PLAN SECTORIAL – ADER 2023 – 2026
finanțat de

MINISTERUL AGRICULTURII SI DEZVOLTĂRII RURALE

ADER 18.1.1

Dezvoltarea unor soluții pentru refacerea sănătății solului în condițiile menținerii sustenabilității mediului prin valorificarea potențialului fertilizant al îngrăşămintelor organice

Coordonator proiect:

- Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului – INCDPAPM-ICPA București
  - Director proiect: dr. Nicoleta Olimpia Vrînceanu

Parteneri:

- Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mașini și Instalații Destinate Agriculturii și Industriei Alimentare – INMA București
- Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea – INCDA Fundulea
- Universitatea din Craiova
- Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Secuieni – SCDA Secuieni

Obiectivul General al Proiectului

- Asigurarea siguranței și securității alimentare în condițiile gestionării durabile a resurselor naturale climă, sol, apă, biodiversitate din agricultură

Obiectiv specific al proiectului:

- Fertilizarea rațională în acord cu cerințele de mediu și cu diminuarea presiunilor socio-economice locale

Rezultatele preconizate ale proiectului:

- Metodologie de caracterizare a gunoiului de grajd, compostului şi digestatului pretabile pentru utilizarea pe terenurile agricole;
- Set de indicatori folosiți pentru evaluarea riscului de poluare a solului pe diferite macroregiuni de dezvoltare;
- Set de indicatori folositi pentru evaluarea și monitorizarea rezervei de nutrienți (N, P) la nivel de fermă (cu dimensiuni economice diferite);
- Recomandări privind utilizarea gunoiului de grajd, compostului şi digestatului pentru refacerea sănătății solurilor degradate în condițiile menținerii sustenabilității mediului.

Obiectivele imediate ale proiectului

- **Obiectivul I:** Elaborarea unei metodologii de caracterizare a îngrășămintelor organice (gunoi de grajd, compost, digestat) pretabile pentru utilizarea pe terenurilor agricole
- **Obiectivul II:** Identificarea și selectarea indicatorilor folosiți pentru evaluarea riscului de poluare a solului prin utilizarea diferitelor tipuri de îngrășăminte organice, pe diferite regiuni macroeconomice
- **Obiectivul III:** Evaluarea și monitorizarea rezervei de nutrienți (N și P) la nivel de fermă (cu dimensiuni economice diferite) utilizand indicatori specifici
- **Obiectivul IV:** Elaborarea Recomandărilor privind utilizarea gunoiului de grajd, compostului şi digestatului pentru refacerea sănătății solurilor degradate în condițiile menținerii sustenabilității mediului
- **Obiectivul V:** Creșterea gradului de conștientizare a comunității fermierilor, a producătorilor de compost și biogaz, dar și a autorităților locale privind posibilitatea valorificării îngrășămintelor organice pentru refacerea sănătăţții solului în acord cu cerințele pentru menținerea sustenabilității mediului

PLANUL DE REALIZARE AL PROIECTULUI

FAZA 4 - 2026

Activităţi derulate

- Activitate 4.1 Realizarea unui raport de sinteză privind managemenutul nutrienţilor la nivel de fermă utilizând datele colectate pe baza chestionarelor cu informaţii obţinute din ferme de diferite dimensiuni economice, amplasate în macroregiunile de dezvoltare 1, 2, 3 şi 4
- Activitate 4.2 Evaluarea influenţei aplicării îngrăşămintelor organice asupra rezervei de nutrienţi din sol şi a stării de nutriţie a plantelor din câmpurile experimentale organizate în cadrul activităţii 2.3 utilizând setul de indicatori selectaţi în activitatea 1.3 (activitate desfăşurată în laboratorul de analize)
- Activitate 4.3 Validarea indicatorilor folosiţi pentru estimarea şi monitorizarea rezervei de nutrienţi (N, P) din sol la nivel de fermă prin prelucrarea rezultatelor obţinute în activităţile 4.2, 3.4 şi 2.4
- Activitate 4.4 Stabilirea cantităţilor optime de îngrăşăminte organice aplicabile în funcţie de caracteristicile acestora, tipul culturii şi condiţiile pedoclimatice pentru menţinerea sustenabilităţii mediului
- Activitate 4.5 Stabilirea efectelor aplicării îngrăşămintelor organice asupra sănătăţii solului în acord cu obiectivele specifice ale Misiunii EU – Soil Deal for Europe
- Activitate 4.6 Elaborarea Recomandărilor privind utilizarea gunoiului de grajd, compostului şi digestatului pentru refacerea sănătăţii solurilor degradate în condiţiile menţinerii sustenabilităţii mediului
- Activitate 4.7 Organizarea unei întâlniri cu potenţialii beneficiari în scopul prezentării Recomandărilor privind utilizarea gunoiului de grajd, compostului şi digestatului pentru refacerea sănătăţii solurilor degradate în condiţiile menţinerii sustenabilităţii mediului
- A3.8 Diseminarea rezultatelor prin publicarea de articole ştiinţifice şi lucrări prezentate la manifestări ştiinţifice din ţară; actualizarea paginii web a proiectului pe site-ul oficial al coordonatorului de proiect

- **Rezultate preconizate**
  - Raport de cercetare privind efectele aplicării îngrăşămintelor organice asupra sănătăţii solului în acord cu obiectivele specifice ale Misiunii EU – Soil Deal for Europe
  - Raport de sinteză privind managemenutul nutrienţilor la nivel de fermă utilizând datele colectate pe baza chestionarelor cu informaţii obţinute din ferme de diferite dimensiuni economice, amplasate în macroregiunile de dezvoltare 1, 2, 3 şi 4Recomandările privind utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului pentru refacerea sănătății solurilor degradate în condițiile menținerii sustenabilității
- Articole ISI/BDI
- Lucrări prezentate la manifestări ştiinţifice
- Pagina web actualizată a proiectului

Parteneri implicati:

- INCDPAPM-ICPA București
- INMA București
- INCDA Fundulea
- Universitatea din Craiova
- SCDA Secuieni

Faza 4 - 2026

RAPORT DE CERCETARE

Raport de cercetare privind efectele aplicării îngrăşămintelor organice asupra sănătăţii solului în acord cu obiectivele specifice ale Misiunii EU – Soil Deal for Europe

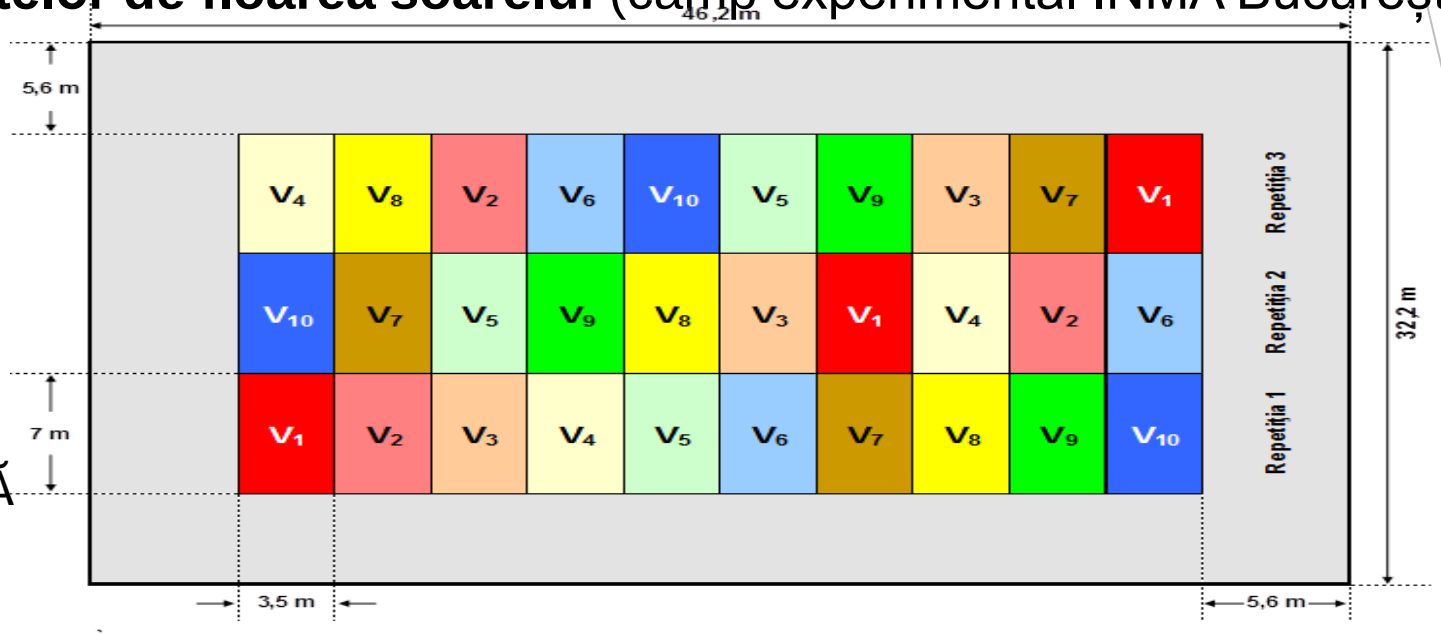
Indeplinirea obiectivelor propuse în cadrul proiectului a impus organizarea a trei dispozitive experimentale:

- câmp experimental pe terenul aparținând INMA București (P1). La realizarea activităților din campul experimental au participat alături de membrii echipei INCDPAPM-ICPA București și membrii din colectivele INMA și INCDA Fundulea.
- experiment în casa de vegetație din Hala modele sol a INCDPAPM-ICPA București în care s-au urmărit efectele aplicării compostului și digestatului asupra sănătății solului, folosind în experimentare un sol contaminat cu metale grele.
- câmp experimental la SCDA Secuieni (P4) în care alături de fertilizarea minerală (în câmp de lungă durată) au fost testat gunoiul de grajd în două doze de aplicare (20 t/ha și 40 t/ha).

Faza 4- 2026

Efectele aplicării diferitelor îngrășăminte organice asupra caracteristicilor solului și a stării de nutriție a plantelor de floarea soarelui (câmp experimental INMA București, 2025, anul 2

SCHEMA EXPERIMENTALĂ



Metoda de aşezare: **Metoda blocurilor randomizate** Număr de repetiţii: **3**

- V_1 – Martor nefertilizat
- V_2 – $N_{120}P_{80}K_{40}$
- V_3 – **15 t/ha (149 kgN/ha)** compost C1
- V_4 – **15 t/ha (157 kgN/ha)** compost C2
- V_5 – **15 t/ha (159 kgN/ha)** compost C3
- V_6 – **15 t/ha (164 kgN/ha)** digestat
- V_7 – **30 t/ha (298 kgN/ha)** compost C1
- V_8 – **30 t/ha (314 kgN/ha)** compost C2
- V_9 – **30 t/ha (318 kgN/ha)** compost C3
- V_{10} – **30 t/ha (328 kgN/ha)** digestat

Bandă de protecţie

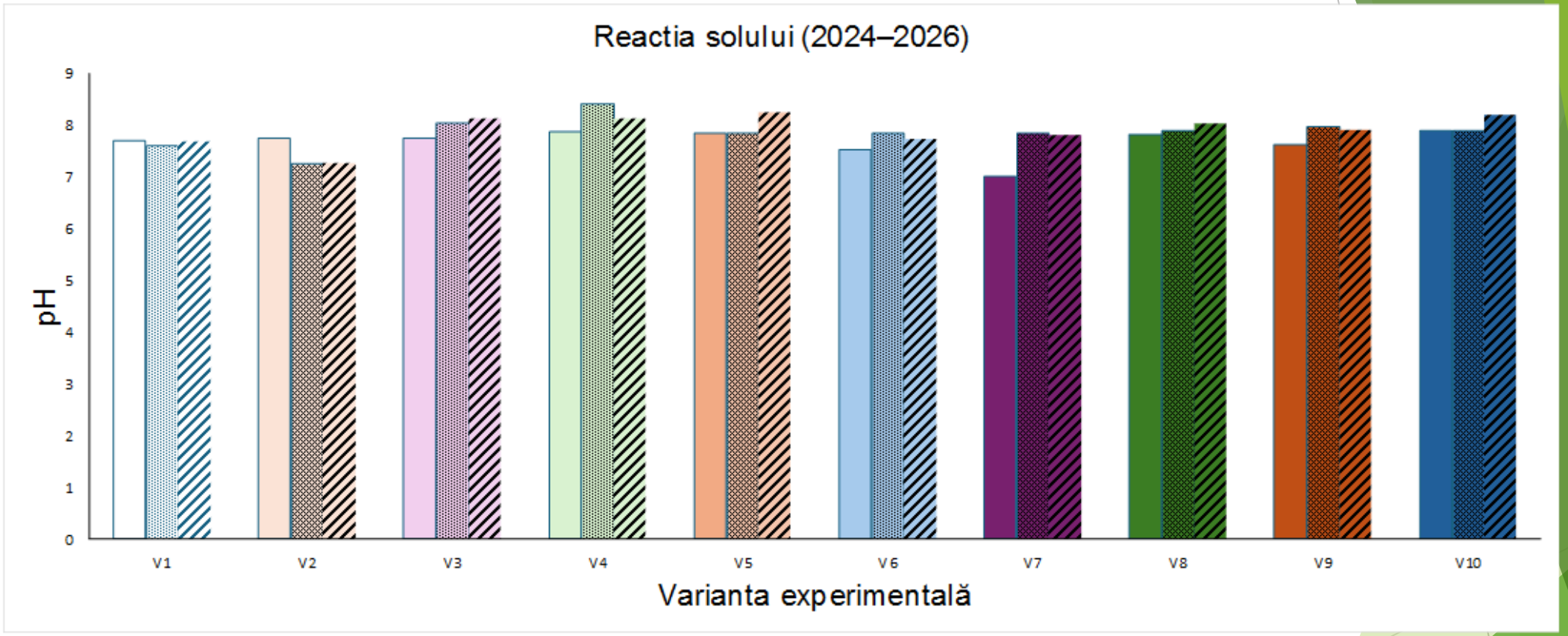
Faza 4- 2026

Efectele aplicării diferitelor îngrășăminte organice asupra sănătății solului (câmp experimental INMA București).



