terenurile Erodate în Silvo-Stepa Moldovei. Probleme Agricole 1960, 9.
32. Costache, I. et al. Agrotehnica Terenurilor în Pantă; Editura Agrosilvică: București, 1968.
33. Dai, C. et al. Exploring Optimal Measures to Reduce Soil Erosion and Nutrient Losses in Southern China. Agric. Water Manage. 2018, 41-48.
34. Derpsch, R.; Cullin, A. Keep Soil Covered for Longer Life. Farming Ahead 2006, 172, 37–39.
35. Chalise, D. et al. Land Degradation by Soil Erosion in Nepal, 2019, pp. 8–11.
- Dîrja, M. et al. Cercetări Privind Riscul Eroziunii de Suprafață și Adâncime în Subazinul Hidrografic Valea Sărată, Județul Cluj. Lucr. Simp. Șt. Anual al Facultății de Horticultură USAMV Cluj-Napoca 2000.
36. Dumitrescu, M. et al. Influența Culturilor Agricole Asupra Cantităților de Sol Erodat și de Elemente Nutritive. Cercetări Agronomice în Moldova 1970, 23.
- Dumitru, D. Riscuri Geomorfologice; Iași, 2021; pp. 156–160.
37. Enache, L. Meteorologie, Climatologie și Agrometeorologie; Vol. 3; Editura Sitech Craiova, 2012.
38. Fernández–Raga, M.; Palencia, C.; Keesstra, S.; Jordán, A.; Fraile, R.; Angulo–Martínez, M.; Cerdà, A. Splash Erosion: A Review with Unanswered Questions. Earth-Sci. Rev. 2017, 171, 463–477.
39. Filiche, E. Contribuții la Studiul Pierderilor de Elemente Fertilizante cu Referire la Impactul Lor Asupra Mediului Ambient. Ph.D. Thesis, 2003.
40. Filipov, F. Pedologie; Editura Ion Ionescu de la Brad: Iași, 2005.

41. Filipov, F.; Lupascu, Gh. Pedologie. Alcătuirea, Geneza și Clasificarea Solurilor; Editura Terra Nostra, 2003.
42. Filipov, F.; Răus, L.; Țopa, D. Efectul Unor Sisteme de Lucrare a Solului Asupra Unor Indicatori Pedomorfologici ai Cernoziomului Cambic Mezocalcaric Cultivat cu Grâul de Toamnă. In Ameliorarea, Conservarea și Valorificarea Solurilor Degradate Prin Intervenții Antropice; Editura Ion Ionescu de la Brad: Iași, 2007.
43. Giurcăneanu, G. Înfruntând Natura Dezlănțuită; Editura Albatros, 1987.
- Grădinaru, M. Argumente pentru o Chimizare Neregresivă. Produse Vegetale. Cereale și Plante Tehnice 1987, 1.
44. Gumovschi, A. Manualul Fermierului pentru Culturile de Câmp, Part I; Chișinău, 2020.
45. Guș, P.; Lăzăreanu, A.; Săndoiu, D.; Jităreanu, G.; Stancu, I. Agrotehnica; Editura Risoprint: Cluj-Napoca, 1998.
46. Halbac, R. Lucrările de Îmbunătățiri Funciare și Managementul Durabil al Terenurilor în Contextul Schimbărilor Climatice; Ph.D. Habilitation Thesis, 2016.
- Hârjoabă, I. Relieful Colinelor Tutovei; Editura Academiei R.S.R., 1968.
47. Hurjui, C. Rolul Rocilor Sedimentare în Morfologia și Dinamica Ravenelor. Studii de Caz în Podișul Moldovenesc; Editura ALFA: Iași, 2008.
48. Hurjui, C.; Nistor, D.; Petrovici, G. Degradarea Terenurilor Agricole Prin Ravene și Alunecări de Teren. Studii de Caz în Podișul Bârladului; Editura ALFA, 2008; pp. 154–163.
49. Ionașcu, R. P.; Chiper, B. M.; Turcu (Leonte), C.-L. Experiențe de Lungă Durată la Stațiunea de Cercetare–Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului—Mircea Moțoc—Perieni, Județul Vaslui. Editura Academiei Române, 2023.
50. Ioniță, I. Formarea și Evoluția Ravenelor din Podișul Bârladului; Editura Corson: Iași, 2000.
51. Ioniță, I. Studiul Geomorfologic al Degradărilor de Teren din Bazinul Mijlociu al Bârladului. Ph.D. Thesis, Universitatea Alexandru Ioan Cuza, 1997.
52. Ioniță, I.; Niacșu, L.; Poesen, J.; Fullen, M. A. Controls on the Development of Continuous Gullies: A 60-Year Monitoring Study in the Moldavian Plateau of Romania. Earth Surf. Process. Landf. 2021, 46 (2), 1–18.
53. Ion, V. Fitotehnie; Editura USAMV: București, 2010.
54. Ioniță, I. Studiul Geomorfologic al Degradărilor de Teren din Bazinul Mijlociu al Bârladului. Ph.D. Thesis, Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași, 1997.
55. Iosub, P.; Zugravu, A. Vaslui Monografie; Editura Sport-Turism: București, 1980.

56. Ioniță, I.; Rădoane, M.; Mircea, S. In *Soil Erosion in Europe*; Wiley, 2006.
57. Ioniță, I.; Ouatu, O. Critical Erosion Season in Tutovei Hills. *Sci. Ann. Alexandru Ioan Cuza Univ. Iasi, Romania*, 1990.
58. Iurașcu, C. Studiul Comportării Unui Sortiment de Culturi Agricole pe Cernoziomurile Levigate Erodate din Câmpia Transilvaniei. *Ann. I.C.A.R., Seria A*, 1960, XXVII.
59. Jităreanu, G.; Ailincăi, C.; Bucur, D.* Soil Fertility Management in North-East Romania. *J. Food Agric. Environ.* 2007, 5 (3&4), 349–353.
60. Jităreanu, G.; Ailincăi, C.; Bucur, D.* Influence of Tillage Systems on Soil Physical and Chemical Characteristics and Yield in Soybean and Maize Grown in the Moldavian Plain (North-Eastern Romania). *Proc. 17th Conf. Int. Soil Tillage Res. Organ.; Christian Albrechts Univ: Kiel, Germany*, 2006; *Adv. Geoecol.*, 2007, 38, 370–379.
61. Jităreanu, G.; Ailincăi, C.; Bucur, D.; Ailincăi, D.; Raus, L.; Filipov, F.; Cara, M. The Impact of the Cropping System Management on Soil Erosion and Fertility in Northeastern Romania. *Adv. Stud. Desertif., Proc. Int. Conf. Desertif. in Memory of Prof. John B. Thornes (ICOD 2009)*; Edit.um Universidad de Murcia: Murcia, Spain, 2009.
62. Laflen, J. M.; Flanagan, D. C. The Development of U.S. Soil Erosion Prediction and Modeling. *Int. Soil Water Conserv. Res.* 2013, 1 (2).
63. Jităreanu, G.; Ailincăi, C.; Bucur, D.; Răus, L.; Ailincăi, D. Cropping Systems and Fertilization Effects on Erosion and Soil Quality in Moldavian Plain. *Lucr. Științifice* 2009, 52, Seria Agronomie, USAMV Iași.
64. Lado, M.; Benhur, M.; Shainberg, I. Soil Wetting and Texture Effects on Aggregate Stability, Seal Formation, and Erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2004, 68.
65. Leonte (Turcu), C.-L.; Bucur, D.; Chipper, B.-M.; Popa, N. Research on Runoff and Soil Erosion in the Tarnii Valley Hydrographic Basin from Tutova Rolling Hills, Romania, during 2019–2021. *AgroLife Sci. J.* 2024, 13 (1), 217–222.
66. Leonte (Turcu), C.-L.; Ionașcu, R. P.; Iordache, S. The Impact of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on Soil Physico-Chemical Indicators on Sloped Plots of Winter Wheat Crops in Eastern Romania. *Lucr. Științifice Seria Agronomie* 2024, 67 (1).
67. Lixandru, Gh.; Calancea, L.; Caramete, C.; Marin, N.; Goian, M.; Hera, C.; Borlan, Z.; Răuță, C. *Agrochimie; Ed. Didactică și Pedagogică: București*, 1990; p. 390.
68. Luca, A. Posibilități de Sporire a Producției Solurilor Bune Podzolite și Erodate din Regiunea Deluroasă a Transilvaniei. *Probleme Agricole* 1961, 9.

Luca, A. Combaterea Eroziunii și Refacerea Fertilității în Podișul Central Moldovenesc. Probleme Agricole 1963.

69. Luca, A. Cercetări Privind Stabilirea Unor Indici Fizici și Chimici de Caracterizare și Clasificare a Solurilor Erodade din Dobrogea. Ph.D. Thesis, București, 1970.

70. Martínez-Graña, A. M.; Goy, J. L.; Zazo, C. Analysis of Water Erosion Using GIS and Remote Sensing for the Management of Protected Natural Environments in the South of the Province of Salamanca (Spain). Prog. Gully Erosion Res., IV Int. Symp. Gully Erosion, September 17–19, 2007, Pamplona, Spain; Casalí, J., Giménez, R., Eds.; Universidad Pública de Navarra: Nafarroako Unibertsitate Publikoa, pp. 84–85.

71. Mărgărint, M. C.; Niculiță, M. Landslide Type and Pattern in Moldavian Plateau, NE Romania. In Landform Dynamics and Evolution in Romania; Springer Geography, 2017.

72. McIsaac, G. F.; Mitchell, J. K. Temporal Variation in Runoff and Soil Loss from Simulated Rainfall on Corn and Soybeans. Trans. ASAE 1992, 35 (2), 465–472.