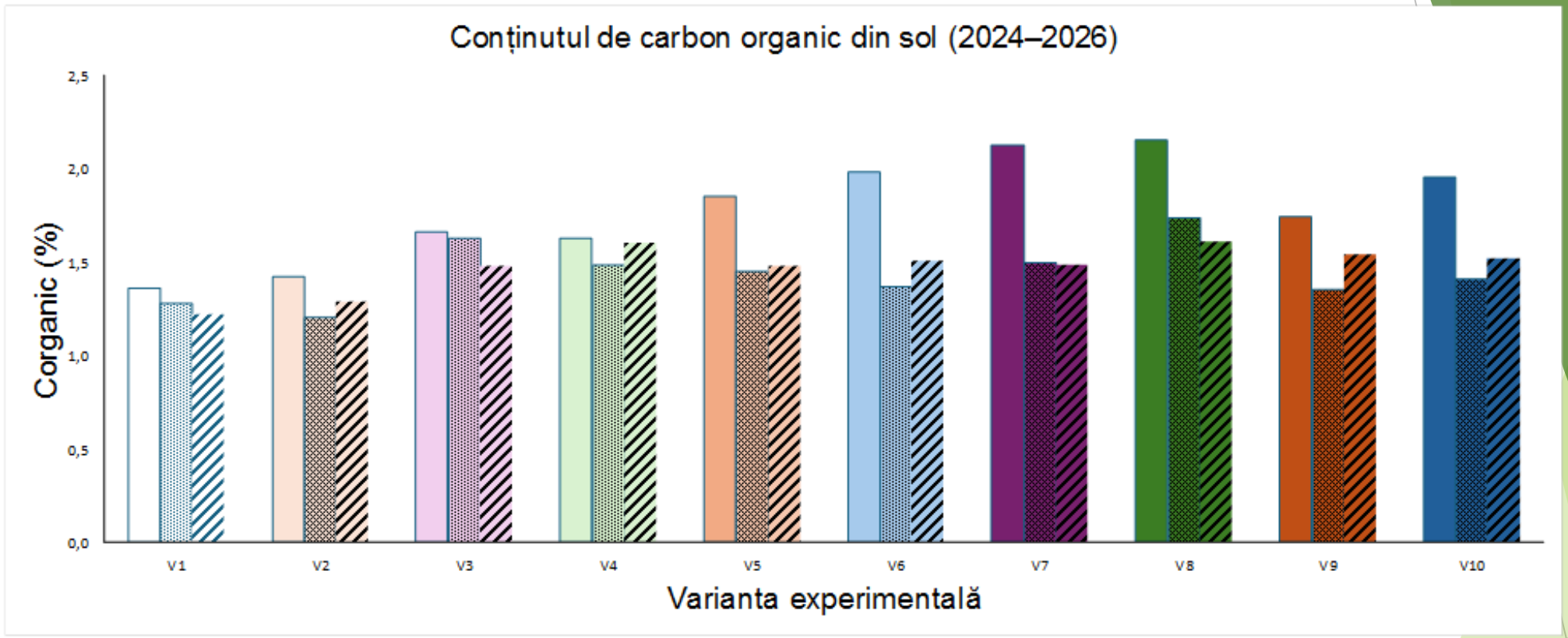
Faza 4- 2025

Evaluarea efectelor fertilizării organice asupra solului și producțiilor agricole – experimentul INMA



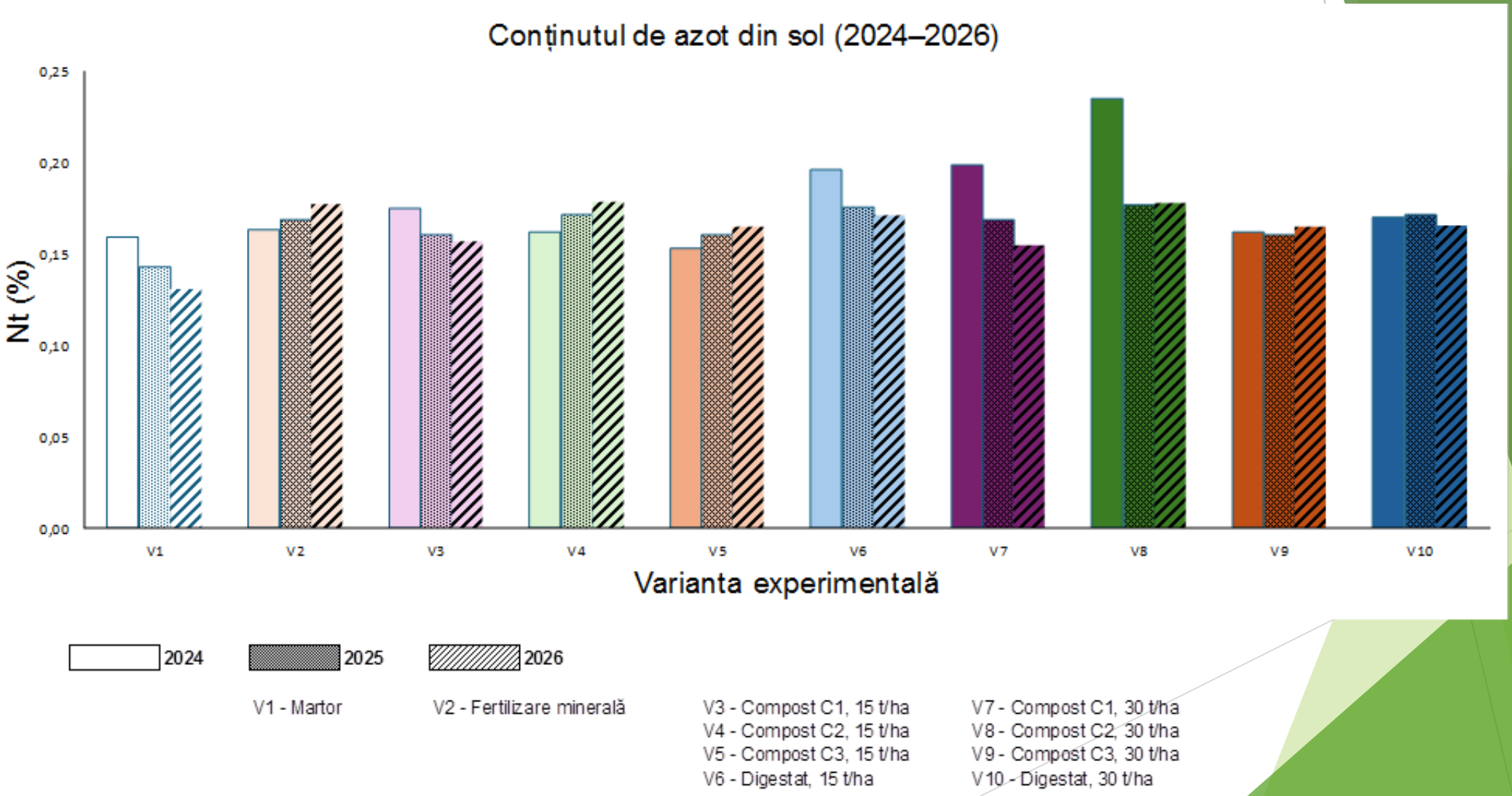
Faza 4- 2025

Evaluarea efectelor fertilizării organice asupra solului și producțiilor agricole – experimentul INMA



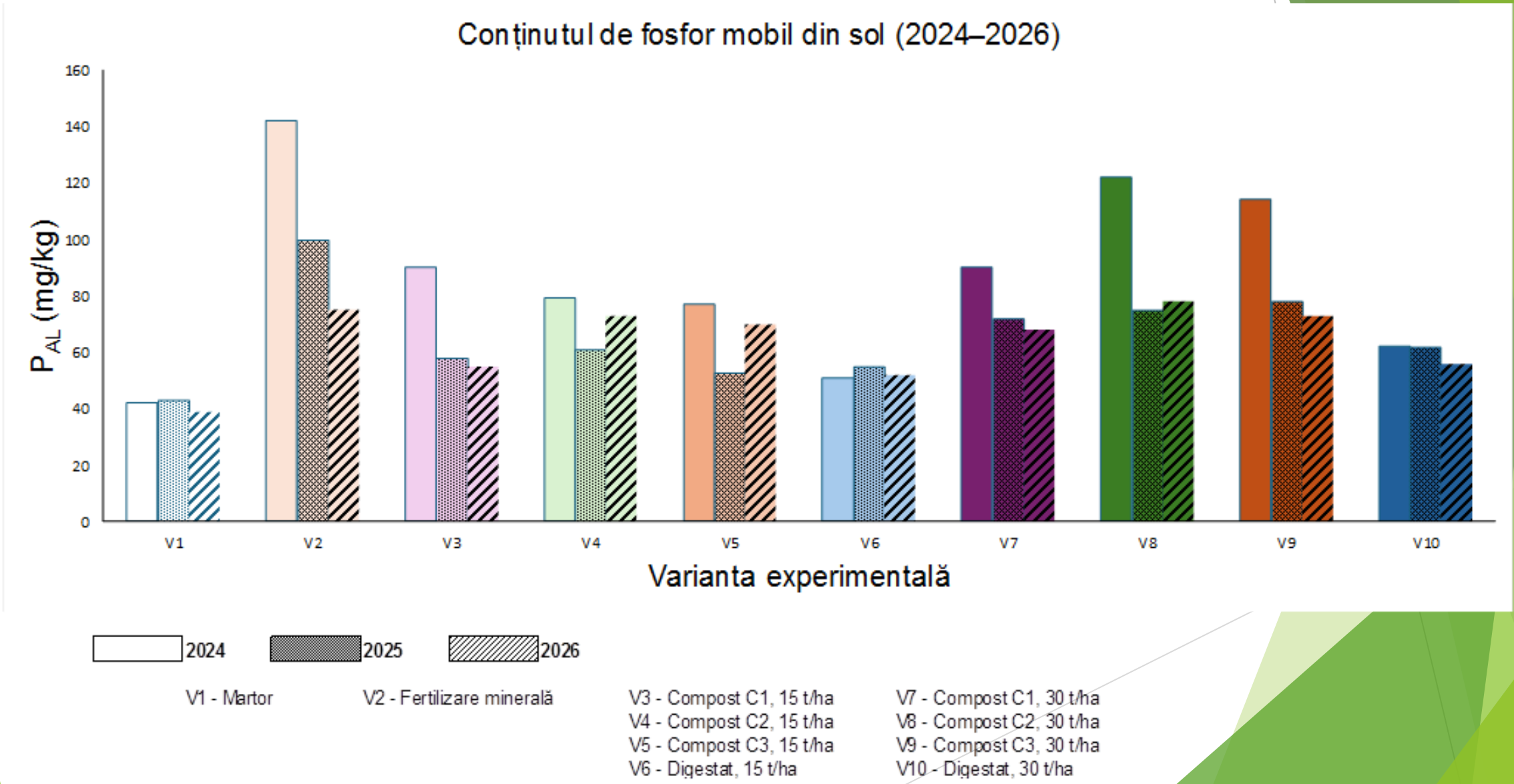
Faza 4- 2025

Evaluarea efectelor fertilizării organice asupra solului și producțiilor agricole – experimentul INMA



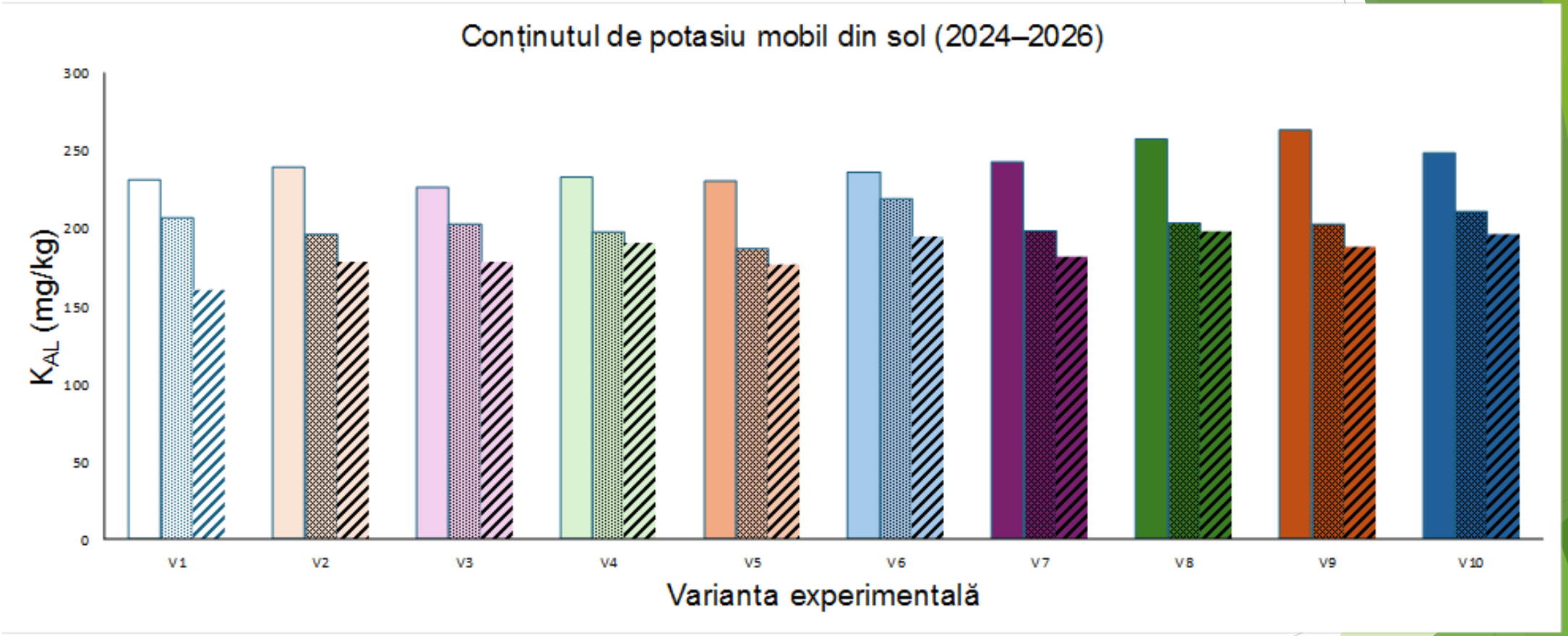
Faza 4- 2025

Evaluarea efectelor fertilizării organice asupra solului și producțiilor agricole – experimentul INMA



Faza 4- 2025

Evaluarea efectelor fertilizării organice asupra solului și producțiilor agricole – experimentul INMA



Faza 4- 2025

EFECTELE FERTILIZĂRII ORGANICE ÎN ROTAȚIA PORUMB – FLOAREA-SOARELUI – GRÂU

Rezultate principale și recomandări (INMA, 2024 – 2026)

PORUMB 2024

Efectul direct al fertilizării



Cea mai mare producție:
V10 – Digestat, 30 t/ha (3,32 t/ha)
Spor față de martor: +58,1%

FLOAREA-SOARELUI 2025

Efect remanent (1 an)



Cea mai mare producție:
V8 – Compost C2, 30 t/ha (4,83 t/ha)
Spor față de martor: +53,7%

GRÂU 2026

Efect remanent (2 ani)



Cea mai mare producție:
V10 – Digestat, 30 t/ha (5,90 t/ha)
Spor față de martor: +43,7%

VARIANTE EXPERIMENTALE

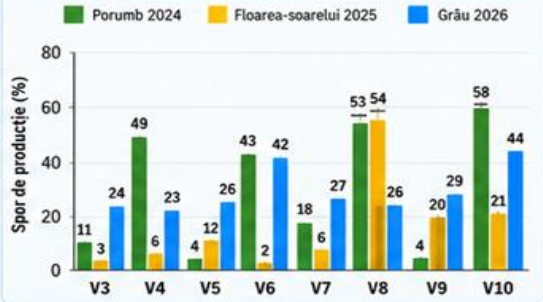
Varianta	Lucrarea aplicată
V1	Martor nefertilizat
V2	Fertilizare minerală N120P80K40
V3	Compost C1 – 15 t/ha
V4	Compost C2 – 15 t/ha
V5	Compost C3 – 15 t/ha
V6	Digestat – 15 t/ha
V7	Compost C1 – 30 t/ha
V8	Compost C2 – 30 t/ha
V9	Compost C3 – 30 t/ha
V10	Digestat – 30 t/ha

APORTURI DE NUTRIENȚI DIN ÎNGRĂȘĂMINTELE ORGANICE

(valori calculate pe baza cantităților de azot confirmate)

Material	Doză (t/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Materie organică (t/ha)
Compost C1	15	149	230	466	7,6
	30	298	460	932	15,2
Compost C2	15	157	63	104	7,8
	30	314	126	208	15,6
Compost C3	15	159	16	39	8,1
	30	318	32	79	16,2
Digestat	15	164	81	149	11,4
	30	328	162	298	22,8

SPORUL DE PRODUCȚIE FAȚĂ DE MARTOR (%)



COMPOST C1

- Efect moderat la porumb (+11–18%).
- Efect remanent redus la floarea-soarelui.
- Doza de 30 t/ha nu aduce beneficii semnificative.