73. Measniev, M. Îmbunătățiri Funciare; Editura Didactică și Pedagogică: București, 1975.

74. Mihalache, M. et al. Pedologie; București, 2014.

75. Mizan, A. Review on Climate Change Impact on Soils: Adaptation and Mitigation. Int. J. Environ. Pollut. Res. 2021, 9 (2), 58–65.

76. Mircea, S.; Petrecu, N.; Tronac, A. S. Some Aspects Concerning Gully Erosion Process in Small Torrential Watersheds and Its Impact on Environment. Carpathian J. Earth Environ. Sci. 2015, 10 (2), 115–122.

77. Moțoc, M. Eroziunea Terenurilor Agricole și Combaterea Ei; Editura Agrosilvică, 1963.

78. Muscalu, I. Impactul Degradării Terenurilor Asupra Așezărilor Umane în Perimetrul Lacului de Acumulare Izvorul Muntelui. Articol, 2020.

79. Moțoc, M. et al. Eroziunea Solului și Metode de Combatere; Editura Ceres: București, 1975.

80. Moțoc, M. et al. Eroziunea Solului pe Terenurile Agricole și Combaterea Ei; Editura Agrosilvică: București, 1959.

81. Motoc, M.; Munteanu, S.; Baloiu, V.; Stănescu, P.; Mihaiu, G. Soil Erosion and Control Methods; Ceres Publishing House: Bucharest, Romania, 1975.

82. Muntean, L. S.; Borcean, I.; Axinte, M.; Roman, Gh. V. Fitotehnie; Editura Ion Ionescu de la Brad: Iași, 2004.

83. Năstasă, V.; Nistor, D.; Năstasă, E. Rotația și Fertilizarea Culturilor pe Terenurile în Pantă; Editura Alfa: Iași, 2008.
84. Nedelcu, L. Curs de Combaterea Eroziunii Solului; Editura Semne, 2001.
85. Nearing, M. Soil Erosion and Conservation. In *Environmental Modelling: Finding Simplicity in Complexity*; Wainwright, J., Mulligan, M., Eds.; 2004, pp. 277–290.
86. Niacsu, L.; Bucur, D.; Ionita, I.; Codru, I.-C. Soil Conservation Measures on Degraded Land in the Hilly Region of Eastern Romania: A Case Study from Puriceni-Bahnari Catchment. *Water* 2022, 14, 525. <https://doi.org/10.3390/w14040525>.
87. Nicks, A. D.; Lane, L. J.; Gander, G. A. Weather Generator (Chapter 2). In *USDA Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile and Watershed Model Documentation - NSERL Report*; Flanagan, D. C., Nearing, M. A., Eds.; USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, 1995.
88. Neamțu, T. Ecologie, Eroziune și agrotehnică antierozională; Editura Ceres: București, 1966; pp. 18–25.
89. Nistor, D. Valorificarea Superioară a Resurselor de Sol de pe Terenurile în Pantă Erodate - Premiză a Dezvoltării Rurale Durabile. *Articol Simpozion Științific*, 2004, pp. 13–14.
90. Olaru, E. Protecția Mediului Ambiant - Ciclu de Prelegeri; București, 2008; pp. 92–93.
91. Păduraru, V. Studiul Geomorfologic al Degradărilor de Teren din Zona Zeletinului. Ph.D. Thesis, Iași, 2013.
92. Petrovici, P.; Costache, I. Aspecte ale Îngrășării Porumbului Cultivat pe Terenurile în Pantă Erodate din Depresiunea Jijia-Bahlui, 1967.
93. Popa, N.; Nistor, D.; Nistor, D. Amenajarea și Exploatarea Terenurilor Agricole Degradate prin Eroziune - Ghid Practic; Iași, 2005.
94. Pintilie, C. Lucrările Solului în Condițiile Agriculturii Intensive. *Prod. Vegetale, Cereale și Pl. Tehnice* 1981, 1.
95. Popa, N. Metode de Estimare a Eroziunii Solului; Editura Ștef: Iași, 2013.
96. Popa, N. Contribuții la Elaborarea Unor Modele de Prognoză a Pierderilor de Sol și Elemente Fertilizante prin Eroziune de pe Versanții Agricoli, cu Referire la Podișul Bârladului. Ph.D. Thesis, Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi”, Iași, 1999.
97. Popa, N.; Filiche, E.; Purnavel, G. Stages of Degrading Soils by Erosion. *Simpoz. Șt. 90 Ani Învățământ Agronomic la Iași*, 2002.