Recomandare: 15 t/ha pentru întreaga rotație.

COMPOST C2

- Efect bun la porumb (până la +53%).
- Cel mai bun efect remanent la floarea-soarelui (+54% la 30 t/ha).
- Efect bun și la grâu (+23–26%).

Recomandare: 15 t/ha pentru porumb și grâu, 30 t/ha pentru floarea-soarelui.

COMPOST C3

- Efect redus la porumb (+4%).
- Efect moderat la floarea-soarelui (+12–20%).
- Efect bun la grâu (+26–29%).

Recomandare: 15 t/ha, având în vedere eficiența limitată.

DIGESTAT

- Efect ridicat la porumb (+43–58%).
- Efect remanent bun la floarea-soarelui.
- Cele mai mari producții la grâu (+42–44%).
- Diferență mică între 15 și 30 t/ha la grâu (≈1%).

Recomandare: 30 t/ha la porumb, 15 t/ha la grâu; 30 t/ha la floarea-soarelui se stabilește economic.

CONCLUZII PRINCIPALE

1. Toate îngrășămintele organice au determinat sporuri de producție față de martor.
2. **Digestatul** a asigurat cele mai mari producții la porumb și grâu.
3. Compostul C2 a avut cel mai puternic efect remanent la floarea-soarelui.
4. Dublarea dozei (30 t/ha) nu a adus întotdeauna beneficii proporționale.
5. Eficiența materialelor diferă în funcție de cultură și de anul de la aplicare.

BENEFICII ASUPRA SOLULUI



- Creșterea conținutului de materie organică.
- Îmbunătățirea structurii solului.
- Creșterea capacității de reținere a apei.
- Furnizarea treptată a nutrienților.
- Efecte benefice pe termen lung asupra fertilității solului.

RECOMANDĂRI GENERALE PENTRU ROTAȚIE

- Alegerea dozei (15 sau 30 t/ha) în funcție de culturi, material și obiectivul agronomic.
- Utilizarea compostului C2 la 30 t/ha pentru cultura de floarea-soarelui.
- Utilizarea digestatului, preferabil la 15 t/ha pentru efecte remanente la grâu.
- Monitorizarea indicatorilor de fertilitate ai solului pentru a fundamenta dozele optime.

Faza 4- 2025

Evaluarea efectelor fertilizării organice asupra solului și producțiilor agricole – experimentul INMA

Concluzii

1. Aplicarea unică a composturilor și digestatului a fost asociată cu menținerea în 2026 a unor concentrații de carbon organic superioare martorului în toate variantele organice.

2. Evoluția azotului total, pH-ului și a fosforului extractabil a depins de tipul materialului și nu a urmat o relație directă cu doza de îngrășământ aplicată.

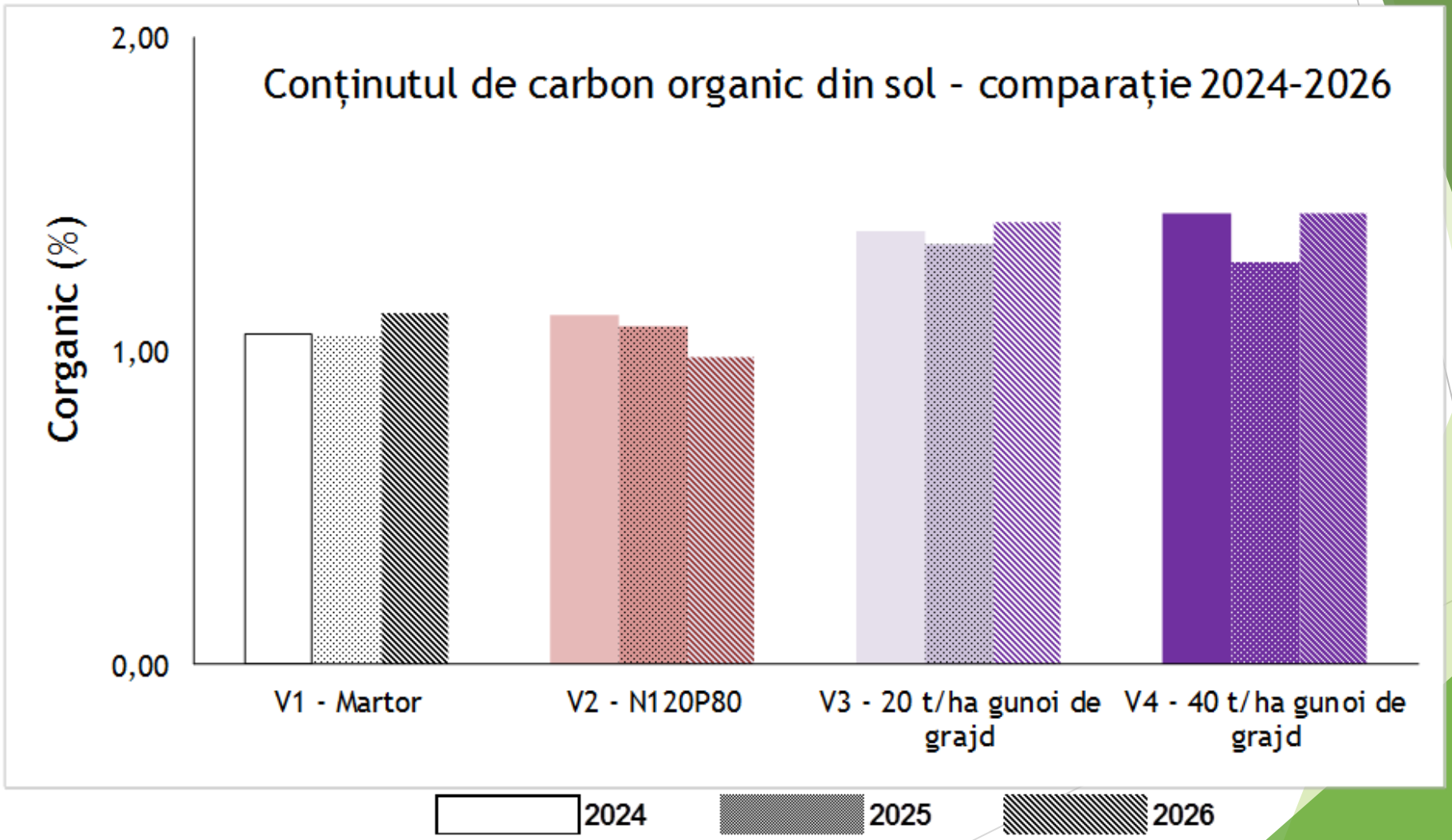
3. Scăderea generalizată a K-AL și evoluțiile P-AL necesită interpretare în contextul dinamicii fracțiunilor extractabile și al succesiunii culturilor.

4. Rezultatele obținute pentru continuturile de microelemente extractabile în DTPA nu evidențiază acumulări progresive uniforme ale Cu, Zn și Mn deci nu indică exitența unui risc asociat acestor procese.

5. Rezultatele permit caracterizarea componentei chimice/agrochimice a sănătății solului, nu o apreciere completă a sănătății sale fizice și biologice.

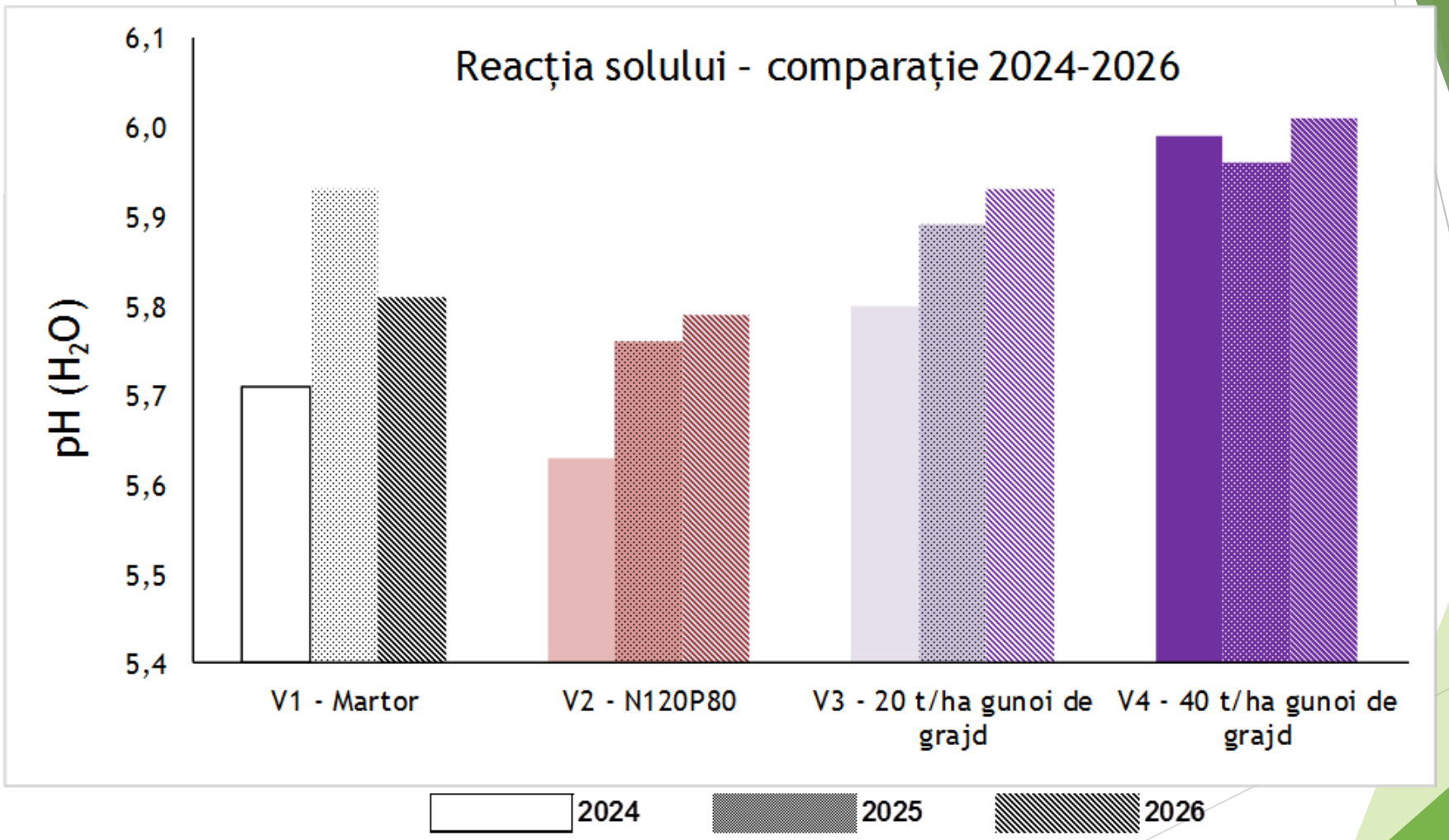
Faza 4- 2025

Efectele fertilizării asupra sănătății solului în experimentul de la SCDA Secuieni



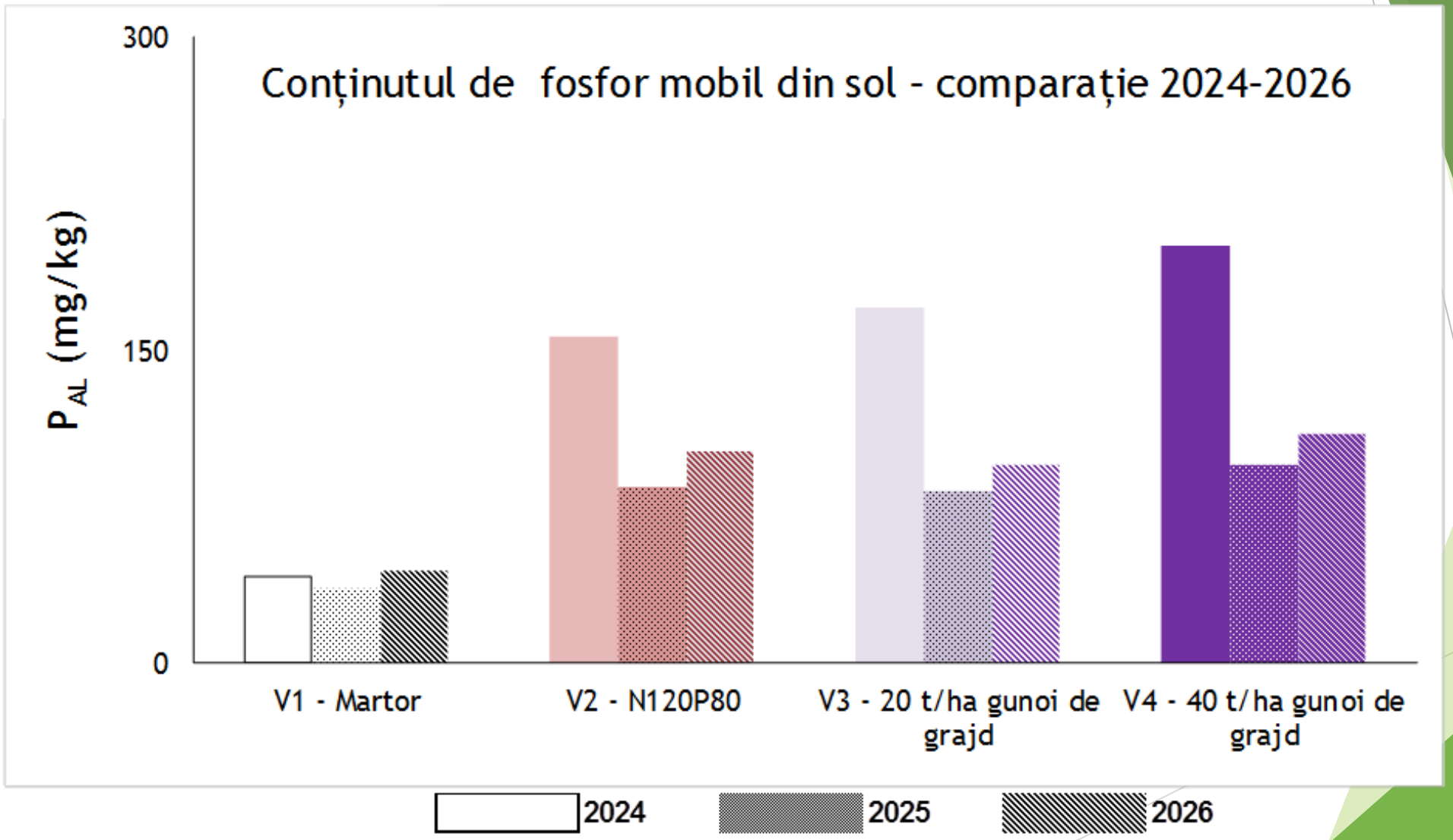
Faza 4- 2025

Efectele fertilizării asupra sănătății solului în experimentul de la SCDA Secuieni



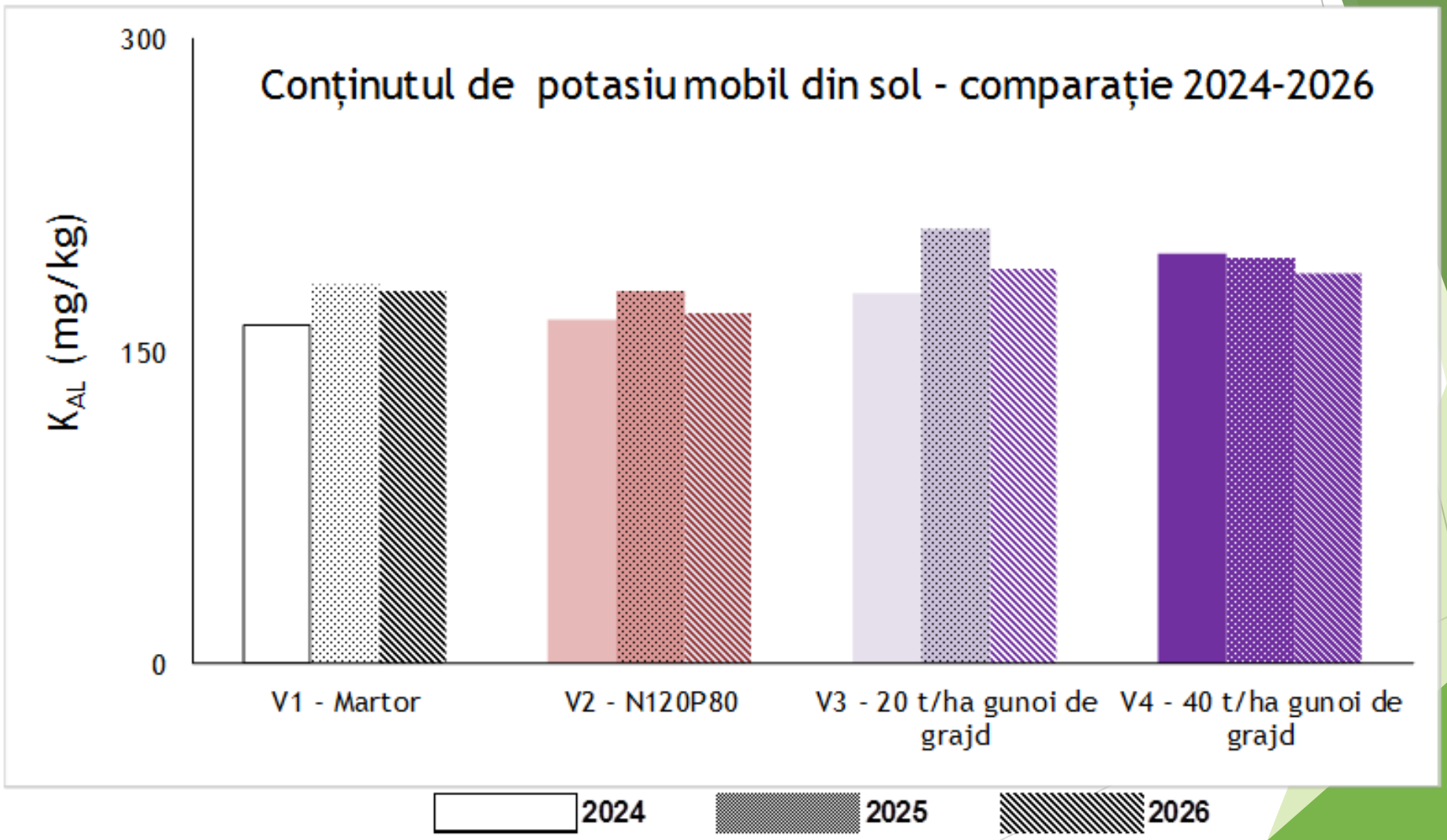
Faza 4- 2025

Efectele fertilizării asupra sănătății solului în experimentul de la SCDA Secuieni



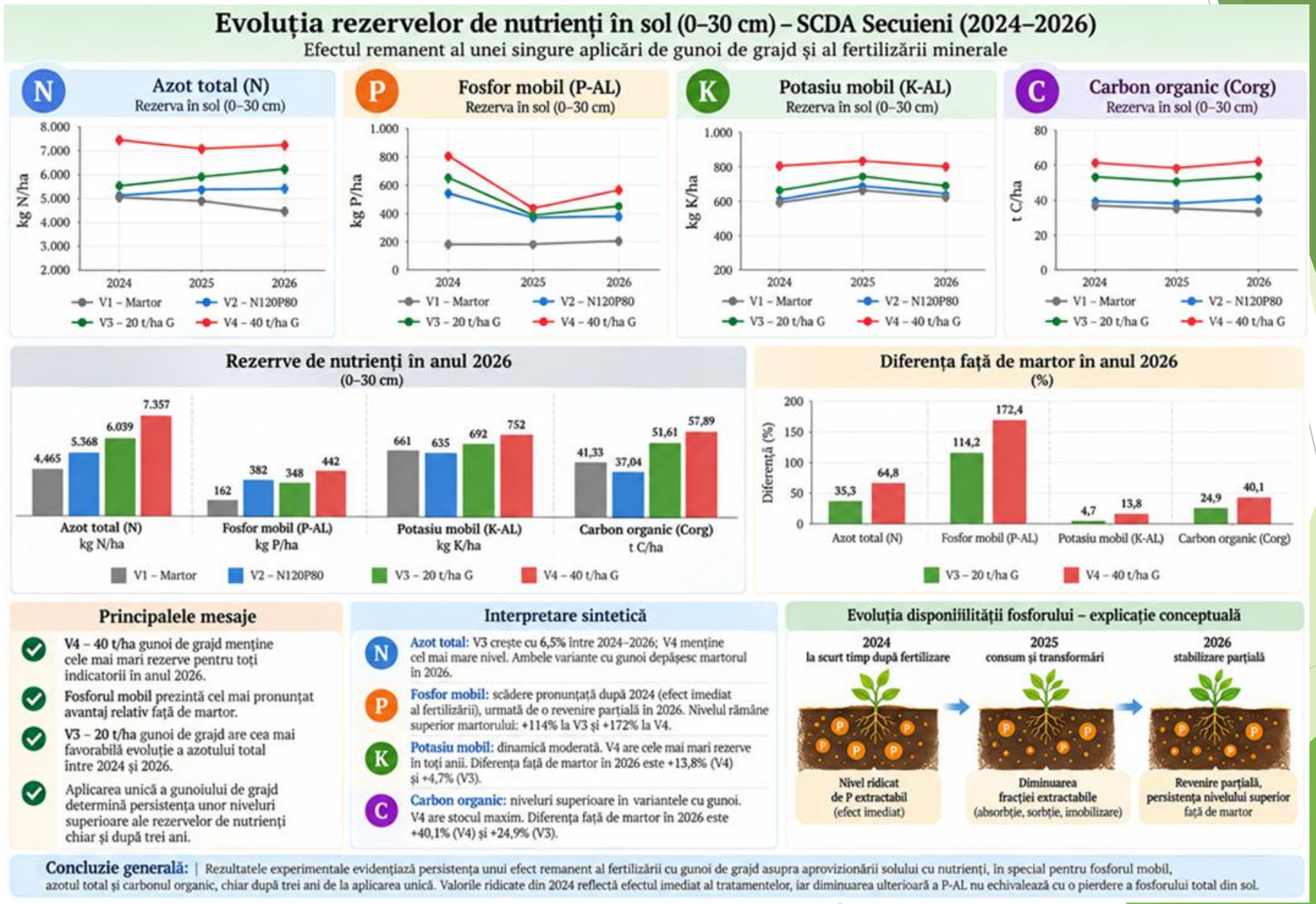
Faza 4- 2025

Efectele fertilizării asupra sănătății solului în experimentul de la SCDA Secuieni



Faza 4- 2025

Efectele fertilizării asupra sănătății solului în experimentul de la SCDA Secuieni



Efectele fertilizării asupra sănătății solului în experimentul de la SCDA Secuieni

Concluzii

- Aplicarea unică a gunoiului de grajd a fost asociată cu menținerea, până în 2026, a unor concentrații superioare de carbon organic și azot total comparativ cu martorul. Doza de
- 40 t/ha a prezentat valori mai ridicate ale pH-ului și azotului total, dar nu a asigurat avantaje proporționale pentru carbonul organic și potasiul extractabil. În paralel, această doză a fost asociată cu un CTSS mai ridicat. Fosforul extractabil a manifestat o dinamică accentuată, iar microelementele DTPA nu au evidențiat acumulări progresive uniforme.
- Din perspectiva sănătății solului, cele două doze au avantaje și limite diferite. Nu este justificată desemnarea unei doze optime numai pe baza acestor rezultate descriptive. Concluzia se limitează la componenta chimică și agrochimică a sănătății solului; proprietățile fizice, biologice și fluxurile către mediu nu au fost determinate direct.

Faza 4- 2025

RAPORT DE SINTEZĂ

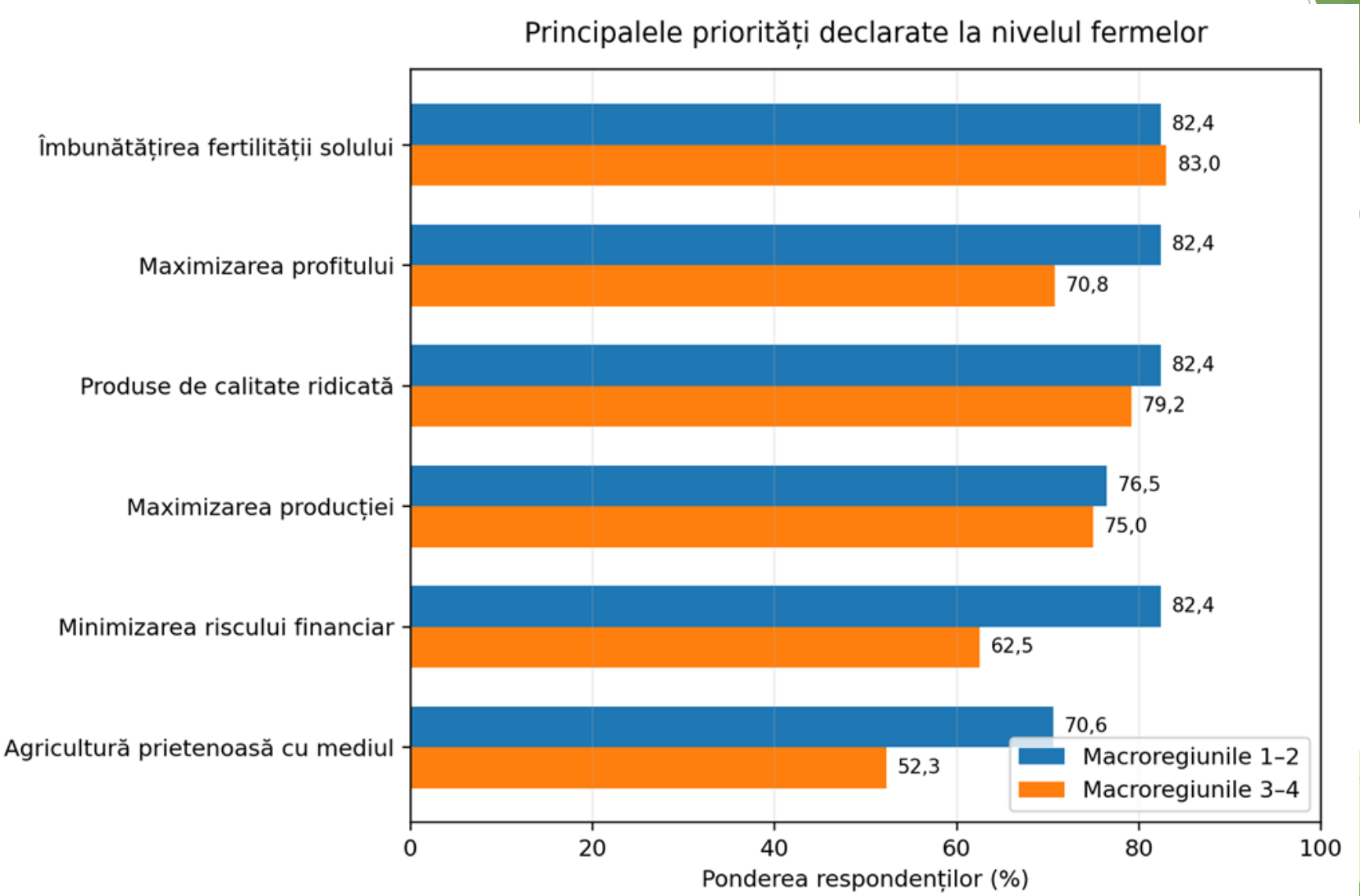
Analiza comparativă a rezultatelor obținute în urma aplicării chestionarului privind managementul nutrienților la nivel de fermă în macroregiunile de dezvoltare 1–4

În cadrul activităților proiectului au fost colectate și analizate informații privind practicile agricole aplicate la nivel de fermă, cu accent asupra managementului nutrienților, utilizării resurselor organice, protecției solului și adoptării unor practici compatibile cu principiile agriculturii durabile.