98. Popa, N. Evoluția pe Termen Lung a Indicei de Eroziune/Productivitate a Solului în Valea Țarinei-Colinele Tutovei. *Analele Univ. Ovidius Constanța* 2000, 1.
99. Popa, N. Soil Erosion Model Used in Romania. *Proc. 12th Int. Soil Conserv. Organ. Conf., Beijing, China, 2002; ISBN: 7-302-05524-6/TV. 38 Vol. IV.*
100. Popa, A. et al. Combaterea Eroziunii Solului și Valorificarea Economică a Terenurilor pe Pantă; Iași, 1967.
101. Popa, A. Cercetări Privind Eroziunea și Măsurile de Combatare a Acesteia pe Terenurile Arabile din Podișul Central Moldovenesc. MAIA, București, 1979.
102. Popa, A. et al. Combaterea Eroziunii Solului pe Terenurile Arabile; Editura Ceres: București, 1984.
103. Popa, G.; Popa, A. Structura Culturilor și Sisteme Antierozionale în Pantă. *Prod. Vegetale, Cereale și Plante Tehnice* 1979, 1.
104. Purnavel, G. Măsură Nonstructurale pentru Prevenirea și Diminuarea Eroziunii de Suprafață de pe Versanți cu Folosințe Agricole. *Lucr. Științifice*, 2007, 50, Seria Agronomie, Iași, 177–178.
105. Pujina, D. Research Concerning Landsliding Processes on Agricultural Lands in the Barlad Plateau and Contributions to Land Conservation Techniques. Ph.D. Thesis, Gheorghe Asachi Technical University of Iași, Romania, 1997.
106. Pînzaru, D. et al. Aspecte ale Agrotehnicii Grâului în Regiunea Iași. *Probleme Agricole* 1963, 9.
107. Rădoane, M.; Rădoane, N.; Cristea, I.; Popescu, L.; Barnoaiea, I.; Budui, V.; Chiriloaei, F. Monitorizarea Evoluției Ravenelor Test din Podișul Moldovei în Perioada 1986–2008. *Analele Univ. Ștefan Cel Mare Suceava, Secțiunea Geografie* 2009, XVIII, 5–18.
108. Rădoane, M.; Ichim, I.; Rădoane, N. Gully Distribution and Development in Moldavia, Romania. *Catena* 1995, 24, 127–146.
109. Roșian, G. Probleme de Geomorfologie Aplicată în Studiul Ravenelor - Studiu de Caz la Ravena Rupturi. Cluj-Napoca, 2007.
110. Rusu, A. Valorificarea Surplusurilor de Paie. Chișinău, 2009.
111. Romașcu, M.; Ivan, G.; Popovici, M.; Hurdubaie, E.; Baci, M.; Olaru, M. D.; Sanislav, O. Studiu Pedologic și Agrochimic al Teritoriului Administrativ Vaslui. *Oficiul Județean de Studii Pedologice și Agrochimice Vaslui*, 2007.
112. Ramos, M. C.; Nacci, S.; Pla, I. Effect of Raindrop Impact and Its Relationship with Aggregate Stability to Different Disaggregation Forces. *Catena* 2003, 53, 365–376.

112. Risse, L. M.; Nearing, M. A.; Laflen, J. M.; Nicks, A. D. Error Assessment in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1993, 57 (3), 825.
113. Sandu, I.; Mateescu, E.; Vățamanu, V. Schimbări Climatice în România și Efectele Asupra Agriculturii; Editura Sitech: Craiova, 2010.
114. Savu, P.; Bucur, D. Starea Actuală și Perspectivele Combaterii Eroziunii Solului pe Teritoriul Județului Iași, 1995.
115. Savu, P.; Bucur, D. Organizarea și Amenajarea Teritoriului Agricol cu Lucrări de Îmbunătățiri Funciare; Editura Ion Ionescu de la Brad: Iași, 2002.
116. Savu, P. Lucrările de Combatare a Eroziunii Solului - Componenta Majoră a Menținerii Echilibrului Ecologic în Podișul Moldovei. Proiect de Cercetare, 1999.
117. Simionescu, I. Contribuții la Stabilirea Măsurilor Agrotehnice pentru Sporirea Producției Cătorva Plante de Cultură pe Terenurile din Zona Deluroasă a Podișului Transilvaniei. Ph.D. Thesis, 1969.
118. Smith, P.; Olesen, J. E. Synergies Between the Mitigation of and Adaptation to Climate Change in Agriculture. *J. Agric. Sci.* 2010, Cambridge University Press.
119. Stasiev, G.; Moraru, T.; Bucșa, I. Ghid Privind Conservarea și Utilizarea Rațională a Umidității Solului; 2015.
120. Staicu, I. Agrotehnica; Editura Agrosilvică, 1969.
121. Stătescu, F. Știința Solului - Suport Curs; 2015.
122. Takken, I. Effects of Soil Roughness on Overland Flow and Erosion. *ESSC, Newsletter* 2001, 1.
123. Telișcă, M. Climatologie - Suport Curs; 2020.
124. Titus, N. Ecologie, Eroziunea și Agrotehnică Antierozională; Editura Ceres: București, 1996.
125. Totolea, C. Cercetări Privind Evoluția Structurii Categoriilor de Folosință și a Lucrărilor Antierozionale pe Terenurile Agricole în Pantă din Bazinul Hidrografic Izvoru Berheciului (Colinele Tutovei). Ph.D. Thesis, 2022.
126. Țuiculina, S. Contribuții la Tehnologia Culturii Grâului pe Solurile Erodate din Zona Centrală a Olteniei. Ph.D. Thesis, Craiova, 1977.
127. Wang, I. et al. Soil C and N Dynamics and Hydrological Processes in a Maize-Wheat Rotation Field Subjected to Different Tillage and Straw Management Practices. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2019, 285.
128. Wuddivira, M. N.; Stone, R. J.; Ekwue, E. I. Clay, Organic Matter, and Wetting Effects on Splash Detachment and Aggregate Breakdown Under Intense Rainfall. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2009, 73, 226–232.