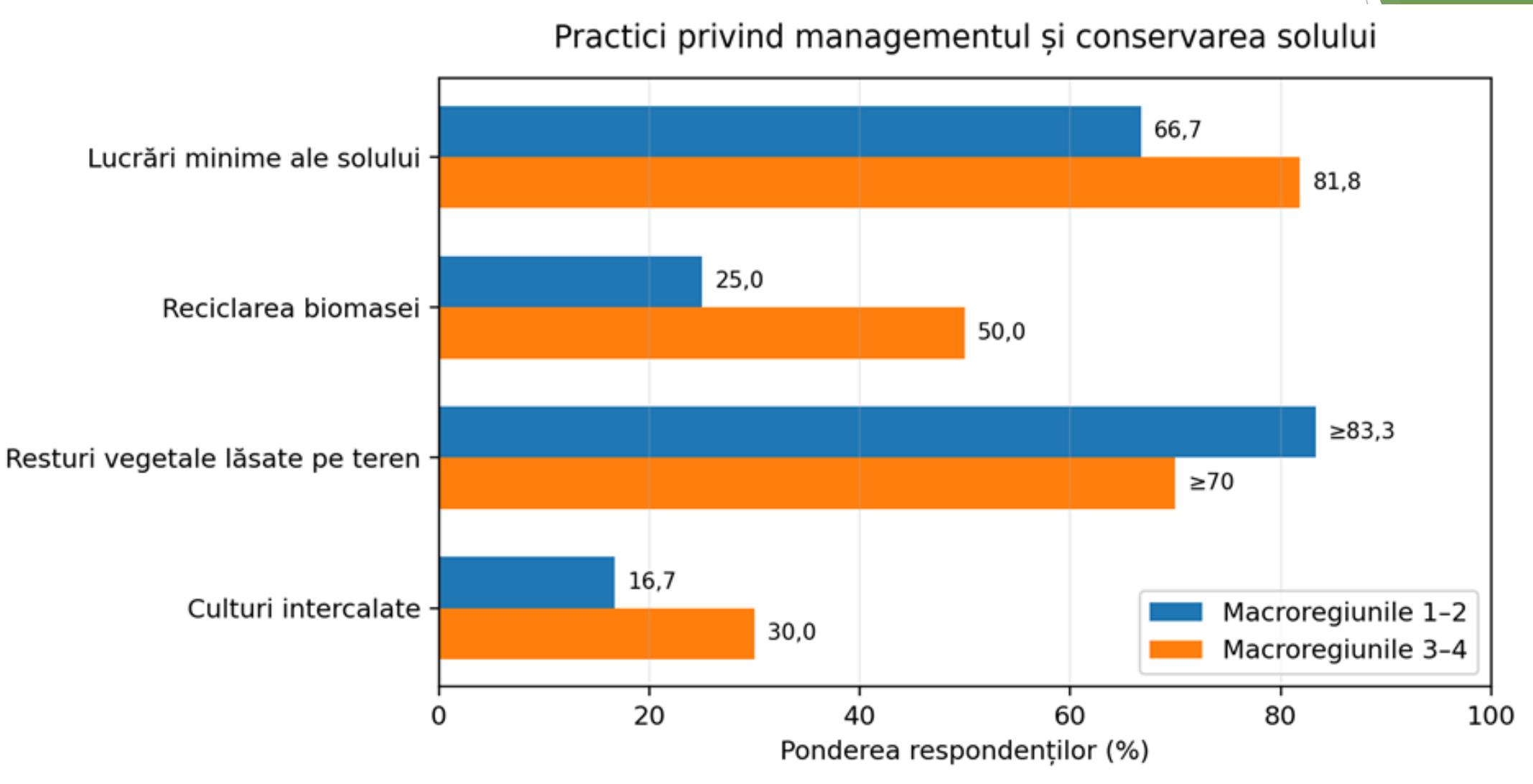
Obiectivul activității a fost integrarea rezultatelor obținute în cele două etape ale proiectului și identificarea principalelor tendințe privind managementul nutrienților și protecția resursei de sol, în vederea fundamentării recomandărilor și a activităților ulterioare de transfer de cunoștințe.

Faza 4- 2025

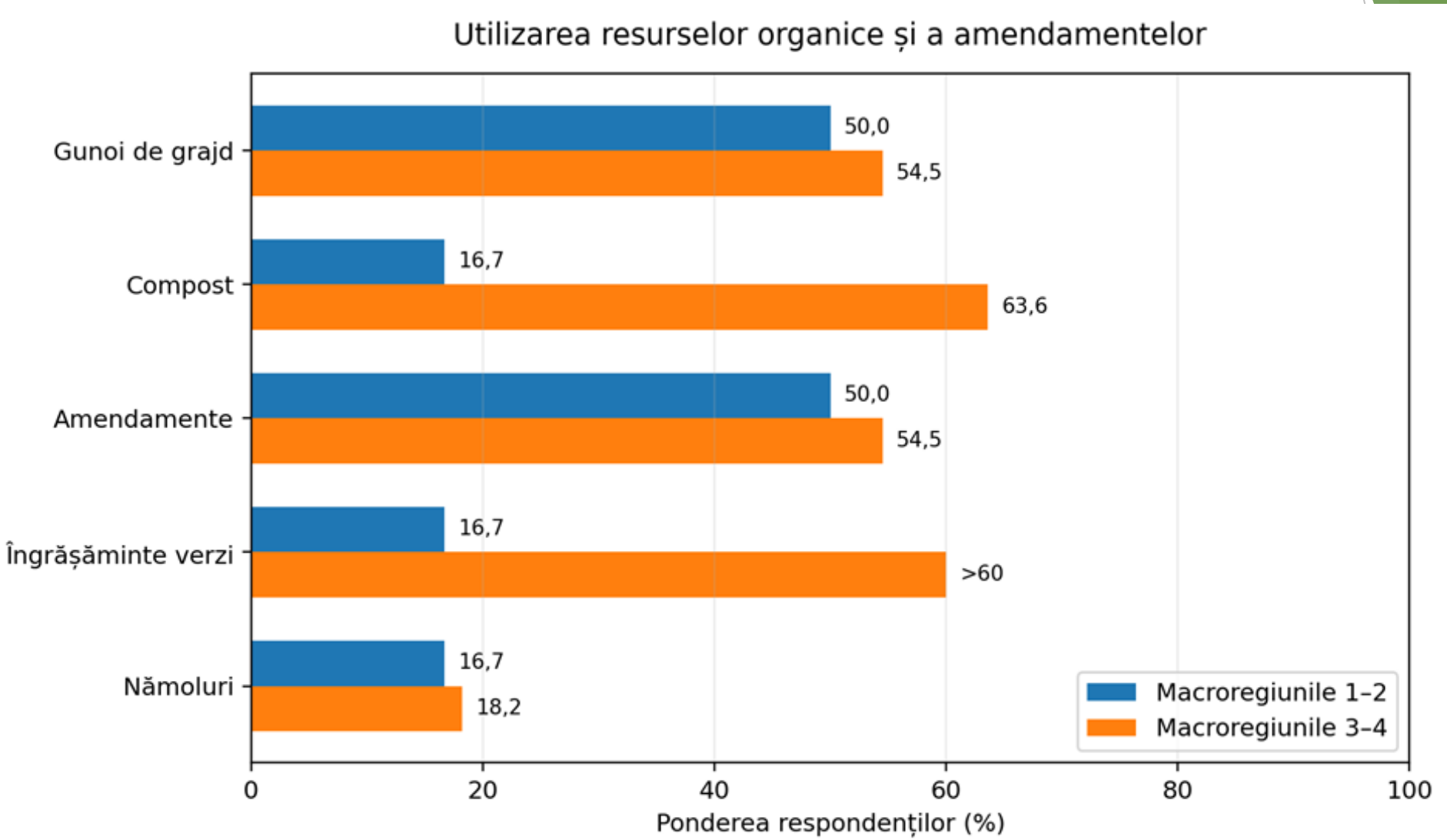
Raport sinteză - Analiza comparativă a rezultatelor



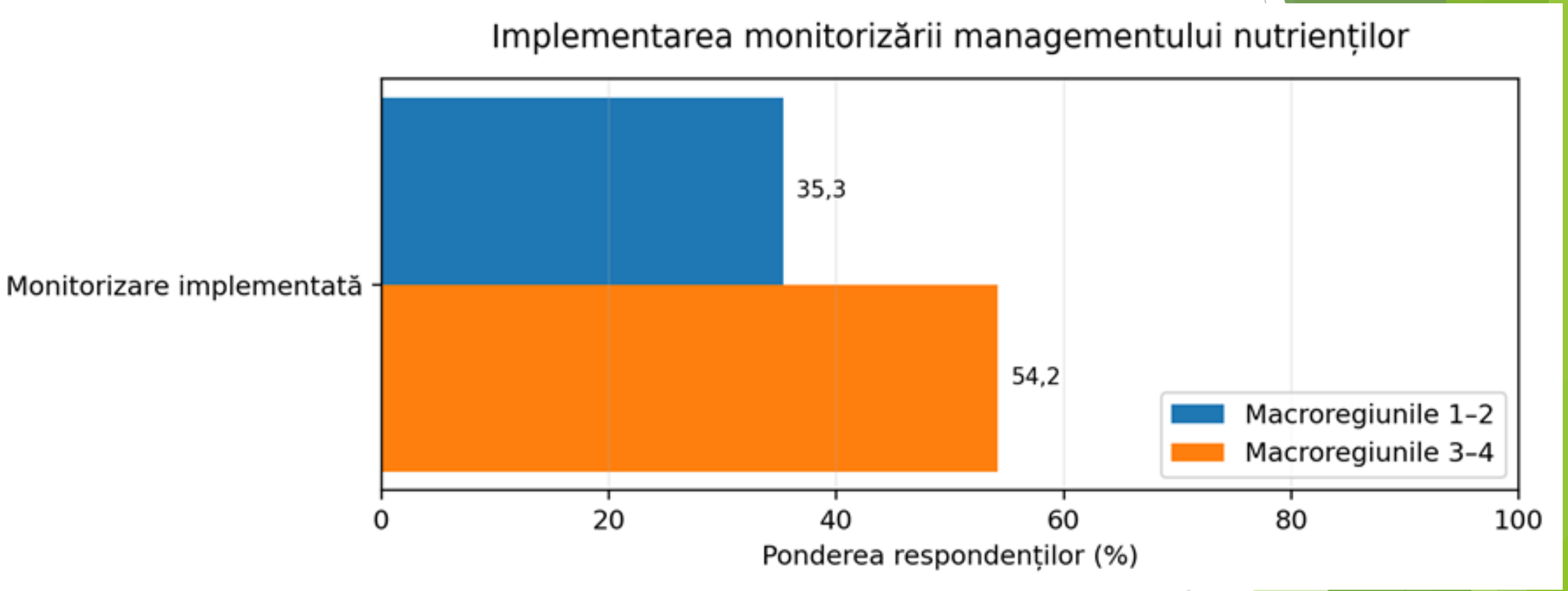
Raport sinteză - Analiza comparativă a rezultatelor



Raport sinteză - Analiza comparativă a rezultatelor



Raport sinteză - Analiza comparativă a rezultatelor



Raport sinteză - Analiza comparativă a rezultatelor

Concluzii

- Analiza comparativă evidențiază preocupări comune privind productivitatea, profitabilitatea, calitatea producției și menținerea fertilității solului.
- În eșantionul analizat, macroregiunile 3–4 prezintă un grad mai ridicat de adoptare a unor practici orientate spre creșterea aportului de materie organică și conservarea solului, în special utilizarea compostului, îngrășămintelor verzi, lucrărilor minime și culturilor intercalate.
- În macroregiunile 1–2 se remarcă o orientare economică și de gestionare a riscului mai accentuată și o utilizare mai frecvent raportată a resturilor vegetale menținute pe teren.
- Arătura convențională și fertilizarea minerală rămân practici importante în toate macroregiunile, ceea ce indică faptul că tranziția către sisteme cu un grad mai ridicat de conservare a resurselor are loc gradual.
- Datele evidențiază existența unui decalaj între preocuparea declarată pentru sănătatea și fertilitatea solului și gradul efectiv de implementare a unor practici specifice de management durabil. Acest aspect justifică continuarea activităților de informare, demonstrare și transfer de cunoștințe în cadrul proiectului.

Faza 4- 2025

Recomandări privind utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului pentru refacerea și menținerea sănătății solurilor agricole, în condițiile asigurării sustenabilității mediului

Principalele caracteristici tehnice:

- Caracterizarea fertilizanților organici: gunoi de grajd, compost și digestat, din perspectiva compoziției chimice, aportului de materie organică și nutrienți, stabilității și potențialelor riscuri pentru mediu.
- Criterii de selecție: în funcție de tipul de degradare a solului și de obiectivele urmărite: îmbunătățirea fertilității, refacerea rezervelor de nutrienți, creșterea conținutului de carbon organic și ameliorarea proprietăților solului.
- Doze și frecvență de aplicare: corelate cu aportul de nutrienți, starea de aprovizionare a solului, cerințele culturilor și efectele remanente.
- Fundamentare experimentală: prin integrarea rezultatelor multianuale obținute în condiții de câmp și în spații protejate.
- Prevenirea riscurilor de mediu: inclusiv acumularea excesivă a nutrienților, salinizarea, introducerea contaminanților și mobilizarea metalelor grele în solurile contaminate.
- Monitorizarea eficienței: prin indicatori ai proprietăților solului, care permit evaluarea modificărilor și ajustarea managementului.