129. Yu, F.; Guanglu, L.; Dong, W.; Tenghui, Z.; Mingxi, Y. Impact of Raindrop Energy on the Distribution Characteristics of Splash Aggregates of Cultivated Dark Loess Cores, 2019.
130. Administrația Națională de Meteorologie. Clima României; Editura Academiei Române, 2008.
131. Agro-mediul și Adaptarea la Schimbările Climatice; Publicație tematică nr. 40, an II, 2015.
132. GAL-Colinele Tutovei, 2012.
133. Eurostat, g4media.ro.
134. Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie. Codul de Bune Practici Agricole pentru Protecția Apelor Împotriva Poluării cu Nitrați din Sursele Agricole; 2012.
135. www.renovablesverdes.com.
136. meteoromania.ro.
137. <https://soilerosion.com/human-contributions-to-soil-erosion/>.
138. <http://lcgeography.preswex.ie/how-human-activities-can-accelerate-soil-erosion.html>.
139. Solutions for Anti-Erosion Organization of the Territory and for Sustainable Agricultural Exploitation Based on the Inventory of Landslides and Ravines in the Tomesti River Basin, Vaslui County. Summary of the Technical-Scientific Report, 2021; “Mircea Motoc” Perieni Soil Erosion Research-Development Station, Romania. Available online: <http://www.cesperieni.ro> (accessed on 5 December 2021).

ANEXE

Anexa 1. Lista lucrărilor științifice

Articole publicate în reviste indexate ISI:

1. **Crina-Loredana TURCU (LEONTE)**, Daniel BUCUR, Bianca-Mihaela CHIPER, Nelu POPA, 2024 –Research on runoff an soil erosion in the Tarnii Valley hydrographic basin from Tutova rolling hils, Romania, during 2019-2021, *AgroLife Scientific Journal*, Volume 13, Number 1, pg. 217-222, ISSN 2285-5718; ISSN CD-ROM 2285-2286-0126; ISSN-L 2285-5718.
2. Cristina-Mihaela Marinciu, Gabriela Șerban, Vasile Manda, Indira Galit, Gheorghe Bunta, Gabriela Păunescu, Andreea Sabina Eșanu, Simona Isticioaia, Mihai Tilihoi, Cristina Melucă, Georgeta Trașcă, Leliana Voinea, Emanuela Marcu, Andrei Boruzil, Gabriela Gorinoiu, Cecilia Bănățeanu, Rodica Kadar, Iustina Lobonțiu, Zsuzsa Friss, **Crina-Loredana Leonte**, Robert Marian Gheorghe, Andreea Enea, Nicolae N. Săulescu – Aspecte ale comportării unor soiuri și linii de grâu românești în anii 2021 și 2022, *An. INCDA Fundulea*, VOL. XC, Genetică și ameliorarea plantelor, 2022, pg. 83-92, ISSN Electronic 2067-7758.

Articole publicate în reviste indexate BDI:

1. Bianca Chiper*, **Crina Turcu**, Roxana Ionașcu, Mădălina Olaru, Zonnya Stângă, Nelu Popa, Cosmin Hurjui, 2024 – Long-term research on the study of wheat and corn fertilization on slope lands in Barlad plateau, Romania, *Agriculture & Food, Journal of International Scientific Publications*, Volume 11, pg. 346-355, ISSN 1314-8591.
2. Ionașcu Roxana-Patricia, Chiper Bianca-Mihaela, **Turcu Crina-Loredana**, 2023 - *Experiențe de lungă durată la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului "Mircea Moțoc" Perieni*, Volum dedicat Academicianului Cristian Hera, la împlinirea vârstei de 90 de ani, 2023, Editura Academiei Române, București, pg.668-678, ISBN 978-973-27-3785-9.
3. **Crina-Loredana Leonte (Turcu)**, Roxana-Patricia Ionașcu, Silviu Iordache, Daniel Bucur, 2024 - *The impact of nitrogen and phosphorus fertilization on soil physico-chemical indicators on sloped plots of winter wheat crops in eastern Romania*, *Lucrări științifice Seria Agronomie*, Volum 67 (1), nr.1, Iași, pg. 161-164, ISSN PRINT: 1454-7414, ISSN ELECTRONIC: 2069-7627.

ANEXE
Anexa 2 Lista tabelelor

Tabelul 1.1. Pierderile medii anuale de elemente fertilizante ale solului datorate eroziunii	29
Tabelul 1.2. Influența eroziunii asupra densității aparente (g/cm ³) pe două tipuri de sol din Podișul	30
Tabelul 1.3 Repartiția precipitațiilor și a intensității din anul 2019 până în anul 2021	38
Tabelul 1.4. Pierderile medii anuale de elemente fertilizante ale solului datorate eroziunii	45
Tabelul 1.5. Influența eroziunii asupra densității aparente (g/cm ³) pe două tipuri de sol din Podișul Bârladului	56
Tabelul 2.1. Influența asolamentelor asupra producțiilor de grâu și porumb pe terenuri în pantă, nefertilizate	49
Tabelul 2.2. Influența asolamentelor de protecție asupra eroziunii	49
Tabelul 2.3. Structura culturilor (%) recomandată pe terenurile arabile în pantă din Câmpia Moldovei	52
Tabelul 2.4. Influența asolamentului și a rotației culturilor asupra producției de grâu și porumb după 39 de ani de experimentare	52
Tabelul 2.5. Influența duratei asolamentului asupra producției pe terenurile în pantă din județul Cluj	53
Tabelul 2.6. Influența lucrărilor solului și a îngrășămintelor asupra densității aparente pe terenurile erodate de la Șimnic	54
Tabelul 2.7. Producția medie de grâu obținută pe un sol de tip cernoziom cambic, moderat erodat la SCDCES Perieni	55
Tabelul 2.8. Reducerea pierderilor de sol pe terenul îngrășat, comparativ cu terenul neîngrășat	56
Tabelul 2.9. Modificarea pantei terenului prin agroterase și influența ei asupra eroziunii	58
Tabelul 2.10. Dimensiunile teraselor banchetă pe terenurile arabile	60
Tabelul 3.1. Cantitatea lunară și anuală de precipitații la stația meteorologică Vaslui	66
Tabelul 4.1. Rotația culturilor agricole la parcelele standard pentru controlul scurgerilor în perioada 2022-2024	73
Tabelul 5.1. Coeficientul de scurgere la diferite culturi agricole în funcție de averse variabile în perioada 2022-2024	77
Tabelul 5.2. Sinteză asupra bazinelor hidrografice Valea Țărnii și Ghelțag din cadrul Colinelor Tutovei-	82
Tabelul 5.3. Precipitații medii și abaterea față de medie în perioada 2022-2024	86
Tabelul 5.4. Numărul de zile cu precipitații și suma lunară a precipitațiilor	87

la SCDCES Perieni, în perioada 2022-2024	
Tabelul 5.5. Intensitatea ploii funcție de durata ploii	88
Tabelul 5.6. Scurgerea lichidă la diferite culturi agricole în funcție de averse variabile în perioada 2022-2024	89
Tabelul 5.7. Sinteză asupra cantităților de apă scurse prin eroziune, în perioada 2022-2024, la diferite culturi amplasate pe cernoziomul cambic moderat erodat cu panta de 12% la SCDCES Perieni	93
Tabelul 5.8. Eroziunea solului la diferite culturi agricole în funcție de averse variabile în perioada 2022-2024	94
Tabelul 5.9. Sinteză asupra cantităților de sol erodat prin eroziune, în perioada 2022-2024, la diferite culturi amplasate pe cernoziomul cambic moderat erodat cu panta de 12% SCDCES Perieni	102
Tabelul 5.10. Variația rezervei de humus în trei secțiuni (A-amonte parcelă, B-mijloc parcelă, C-aval parcelă) la parcelele pentru controlul scurgerilor pe versantul stâng al Văii Țărnii	116
Tabelul 5.11. Aprecierea solului după aprovizionarea cu humus	118
Tabelul 5.12. Variația rezervei de azot în trei secțiuni (A-amonte parcelă, B-mijloc parcelă, C-aval parcelă) la parcelele pentru controlul scurgerilor pe versantul stâng al Văii Țărnii	122
Tabelul 6.1. Evoluția conținutului de humus și azot la parcelele standard pentru controlul scurgerilor în cadrul bazinului hidrografic Valea Țărnii în anul 2000 și 2024	144