Faza 4- 2025

Recomandări privind utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului pentru refacerea și menținerea sănătății solurilor agricole, în condițiile asigurării sustenabilității mediului

Efecte socio-economice şi de mediu:

- Reducerea costurilor de fertilizare, prin valorificarea aportului de nutrienți din fertilizanții organici și posibilitatea optimizării consumului de îngrășăminte minerale, pe baza caracteristicilor solului și a cerințelor culturilor.
- Creșterea eficienței economice a exploatațiilor agricole, prin îmbunătățirea managementului fertilizării, menținerea capacității productive a solurilor și reducerea pierderilor de nutrienți.
- Valorificarea economică a resurselor organice disponibile la nivel local, prin promovarea utilizării agricole a gunoiului de grajd, compostului și digestatului, contribuind la reducerea cantităților de materiale organice gestionate ca deșeuri și la dezvoltarea circuitelor economice locale.
- Susținerea activității producătorilor de fertilizanți organici, prin facilitarea transferului rezultatelor cercetării către mediul economic și fundamentarea științifică a utilizării produselor acestora.
- Creșterea gradului de informare și a competențelor profesionale ale fermierilor și consultanților agricoli, prin punerea la dispoziție a unui instrument practic de selecție, aplicare și monitorizare a fertilizanților organici.
- Sprijinirea dezvoltării economiei circulare și a agriculturii sustenabile, prin stimularea colaborării dintre exploatațiile agricole, unitățile zootehnice, producătorii de compost și operatorii instalațiilor de biogaz.
- Generarea unor beneficii sociale și de mediu pe termen lung, prin conservarea resurselor de sol, diminuarea presiunilor asupra mediului și susținerea continuității activităților agricole, inclusiv în zonele afectate de degradarea solurilor.

RECOMANDĂRI

PRIVIND UTILIZAREA GUNOIULUI DE GRAJD, COMPOSTULUI ȘI DIGESTATULUI PENTRU REFACEREA SĂNĂTĂȚII SOLURILOR DEGRADATE ÎN CONDIȚIILE MENȚINERII SUSTENABILITĂȚII MEDIULUI

ADER 18.1.1



1 Scopul, domeniul de aplicare și principiile generale

1.1 Contextul și necesitatea elaborării recomandărilor

Degradarea solurilor agricole este un proces multifactorial, determinat de reducerea conținutului de materie organică, dezechilibre nutritive, compactare, deteriorarea structurii, eroziune, salinizare și, în anumite amplasamente, contaminare cu elemente potențial toxice. Aceste procese afectează funcțiile de producție, reglarea circuitului apei și nutrienților, biodiversitatea și capacitatea solului de a stoca carbon.



Știați că?

În multe soluri agricole din România, conținutul de materie organică a scăzut sub 2%, ceea ce indică un risc crescut de degradare a funcțiilor solului.

Un sol sănătos asigură:

- Producție stabilă
- Reglarea apei și nutrienților
- Biodiversitate
- Stocarea carbonului
- Rezilienţă la schimbările climatice

Principalele cauze ale degradării solurilor



- Reducerea aportului de materie organică
- Fertilizare dezechilibrată
- Compactare și deteriorarea structurii
- Eroziune hidrică și eoliană
- Salinizare
- Contaminare cu elemente potențial toxice

Consecințe asupra solului și a mediului



- Scăderea producțiilor agricole
- Capacitate redusă de reținere a apei
- Disponibilitate scăzută a nutrienților
- Reducerea biodiversității solului
- Capacitate redusă de stocare a carbonului
- Risc crescut de poluare a apelor și a mediului înconjurător

Rolul fertilizanților organici



Gunoiul de grajd, compostul și digestatul pot contribui la ameliorarea acestor disfuncții prin:

- aport de carbon organic și nutrienți;
- stimularea activității biologice;
- îmbunătățirea unor proprietăți fizice ale solului;
- susținerea proceselor de refacere a fertilității.

De reținut

- Efectele nu sunt identice între materiale și depind de calitatea produsului, doza, solul receptor, clima, cultura și istoricul fertilizării.
- O aplicare nefundamentată poate accentua pierderile de azot, acumularea fosforului, salinitatea sau încărcarea cu contaminanți [1–5].
- Fertilizarea organică trebuie abordată ca măsură de management al sănătății solului, nu ca simplă operațiune de eliminare sau valorificare a reziduurilor organice.

Ideea esențială a acestui capitol

Degradarea solurilor impune adoptarea unor măsuri de management durabil, iar fertilizanții organici, utilizați corect și în condiții controlate, pot contribui semnificativ la refacerea funcțiilor solului și la menținerea sustenabilității mediului.

RECOMANDĂRI / FERTILIZANȚI ORGANICI

1 Scopul, domeniul de aplicare și principiile generale

1.2 Scopul și obiectivele documentului

Scopul documentului

Formularea unui cadru tehnico-științific pentru selectarea, dozarea, aplicarea și monitorizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului în vederea refacerii funcțiilor solurilor degradate, cu limitarea riscurilor asupra apei, plantelor, organismelor din sol și mediului înconjurător.

Ce ne propunem?

- Soluții bazate pe știință și pe rezultate experimentale
- Recomandări aplicabile în condiții reale de fermă
- Management durabil al nutrienților și al materiei organice
- Protecția mediului și menținerea sănătății solului pe termen lung

Obiective specifice

1. **Identificarea principalelor forme de degradare** pentru care fertilizanții organici pot avea un rol ameliorativ.
2. **Caracterizarea comparativă** a gunoiului de grajd, compostului și digestatului și a limitărilor lor agronomice.
3. **Stabilirea criteriilor de alegere și calcul al dozelor** pe baza analizelor de sol și a caracteristicilor materialelor organice.
4. **Integrarea efectelor imediate și remanente** în planificarea fertilizării și rotației culturilor.
5. **Definirea unui set de măsuri preventive și indicatori** pentru monitorizarea eficienței și a riscurilor de mediu.

Ce oferă acest document?



- **Recomandări fundamentate** pe literatura de specialitate și pe trei experimente independente (SCDA Secuieni, INMA și ICPA).
- **Criterii clare de decizie** pentru alegerea tipului de fertilizant organic și a dozelor de aplicare în funcție de caracteristicile solului, cultură și condiții pedoclimatice.
- **Măsuri de prevenire a riscurilor** privind pierderile de nutrienți și transferul poluanților către ape, plante și organismele din sol.
- **Indicatori pentru evaluare și monitorizare** a efectelor asupra sănătății solului și a sustenabilității mediului.

Rezultatul urmărit

Utilizarea corectă a gunoiului de grajd, compostului și digestatului ca instrument de management durabil al solurilor agricole, pentru refacerea fertilității, menținerea productivității și protejarea mediului pe termen lung.

1 Scopul, domeniul de aplicare și principiile generale

1.3 Domeniul de aplicare

Recomandările se aplică utilizării gunoiului de grajd, compostului și digestatului în agricultura de câmp și în sistemele de cultură din România, pe diferite tipuri de soluri și în condiții pedoclimatice variate, cu respectarea cerințelor de mediu și a principiilor agriculturii durabile.

Cui se adresează?

- Fermieri și exploatații agricole
- Consultanți și specialiști în agricultură
- Autorități și factori de decizie
- Cercetători și cadre didactice

Tipuri de fertilizanți organici vizați

Gunoi de grajd



- Provenit de la diferite specii de animale
- Aplicat proaspăt sau compostat
- Caracterizat din punct de vedere agrochimic

Compost



- Obținut din deșeuri organice de origine vegetală și/sau animală
- Stabilizat biologic
- Caracterizat prin conținut de materie organică și nutrienți

Digestat



- Rezultat din digestia anaerobă a biomasei
- În formă lichidă sau solidă
- Caracterizat din punct de vedere al conținutului de nutrienți și stabilității

Nu sunt incluse

- Fertilizanți minerali (săruri simple sau complexe)
- Alte reziduuri organice necaracterizate
- Deșeuri industriale sau municipale
- Produse cu conținut ridicat de contaminanți
- Materiale neconforme cu legislația în vigoare

Categorii de soluri degradate vizate



Pierderea de materie organică | Dezechilibre nutriționale | Compactare, deteriorarea structurii și eroziune | Salinizare | Contaminare cu elemente potențial toxice (de exemplu metale grele)

Recomandările se aplică solurilor cu diferite grade de degradare, afectate de pierderea de materie organică, dezechilibre nutriționale, compactare, deteriorarea structurii, eroziune, salinizare sau contaminare cu elemente potențial toxice.

Culturile vizate



Recomandările se aplică pentru culturile de câmp de interes agronomic, cu accent pe rotații și sisteme de cultură care contribuie la menținerea fertilității și a sănătății solului.

Condiții pedoclimatice

Climă temperată continentală | Zone cu precipitații diferite | Diferite condiții agroecologice

Dozele și modalitățile de aplicare se adaptează în funcție de caracteristicile solului, culturii, condițiile locale de climă și obiectivele de producție.

Aspecte de mediu și reglementări

- Respectarea legislației naționale și europene în vigoare
- Prevenirea poluării apelor, solului și aerului
- Utilizarea sustenabilă a resurselor organice și economia circulară

Limite și precizări importante

- **Fertilizarea organică nu înlocuiește remedierea solurilor contaminate.**
- Nu se recomandă aplicarea pe soluri cu contaminare cu metale grele peste limitele admise, fără evaluarea riscului specific amplasamentului.
- Dozele și perioadele de aplicare trebuie ajustate în funcție de caracteristicile materialelor organice, tipul de sol, cultura și condițiile pedoclimatice.
- Trebuie respectate perioadele de interdicție și zonele de protecție stabilite prin legislația în vigoare.
- Recomandările nu se substituie cerințelor specifice din autorizațiile de mediu și din programele de fertilizare elaborate la nivel de fermă.

RECOMANDĂRI / FERTILIZANȚI ORGANICI

1 Scopul, domeniul de aplicare și principiile generale

1.4 Principii generale privind utilizarea fertilizanților organici

Utilizarea gunoiului de grajd, a compostului și a digestatului trebuie să se bazeze pe principii agronomice și de mediu, astfel încât să contribuie la refacerea și menținerea fertilității solului, la creșterea productivității culturilor și la protejarea resurselor de mediu, în condiții de siguranță și sustenabilitate pe termen lung.

Obiectiv general

Obținerea unor beneficii agronomice, de mediu și socio-economice prin utilizarea corectă și responsabilă a fertilizanților organici.

Principiile generale

1 Diagnosticul solului și stabilirea necesarului culturii

Se pornește de la analiza solului și evaluarea necesarului de nutrienți al culturii, în funcție de caracteristicile solului, tipul culturii și obiectivele de producție.



2 Caracterizarea materialului organic

Se utilizează materiale caracteriz, caracterizate din punct de vedere al conținutului de nutrienți, umidității, stabilității, purității și al gradului de maturare, pentru a stabili valoarea fertilizantă și siguranța utilizării.



3 Stabilirea dozelor de aplicare

Dozele se stabilesc în funcție de necesarul culturii, aportul de nutrienți din materialul organic, caracteristicile solului și condițiile pedoclimatice, ținând cont de disponibilizarea în timp a nutrienților și de efectele remanente.



4 Prevenirea riscurilor asupra mediului

Se limitează pierderile de nutrienți (levigare, scurgere de suprafață, volatilizare) și transferul elementelor potențial toxice către apă, sol, plante și organisme din sol, prin alegerea corectă a dozelor, a modului de aplicare și a perioadei de aplicare.



5 Abordarea multianuală și integrarea în sistemele de agricultură durabilă

Fertilizarea organică se integrează în rotația culturilor și în pachetul de lucrări agrotehnice, pentru menținerea structurii solului, creșterea conținutului de materie organică, a fertilității solului și a reziliență sistemelor agricole.



6 Monitorizarea efectelor și ajustarea intervențiilor

Se urmărește evoluția indicatorilor de sol, și a producțiilor, iar dozele și modalitățile de aplicare se ajustează în funcție de rezultate, cu luarea în considerare a efectelor remanente asupra conținutului de carbon organic și a fertilității solului.



Aspecte de care se ține cont

- Caracteristicile materialului organic (conținut de nutrienți, umiditate, stabilitate, puritate, contaminanți).
- Rezultatele analizelor de sol (pH, materie organică, macro- și microelemente).
- Tipul culturii și potențialul de producție.
- Condițiile pedoclimatice locale (climă, precipitații, temperatură, risc de secetă).
- Sistemul de cultură (rotația culturilor, lucrări ale solului).
- Cerințele de mediu și legislația în vigoare (limite admise, perioade de aplicare, zone de protecție).

Bune practici

- Aplicarea pe baza unui plan de fertilizare.
- Utilizarea materialelor organice corespunzător caracterizate și conforme cu legislația.
- Aplicarea la momentele optime și cu tehnologia adecvată (încorporare în sol, în funcție de cultură și condiții locale).
- Corelarea cu alte surse de nutrienți (fertilizare minerală, resturi vegetale).
- Respectarea dozelor recomandate.
- Monitorizarea periodică a indicatorilor de sol și a producțiilor.
- Adaptarea dozelor și a modalităților de aplicare în funcție de rezultate.

Aspecte care trebuie evitate

- Aplicarea excesivă a fertilizanților organici.
- Aplicarea pe soluri înghețate, saturate cu apă sau cu risc ridicat de scurgere a nutrienților.
- Depozitarea necorespunzătoare a materialelor organice.
- Utilizarea materialelor neconforme sau cu conținut ridicat de contaminanți.
- Aplicarea pe soluri cu contaminare cu metale grele fără evaluarea prealabilă a riscului specific amplasamentului.

Principiul fundamental

Analizați – aplicați – monitorizați – ajustați

Utilizarea fertilizanților organici în condiții optime și responsabile, pentru refacerea și menținerea fertilității solului, creșterea productivității agricole și protejarea mediului pe termen lung.

2 Caracteristicile și potențialul agronomic al gunoiului de grajd, compostului și digestatului

2.2 Gunoiul de grajd – caracteristici și potențial agronomic

Gunoiul de grajd reprezintă un fertilizant organic provenit din dejecțiile animalelor, amestecate, după caz, cu materiale de așternut. Compoziția sa chimică și proprietățile fizice sunt influențate de specia și alimentația animalelor, natura și proporția așternutului, condițiile de depozitare și gradul de descompunere a materialului.

Din punct de vedere agronomic, gunoiul de grajd constituie o sursă de materie organică și elemente nutritive, contribuind la menținerea sau îmbunătățirea fertilității solului. Aplicarea acestuia poate favoriza formarea și stabilitatea agregatelor structurale, activitatea biologică și capacitatea de reținere a apei, efectele fiind dependente de caracteristicile solului, cantitățile administrate și istoricul fertilizării.

Azotul se găsește atât în forme minerale, cu disponibilitate relativ rapidă, cât și în forme organice, care devin accesibile plantelor prin procese de mineralizare. În consecință, aportul de azot nu trebuie evaluat exclusiv pe baza conținutului total, ci și în funcție de formele sale și de dinamica disponibilizării în timp.