Annex 3 List of tables

Table 1.1. Average annual losses of soil fertilizing elements due to erosion	29
Table 1.2. The influence of erosion on the apparent densit (g/cm ³) on two soil types from the Barlad Plateau	30
Table 1.3. Useful water reserve (m ³ /ha) in spring on two soil types and two degrees of erosion, at a depth of 0-100 cm	38
Table 1.4. Average annual losses of soil fertilizing elements due to erosion	45
Table 1.5. Influence of erosion on bulk density on two soil types from Barlad Plateau	46
Table 2.1. The influence of crop rotations on wheat and corn production on sloping, unfertilized lands	49
Table 2.2. The influence of protective crop rotations on erosion	49
Table 2.3. The influence of crop rotation and rotation on wheat and corn production after 39 years of experimentation	52
Table 2.4. Recommended crop rotations for different slope conditions and soil types	52
Table 2.5. The influence of crop rotation duration on production on sloping lands in Cluj County	53
Table 2.6. The influence of soil tillage and fertilizers on the apparent density (g/cm ³) on eroded lands from Simnic	54
Table 2.7. The average wheat production obtained on a moderately eroded cambic chernozem soil at SCDCES Perieni	55
Table 2.8. Reduction of soil losses (%) on fertilized land (N ₆₄ -P ₆₄), compared to unfertilized land	56
Table 2.9. Modification of the land slope through agroterraces and influence on erosion	58
Table 2.10. Dimensions of bench terraces on arable land	60
Table 3.1. Monthly and annual precipitation at the Vaslui meteorological station	66
Table 4.1. Crop rotation on standard plots for runoff control in the period 2022-2024	73
Table 5.1. Runoff coefficient for different agricultural crops depending variable showers in the period 2022-2024	77
Table 5.2. Synthesis on the Valea Tarnii and Gheltag hydrographic basins within the Tutovei Hills	82
Table 5.3. Average precipitation and deviation from the average in the period 2022-2024	86
Table 5.4. Number of days with precipitation and monthly amount precipitation at the SCDCES Perieni, during 2022-2024	87

Table 5.5. Rain intensity depending on rain duration	88
Table 5.6. Liquid runoff to different agricultural crops depending on variable showers during 2022-2024	89
Table 5.7. Summary of the quantities of water lost through erosion, during the period 2022-2024, for different crops located on the moderately eroded cambic chernozem with a slope of 12% at the SCDCES Perieni	93
Table 5.8. Soil erosion of different agricultural crops depending on variable showers in the period 2022-2024	94
Table 5.9. Synthesis on the quantities of soil eroded by erosion, during period 2022-2024, in different crops located on the moderately eroded cambic chernozem with a slope of 12% at the SCDCES Perieni	102
Table 5.10. Variation of humus reserve in three sections (A-upstream plot, B-middle plot, C-downstream plot) in the plots for runoff control on left slope of the Tărnii Valley	116
Table 5.11. Soil assessment after humus supply	118
Table 5.12. Variation of nitrogen reserve in three sections in the plots runoff control on the left slope of the Tărnii Valley	122
Table 6.1. Evolution of humus and nitrogen content in standard plots runoff control within the Valea Tărnii watershed in 2000 and 2024	144

Anexa 3 Lista figurilor

Fig. 1.1. Eroziunea de suprafață după o ploaie torențială la data de 5 septembrie 2007 pe versantul stâng al Văii Țărnii, Perieni	33
Fig. 1.2. Tipuri de ploi torențiale după repartitia nucleului de intensitate maximă în anul 2019	39
Fig. 1.3. Tipuri de ploi torențiale după repartitia nucleului de intensitate maximă în anul 2020	40
Fig. 1.4. Tipuri de ploi torențiale după repartitia nucleului de intensitate maximă în anul 2021	40
Fig. 2.1. Terasa banchetă Stațiunea Perieni, Colinele Tutovei	59
Fig. 2.2. Drum cu taluz înierbat orientat pe direcția curbelor de nivel la SCDCES Perieni	60
Fig. 2.3. Drum de legătură în serpentină la Stațiunea Perieni	61
Fig. 3.1. Spațiul hidrografic în Colinele Tutovei	64
Fig. 3.2. Repartitia precipitațiilor atmosferice și cantitățile medii anuale	65
Fig. 3.3. Harta solurilor din Colinele Tutovei	68
Fig. 5.1. Încadrarea geomorfologică a subbazinului hidrografic Valea Țărnii, Colinele Tutovei	75
Fig. 5.2. Amenajarea antierozională a bazinului Gheltag Colinele Tutovei	76
Fig. 5.3. Secțiune triunghiulară pentru controlul scurgerilor în bazinul Gheltag	81
Fig. 5.4. Bazinul Gheltag, Colinele Tutovei	82
Fig. 5.5. Stația meteo automată-model AddVantage Pro 6.5 de la Stațiunea Perieni	85
Fig. 5.6. Evoluția precipitațiilor și a pierderilor de apă în perioada 2022-2024	89
Fig. 5.7. Bazin plin cu apă și sol scurse de pe parcela martor de ogor de 150 mp	103
Fig. 5.8. Cilindru gradat cu suspensie de apă și sol	104
Fig. 5.9. Prelucrarea probelor în laborator prelevate de la parcelele standard pentru controlul scurgerilor	105
Fig. 5.10. Evoluția scurgerilor lichide și a pierderilor de sol prin eroziune în anul 2024	108
Fig. 5.11. Comparatia scurgerilor lichide și a pierderilor de sol prin eroziune pentru ploile torențiale din anul 2024	109
Fig. 5.12. Comparatia scurgerilor lichide și a pierderilor de sol pe culturi	112
Fig. 5.13. Probe de sol prelevate de pe parcela cultivată cu mazăre	115
Fig. 5.14. Probe de sol prelevate de la parcelele standard pentru controlul scurgerilor	115
Fig. 6.1. Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de mazăre	128