Gunoiul de grajd – caracteristici esențiale

- Sursă de materie organică și nutrienți (N, P, K).
- Compoziție variabilă în funcție de origine, așternut și gestionare.
- Azot prezent în forme minerale și organice, cu disponibilizare în timp.
- Potențial de ameliorare a proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului.
- Necesitatea controlului calității și prevenirii pierderilor de nutrienți.

Compoziție și variabilitate

- Conținut de materie organică și nutrienți variabil, în funcție de specia de animale (bovine, ovine, porcine, păsări), tipul și cantitatea de așternut.
- Raport C/N, umiditate și grad de descompunere diferite în funcție de metoda de gestionare.
- Nutrienți principali: azot (N), fosfor (P), potasiu (K), precum și elemente secundare (Ca, Mg, S) și micronutrienți.
- Azotul este prezent atât în forme minerale (NH_4^+, NO_3^-), cât și în forme organice, cu mineralizare graduală.

Beneficii agronomice

- Crește conținutul de materie organică și humusul solului.
- Îmbunătățește structura solului și stabilitatea agregatelor.
- Crește capacitatea de reținere a apei și rezistența la eroziune.
- Stimulează activitatea biologică și diversitatea microorganismelor.
- Contribuie la furnizarea de nutrienți pe termen mediu și lung.
- Susține productivitatea și stabilitatea producțiilor agricole.

Condiții pentru utilizare responsabilă

- Evaluarea calității materialului (conținut de nutrienți, grad de maturare, prezența agenților patogeni).
- Depozitare corespunzătoare pe platforme impermeabilizate, cu controlul scurgerilor de levigat.
- Aplicare la momentul optim, în funcție de cultură, sol și condiții pedoclimatice.
- Evitarea aplicării pe soluri saturate cu apă, înghețate sau cu pantă mare.
- Respectarea legislației privind protecția mediului (zone vulnerabile la nitrați, distanțe față de cursuri de apă).

Efecte asupra solului și plantelor



Implicație practică

Gunoiul de grajd trebuie considerat atât o sursă de nutrienți, cât și un amendament organic cu efecte potențial multianuale asupra proprietăților solului. Alegerea dozei și a momentului aplicării trebuie fundamentată pe caracterizarea materialului, necesarul culturii și starea de fertilitate a solului.

2 Caracteristicile și potențialul agronomic al gunoiului de grajd, compostului și digestatului

2.3 Compostul – caracteristici și potențial agronomic

Compostul este un fertilizant organic obținut prin descompunerea biologică aerobă, în condiții controlate, a diferitelor materiale organice (reziduuri vegetale, dejecții animale, subproduse agroalimentare, nămoluri, etc.). Procesul de compostare conduce la transformarea materiei organice într-un produs stabilizat, cu proprietăți fizico-chimice și biologice îmbunătățite.

Compoziția și calitatea compostului variază în funcție de materiile prime utilizate, rețeta de amestec, condițiile de compostare (aerare, temperatură, umiditate, durată) și gradul de maturare.

Aplicarea compostului în sol poate contribui la refacerea conținutului de materie organică, la îmbunătățirea proprietăților fizice ale solului și la susținerea activității microbiologice. Nutrienții sunt, în general, mai stabili și se eliberează treptat, în funcție de gradul de humificare și de condițiile de mediu, ceea ce reduce riscul de pierderi și permite o valorificare mai eficientă pe termen lung.



Compostul – caracteristici esențiale

- Produs obținut prin compostare aerobă controlată.
- Grad de stabilizare și maturitate variabil.
- Conținut de materie organică humificată.
- Nutrienți în forme predominant organice, cu eliberare treptată.
- Contribuie la îmbunătățirea calității solului și la reducerea impactului asupra mediului.

Compoziție și particularități

- **Materii prime diverse:** reziduuri vegetale (paie, resturi de cultură, resturi de la procesarea alimentelor), dejecții animale, nămoluri, materiale lignocelulozice, amestecuri.
- **Grad ridicat de humificare**, cu formarea de substanțe organice stabile (acizi humici și fulvici).
- **Conținut de nutrienți variabil**, în funcție de rețeta de compostare.
- Raport C/N moderat, specific compusturilor mature.
- **pH** de regulă neutru spre ușor alcalin și salinitate relativ scăzută la produsele bine maturate.

Beneficii pentru sol și plante

- Crește conținutul de humus stabil și îmbunătățește capacitatea de schimb cationic.
- Favorizează agregarea solului și reduce tendința de compactare.
- Îmbunătățește reținerea apei și aerarea solului.
- Stimulează diversitatea și activitatea microorganismelor benefice.
- Furnizează nutrienți cu eliberare treptată, care susțin creșterea și dezvoltarea plantelor.
- Poate contribui la atenuarea efectelor stressului abiotic (secetă, temperaturi extreme).

Condiții pentru utilizare eficientă și sigură

- Verificarea gradului de maturitate (indicatori: stabilitate, respirație, fitotoxicitate).
- Controlul umidității și al conținutului de săruri (conductivitate electrică).
- Monitorizarea eventualelor impurități (materiale plastice, sticlă, metale).
- Respectarea limitelor pentru contaminanți (metale grele, poluanți organici, agenți patogeni), conform legislației în vigoare.
- Alegerea dozei și a momentului aplicării în funcție de tipul de cultură, caracteristicile solului și obiectivele de utilizare (amendament sau sursă de nutrienți).

Contribuția compostului la procesele din sol



Implicație practică

Compostul reprezintă un produs valoros pentru menținerea și refacerea sănătății solului, cu efecte benefice pe termen mediu și lung. Utilizarea sa trebuie fundamentată pe caracterizarea produsului, pe cerințele culturii și pe condițiile pedoclimatice, în scopul unei integrări eficiente în sistemele agricole și al minimizării riscurilor pentru mediu.

2 Caracteristicile și potențialul agronomic al gunoiului de grajd, compostului și digestatului

2.4 Digestatul – caracteristici și potențial agronomic

Digestatul este un material organic rezultat în urma procesului de digestie anaerobă a biomasei, în instalații de producere a biogazului. Caracteristicile sale depind de natura substraturilor utilizate, condițiile procesului tehnologic și eventualele operațiuni de separare sau tratare ulterioară.

Digestatul poate fi utilizat integral sau separat în fracție lichidă și fracție solidă, acestea prezentând proprietăți fizico-chimice și comportamente agronomice diferite. Fracția lichidă conține, de regulă, o proporție importantă din azotul amoniacal și potasiul materialului, în timp ce fracția solidă concentrează o parte mai mare a materiei uscate, carbonului organic și fosforului.

O particularitate agronomică importantă a digestatului este prezența azotului sub formă amoniacală, care poate fi valorificat relativ rapid de culturi, dar care este sensibil la pierderi prin volatilizare, în special în condiții favorabile acestui proces.

Contribuția digestatului la ameliorarea proprietăților solului depinde de conținutul de materie organică, gradul de transformare a acesteia și cantitatea administrată. Utilizarea agricolă necesită caracterizarea materialului și adoptarea unei tehnici de aplicare adecvate, pentru maximizarea recuperării nutrienților și limitarea riscurilor de poluare.



Digestatul – caracteristici esențiale

- Rezultat din digestia anaerobă a biomasei.
- Poate fi utilizat integral sau separat în fracție lichidă și solidă.
- Conține nutrienți în forme mai ușor disponibile, în special azot amoniacal în fracția lichidă.
- Compoziția depinde de substraturile utilizate și de tehnologia de procesare.
- Contribuie la furnizarea de nutrienți și poate îmbunătăți proprietățile solului, în funcție de fracția utilizată.

Origine și compoziție

- Provine din digestia anaerobă a reziduurilor agricole, a dejecțiilor animale și/sau a subproduselor agroalimentare.
- Compoziție variabilă, în funcție de tipul substraturilor și de condițiile procesului.
- Fracția lichidă: conținut ridicat de azot amoniacal (NH_4^+), potasiu (K) și substanțe solubile.
- Fracția solidă: conținut mai mare de materie uscată, carbon organic și fosfor (P).
- Valori caracteristice: pH neutru spre alcalin, conductivitate electrică variabilă.
- Poate conține și micronutrienți (Ca, Mg, S) în funcție de substraturi.

Valorificare agronomică

- Furnizează nutrienți cu disponibilitate crescută, în special azot amoniacal.
- Susține necesarul de azot al culturilor în perioadele de vegetație.
- Fracția solidă contribuie la aportul de materie organică și la menținerea structurii solului.
- Poate stimula activitatea biologică a solului.
- Permite reciclarea nutrienților în circuitul agricol, reducând utilizarea îngrășămintelor minerale.
- Efectele asupra solului și plantelor depind de doza aplicată, de tipul solului și de fracția utilizată.

Prevenirea pierderilor și a riscurilor de mediu

- Depozitare în spații etanșe, cu reducerea emisiilor de amoniac.
- Aplicare cu echipamente care limitează volatilizarea (încorporare în sol, aplicare localizată).
- Respectarea perioadelor și a condițiilor pedoclimatice optime de aplicare.
- Monitorizarea conținutului de azot amoniacal, nitrați, fosfor, potasiu a conductivității electrice.
- Verificarea eventualilor contaminanți (metale grele, poluanți organici, agenți patogeni).
- Respectarea legislației privind protecția apelor și utilizarea pe terenuri agricole.

De la biomasă la valorificare agricolă



Implicație practică

Valorificarea eficientă a digestatului presupune adaptarea tehnicii și momentului aplicării la caracteristicile fracției utilizate, pentru maximizarea recuperării nutrienților, menținerea beneficiilor asupra solului și limitarea pierderilor de azot și a riscurilor de poluare a mediului.

2 Caracteristicile și potențialul agronomic al gunoiului de grajd, compostului și digestatului

2.5 Analiza comparativă a celor trei categorii de fertilizanți organici

Gunoiul de grajd, compostul și digestatul sunt produse organice cu origini, compoziții și comportamente agronomice diferite. Alegerea tipului de fertilizant trebuie făcută în funcție de calitatea materialului, obiectivele utilizării, caracteristicile solului și cerințele culturii, luând în considerare și riscurile potențiale pentru mediu.

Criteriu de comparație	Gunoi de grajd	Compost	Digestat
Origine și proces de obținere	• Rezultat din dejecțiile animale, cu așternut, după stocare. • Compoziție influențată de specie, alimentație și sistemul de gestionare.	• Obținut prin compostarea aerobă a diferitelor materiale organice (reziduuri vegetale, dejecții, nămoluri etc.). • Grad de stabilizare și maturitate dependent de materiile prime și de condițiile de procesare.	• Rezultat al digestiei anaerobe a biomasei în instalații de producere a biogazului. • Poate fi utilizat integral sau separat în fracție lichidă și fracție solidă.
Compoziție generală	• Conținut relativ ridicat de materie organică și nutrienți (N, P, K). • Variabilitate mare în funcție de specie și condițiile de depozitare.	• Materie organică mai stabilizată, cu raport C/N moderat. • Conținut de nutrienți variabil, în general mai stabili decât la gunoiul de grajd.	• Conținut de nutrienți dependent de substraturi și tehnologia de procesare. • Fracția lichidă: bogată în azot amoniacal și potasiu. • Fracția solidă: mai ridicată în materie uscată și carbon organic.
Forme de nutrienți și disponibilitate	• Azot preponderent organic, cu mineralizare graduală. • Nutrienți disponibili pe termen mediu și lung.	• Nutrienți în forme predominant organice, cu eliberare treptată. • Disponibilitate influențată de gradul de maturitate și de condițiile de sol.	• Azot în forme minerale (în principal amoniacal) – disponibil relativ rapid. • Potasiu în forme solubile. • Risc de pierderi prin volatilizare dacă nu se aplică corespunzător.
Efecte asupra solului	• Contribuie la creșterea conținutului de materie organică. • Îmbunătățește structura solului și activitatea biologică. • Efecte vizibile pe termen mediu.	• Crește conținutul de humus stabil. • Îmbunătățește structura și stabilitatea agregatelor. • Favorizează activitatea microorganismelor. • Contribuie la menținerea calității solului pe termen lung.	• Furnizează nutrienți cu disponibilitate crescută. • Poate contribui la ameliorarea proprietăților solului, în funcție de fracția utilizată. • Utilizarea repetată necesită monitorizarea conținutului de săruri și a potențialilor contaminanți.
Aspecte de urmărit la utilizare	• Compoziția și calitatea materialului. • Condițiile de depozitare. • Riscul de pierderi de azot și emisii. • Posibila prezență a contaminanților.	• Gradul de maturitate (stabilitate, respirație, fitotoxicitate). • Conținutul de săruri. • Impurități (materiale plastice, metale etc.). • Conformitatea cu legislația în vigoare.	• Fracția utilizată și compoziția acesteia. • Conținutul de azot amoniacal. • Tehnica și momentul aplicării. • Gestionarea riscului de volatilizare a amoniacului. • Respectarea limitelor privind contaminanții.
Utilizare recomandată	• Menținerea și refacerea fertilității solului. • Sisteme agricole mixte și ferme cu resurse proprii. • Aplicare în funcție de necesarul culturii și de condițiile pedoclimatice.	• Ameliorarea solurilor cu conținut scăzut de materie organică. • Refacerea structurii și a capacității de reținere a apei. • Utilizare pe terenuri agricole, inclusiv în zone sensibile, cu material corespunzător maturat.	• Furnizarea de nutrienți, în special azot disponibil. • Valorificarea rapidă a nutrienților în culturile cu necesar crescut de azot. • Utilizare cu echipamente adecvate, în conformitate cu bunele practici de mediu.

Contribuția fiecărui fertilizant la obiectivele agriculturii durabile

- Menținerea și creșterea conținutului de materie organică în sol
- Îmbunătățirea structurii și stabilității agregatelor
- Creșterea capacității de reținere a apei și a rezistenței la eroziune
- Susținerea activității biologice a solului
- Furnizarea de nutrienți pentru culturi
- Valorificarea reziduurilor organice și economia circulară

Concluzie esențială

Nu există un fertilizant organic universal superior.
Alegerea tipului de fertilizant trebuie fundamentată pe calitatea materialului, caracteristicile solului, necesarul culturii și condițiile de protecție a mediului.

2 Caracteristicile și potențialul agronomic al gunoiului de grajd, compostului și digestatului

2.6 Criterii pentru selectarea fertilizantului în funcție de obiectivele ameliorării

Selectarea fertilizantului organic trebuie să pornească de la identificarea principalelor disfuncții ale solului și de la stabilirea obiectivului urmărit prin aplicare. Alegerea nu trebuie fundamentată exclusiv pe tipul materialului, ci pe caracteristicile sale efective și pe compatibilitatea acestora cu necesitățile solului și ale culturii, luând în considerare și riscurile potențiale pentru mediu.