Fig.6.3. Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de floarea-soarelui	129
Fig. 6.4. Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de porumb	130
Fig. 6.5. Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de amestec semințe	131
Fig. 6.6. Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de grâu nefertilizat	131
Fig.6.7. Evoluția umidității solului în timp pentru cultura de porumb nefertilizat	132
Fig. 6.8. Compararea umidității solului între culturi la semănat	133
Fig. 6.9. Compararea umidității solului între culturi la răsărit	134
Fig. 6.10. Compararea umidității solului între culturi la înflorit	135
Fig. 6.11. Compararea umidității solului între culturi la recoltat	136
Fig. 6.12. Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la mazăre	138
Fig. 6.13. Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la grâu	138
Fig. 6.14. Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la floarea-soarelui	139
Fig. 6.15. Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la porumb-	140
Fig. 6.16. Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la mixtură semințe	140
Fig. 6.17. Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la grâu nefertilizat-	141
Fig. 6.18. Reținerea umidității solului la diferite adâncimi la porumb nefertilizat	141

Annex 3 List of figures

Fig. 1.1. Surface erosion after a torrential rain on September 5, 2007 on left slope of the Tarnii Valley, Perieni	33
Fig. 1.2. Types of torrential rains according to the distribution of the maximum intensity core in 2019	39
Fig. 1.3. Types of torrential rains according to the distribution of the maximum intensity core in 2020	40
Fig. 1.4. Types of torrential rains according to the distribution of the maximum intensity core in 2021	40
Fig. 2.1. Bench terraces in the Station Perieni area, Tutovei Hills	59
Fig. 2.2. Road with grassy slope oriented in the direction of the contours at SCDCES Perieni	60
Fig. 2.3. Serpentine connecting road to SCDCES Perieni	61
Fig. 3.1. Hydrographic area in the Tutova Hills	64
Fig. 3.2. Distribution of atmospheric precipitation and average annual amounts	65
Fig. 3.3. Soil map of the Tutova Hills	68
Fig. 5.1. Geomorphological framing of the Tărnii Valley, Tutovei Hills hydrographic sub-basin	75
Fig. 5.2. Anti-erosion design of the Ghelțag basin, Tutovei Hills	76
Fig. 5.3. Triangular section for leakage control in the Ghelțag basin	81
Fig. 5.4. Ghelțag Basin, Tutovei Hills	82
Fig. 5.5. Automatic weather station-model AddVantage Pro 6.5 from Perieni Station	85
Fig. 5.6. Evolution of precipitation and water losses in the period 2022-2024	89
Fig. 5.7. Basin filled with water and soil drained from the 150 sq m field control plot	103
Fig. 5.8. Graduated cylinder with water and soil suspension	104
Fig. 5.9. Laboratory processing of samples taken from standard plots leakage control	105
Fig. 5.10. Evolution of liquid runoff and soil losses through erosion in 2024	108
Fig. 5.11. Comparison of liquid runoff and soil erosion losses for the 2024 torrential rains	109
Fig. 5.12. Comparison of liquid runoff and soil losses on crops	112

Fig. 5.13. Soil samples taken from the plot cultivated with peas	115
Fig. 5.14. Soil samples taken from standard plots for leakage control	115
Fig. 6.1. Evolution of soil moisture over time for pea crop	128
Fig. 6.3. Evolution of soil moisture over time for sunflower crop	129
Fig. 6.4. Evolution of soil moisture over time for the corn crop	130
Fig. 6.5. Evolution of soil moisture over time for mixed seed crop	131
Fig. 6.6. Evolution of soil moisture over time for unfertilized wheat crop	131
Fig. 6.7. Evolution of soil moisture over time for unfertilized corn crop	132
Fig. 6.8. Comparison of soil moisture between crops at sowing	133
Fig. 6.9. Comparison of soil moisture between crops at sunrise	134
Fig. 6.10. Comparison of soil moisture between crops at flowering	135
Fig. 6.11. Comparison of soil moisture between crops at harvest	136
Fig. 6.12. Soil moisture retention at different depths in peas	138
Fig. 6.13. Soil moisture retention at different depths in wheat	138
Fig. 6.14. Soil moisture retention at different depths in sunflower	139
Fig. 6.15. Soil moisture retention at different depths in corn	140
Fig. 6.16. Soil moisture retention at different depths in seed mixture	140
Fig. 6.17. Soil moisture retention at different depths in unfertilized wheat	141
Fig. 6.18. Soil moisture retention at different depths in unfertilized corn	141