1 Identificarea problemei solului și a obiectivului ameliorării

Pe baza analizelor agrochimice și a evaluării stării de degradare

Deficit de carbon organic și structură degradată



- Conținut redus de materie organică
- Structură necorespunzătoare (compactare, agregate instabile)
- Capacitate scăzută de reținere a apei
- Activitate biologică redusă

Obiectiv: Creșterea conținutului de materie organică și îmbunătățirea structurii solului

Aprovizionare cu azot



- Conținut scăzut de azot total și azot mineral ($N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$)
- Necesar ridicat de azot al culturii
- Pierderi potențiale de azot din sol
- Corelarea aplicării cu perioada de consum a plantelor

Obiectiv: Îmbunătățirea aprovizionării culturilor cu azot

P Nivel ridicat de fosfor disponibil



- Conținut ridicat de fosfor extractabil (în raport cu valorile de referință)
- Risc de acumulare suplimentară a fosforului
- Risc de transfer al fosforului către apele de suprafață
- Necesitatea menținerii echilibrului nutritiv al solului

Obiectiv: Limitarea aportului suplimentar de fosfor și menținerea echilibrului nutritiv

2 Verificarea compatibilității fertilizantului organic

Se analizează caracteristicile materialului, condițiile de utilizare și restricțiile aplicabile

Gunoi de grajd



- Conținut de materie organică relativ ridicat
- Nutrienți cu disponibilizare în timp
- Variabilitate în funcție de specie, alimentație și sistem de gestionare
- Necesită depozitare și aplicare adecvată
- Risc de pierderi de azot prin volatilizare

Compost



- Materie organică stabilizată
- Nutrienți în forme mai puțin disponibile
- Calitate influențată de substraturi și de procesul de compostare
- Conținut variabil de săruri
- Necesitatea utilizării unui produs matur, fără impurități

Digestat



- Conținut ridicat de azot amoniacal (în special în fracția lichidă)
- Nutrienți în forme disponibile relativ rapid
- Compoziție dependentă de substraturi și de tehnologia de procesare
- Fracție lichidă sau solidă, cu proprietăți diferite
- Necesită tehnică de aplicare adecvată pentru limitarea pierderilor de azot

3 Alegerea justificată a fertilizantului organic

Se corelează obiectivele de ameliorare cu caracteristicile materialului, necesitățile culturii și condițiile locale

Compatibilitatea cu obiectivul de ameliorare
Răspunsul fertilizantului la problema identificată la nivelul solului.

Caracteristicile solului și ale culturii
Gradul de aprovizionare cu nutrienți, cerințele culturii și rotația.

Condițiile de utilizare
Momentul și metoda de aplicare, condițiile pedoclimatice și posibilitățile tehnice.

Respectarea restricțiilor și a protecției mediului
Calitatea materialului, legislația aplicabilă și riscurile de poluare.

Principiu de selecție

Fertilizantul adecvat este cel ale cărui caracteristici răspund obiectivului de ameliorare identificat, fără a genera dezechilibre nutritive sau riscuri suplimentare pentru mediu.

3 Criterii pentru evaluarea stării solului și identificarea necesității aplicării fertilizanților organici

Decizia de aplicare a fertilizanților organici trebuie să se bazeze pe evaluarea stării actuale a solului, pe identificarea principalelor disfuncții și pe stabilirea obiectivelor de ameliorare. Utilizarea indicatorilor agrochimici, fizici și biologici permite aprecierea necesității intervenției, stabilirea tipului de fertilizant și a dozei adecvate, cu respectarea condițiilor pedoclimatice și a cerințelor culturii.

3.1 Etapele evaluării stării solului

1 Eșantionare și analiză de sol



- Eșantionare reprezentativă (0–30 cm; la nevoie și straturi inferioare)
- Analize agrochimice, fizice și biologice relevante
- Utilizarea unor metode standardizate

2 Interpretarea rezultatelor



- Compararea cu valori de referință (în funcție de tipul de sol)
- Identificarea limitărilor și a dezechilibrelor nutritive
- Evaluarea riscurilor potențiale pentru mediu

3 Stabilirea obiectivelor de ameliorare



- Creșterea conținutului de materie organică
- Îmbunătățirea structurii solului
- Îmbunătățirea aprovizionării cu nutrienți (N, P, K)
- Reducerea riscurilor de poluare

4 Decizia de aplicare



- Selectarea tipului de fertilizant organic
- Stabilirea dozei și a momentului de aplicare
- Corelarea cu cerințele culturii
- Respectarea restricțiilor legale și de mediu

3.2 Principalii indicatori utilizați pentru evaluarea stării solului

Evaluarea stării solului se bazează pe un set de indicatori care descriu principalele proprietăți chimice, fizice și biologice relevante pentru răspunsul la fertilizarea organică și pentru identificarea necesității aplicării acesteia.

Categorii de indicatori	Indicatori utilizați	Relevanță pentru decizia de aplicare
Indicatori agrochimici	• pH • Carbon organic (Corg) • Azot total (Nt) și azot mineral ($N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$) • Fosfor mobil (P-AL) • Potasiu mobil (K-AL) • Microelemente (ex. Cu, Zn – DTPA)	• Indică starea de fertilitate și rezervele de nutrienți • Evidențiază deficite sau excese (în special P) • Orientare pentru tipul și doza de fertilizant • Permite evaluarea riscurilor de acumulare a nutrienților
Indicatori fizici	• Textură (nisip, praf, argilă) • Densitate aparentă • Stabilitatea agregatelor • Porozitate și capacitatea de reținere a apei	• Caracterizează structura și compactarea solului • Indică necesitatea creșterii conținutului de materie organică • Influențează eficiența utilizării nutrienților și a apei • Ajută la estimarea răspunsului la fertilizarea organică
Indicatori biologici	• Activitatea biologică a solului (ex. respirație, biomasă microbiană) • Activitatea enzimatică (ex. dehidrogenază, fosfatază) • Diversitatea organismelor din sol	• Reflectă funcționarea ecosistemului edafic • Evidențiază efectele asupra sănătății solului • Susțin decizia de aplicare în contextul obiectivelor de ameliorare pe termen lung

3.3 Interpretarea rezultatelor și identificarea necesității aplicării

Necesitatea aplicării fertilizanților organici se stabilește pe baza corelării valorilor indicatorilor de sol cu valorile de referință specifice tipului de sol și obiectivelor de ameliorare.

Conținut redus de carbon organic



- Corg sub valorile de referință pentru tipul de sol
- Structură instabilă, compactare
- Capacitate redusă de reținere a apei
- Activitate biologică scăzută
- Necesar de aport de materie organică

Aprovizionare insuficientă cu azot



- Nt și/sau N mineral sub valorile de referință
- Simptome de carență la plante
- Răspuns redus al culturilor
- Necesitatea unui aport de azot din surse organice
- Corelarea aplicării cu perioada de consum a plantelor

Nivel ridicat de fosfor disponibil



- P-AL peste valorile de referință
- Risc de acumulare suplimentară de fosfor
- Risc de transfer al fosforului către apele de suprafață
- Necesitatea limitării aportului de fosfor prin fertilizanți organici
- Alegerea materialelor cu conținut redus de fosfor

Concluzie operațională

Decizia de aplicare a fertilizanților organici se bazează pe evaluarea integrată a indicatorilor de sol, pe identificarea principalelor disfuncții și pe stabilirea obiectivelor de ameliorare, cu respectarea condițiilor pedoclimatice, a cerințelor culturii și a restricțiilor de mediu.

3. Evaluarea stării solului pentru fundamentarea utilizării fertilizanților organici 3.4 – 3.7

3.4. Evaluarea proprietăților biologice ale solului

Indicatorii biologici reflectă activitatea și funcționarea solului ca sistem viu și răspund rapid la aplicarea fertilizanților organici.

Respirația solului



- indică activitatea microbiană
- crește după aplicarea materialelor organice
- reflectă descompunerea materiei organice

Biomasa microbiană



- reprezintă rezerva de microorganisme
- crește odată cu aportul de carbon organic
- este sensibilă la calitatea și doza materialului aplicat

Activități enzimatice



- implicate în ciclurile nutrienților (C, N, P)
- crește în solurile fertilizate organic
- indică intensitatea proceselor biologice

Abundența râmelor



- indicator al calității habitatului
- crește în soluri cu conținut ridicat de materie organică
- contribuie la structură, aerare și amestecarea materialului organic

Interpretarea rezultatelor

- valorile depind de tipul de sol, climă și management
- se recomandă utilizarea unui set de indicatori, nu a unui singur parametru
- modificările semnificative apar de regulă în timp, pe măsura stabilizării materiei organice

3.5. Analiza comparativă a celor trei categorii de fertilizanți organici

Gunoiul de grajd, compostul și digestatul au caracteristici diferite. Selectarea materialului se bazează pe obiectivele de management al solului, calitatea materialului și restricțiile locale.

Criteriu	Gunoi de grajd	Compost	Digestat
Aport organic	Variabil; poate susține refacerea materiei organice	În general mai stabilizat, dacă este matur	Variabil; fracția solidă diferă de cea lichidă
Azot	Mineral + organic; eliberare etapizată	De regulă eliberare mai lentă a unei părți a N	Frecvent proporție importantă de N amoniacal
Risc prioritar	Pierderi N, igienizare insuficientă	Săruri, impurități, calitate variabilă	Volatilizare NH_3, salinitate, neuniformitate
Condiție esențială	Compoziție și gestionare corectă	Maturitate, stabilitate și puritate	Analiza fracției aplicate și tehnica de distribuție

3.6. Criterii pentru selectarea fertilizantului în funcție de obiectivele utilizării

Alegerea materialului se face în funcție de tipul de degradare a solului, obiectivele de ameliorare, caracteristicile materialului și condițiile locale.

Obiectivul utilizării	Materiale recomandate și considerente
Creșterea conținutului de carbon organic	Compost (preferabil matur), gunoi de grajd; digestat (cu fracție solidă)
Îmbunătățirea structurii solului	Compost, gunoi de grajd; digestat (efect mai redus)
Aport rapid de azot	Digestat (bogat în N amoniacal), gunoi de grajd (proaspăt sau semicompostat)
Soluri cu fosfor scăzut	Gunoi de grajd, compost (conținut moderat de P); digestat (după analiză)
Soluri cu risc de eroziune	Compost, gunoi de grajd (creșterea stabilității agregatelor)
Soluri contaminate cu metale grele	Compost (stabilizare, reducerea fracțiilor mobile); digestat (doar după evaluarea riscului)
Valorificarea resurselor locale	Toate cele trei materiale, în funcție de disponibilitate, analize și logistică

3.7. Limitări și precauții de interpretare

Efectele fertilizanților organici depind de condițiile locale. Interpretarea rezultatelor necesită prudență, în corelare cu analizele de sol, caracteristicile materialului și obiectivele urmărite.

Variabilitatea materialelor	• compoziție neuniformă • conținut de apă diferit • grad diferit de stabilizare
Limitări analitice	• interpretarea trebuie făcută pe bază de materie uscată • P și K pot fi exprimate în forme diferite (P_2O_5, K_2O) • conținutul total nu este egal cu aportul disponibil în primul an
Condiții de mediu	• climă, tip de sol, rotația culturilor • influențează disponibilizarea nutrienților • factorii de mediu pot masca sau amplifica efectele
Restricții legale	• limite pentru conținutul de metale grele și alți contaminanți • condiții de aplicare (perioade, doze, distanțe față de ape) • respectarea reglementărilor naționale și europene
Interpretarea rezultatelor	• se recomandă analiza unui set de indicatori • nu se utilizează un singur parametru pentru concluzii generale • efectele asupra sănătății solului se evaluează în timp

Sinteza pentru decizia practică

1. **Diagnostic sol** — Analiza indicatorilor fizico-chimici și biologici
2. **Caracterizarea materialului** — Compoziție, calitate, restricții
3. **Stabilirea obiectivelor** — Tipul de degradare și rezultatele urmărite
4. **Alegerea materialului și a dozei** — În funcție de analiză, necesarul culturii și condițiile locale
5. **Monitorizare și ajustare** — Pe baza răspunsului solului și al culturilor

4. Recomandări privind alegerea fertilizantului organic și stabilirea dozelor de aplicare

4.1 Pașii pentru selecția și utilizarea fertilizantului organic

1 Diagnosticarea solului și a obiectivelor



- tipul de degradare
- conținutul de materie organică
- rezerve de nutrienți (N, P, K)
- pH, textură
- risc de eroziune
- eventuale contaminări

2 Caracterizarea materialului organic



- origine și procesare
- materie uscată
- N total și forme de N
- P, K, Ca, Mg
- pH și conductivitate electrică
- contaminanți (metale, patogeni)

3 Stabilirea dozei și a modului de aplicare



- corelare cu necesarul culturii
- ținând cont de aportul de nutrienți disponibil
- integrarea în rotația culturilor
- tehnologia de aplicare
- perioada optimă

4 Monitorizare și ajustare

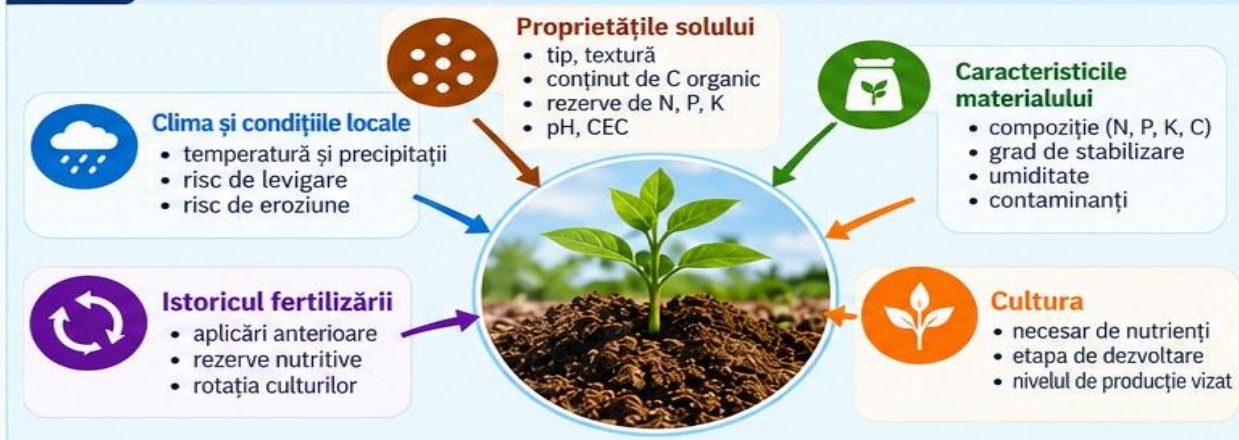


- urmărirea indicatorilor de sol și plantă
- evaluarea efectelor imediate și remanente
- ajustarea dozelor în funcție de rezultate

4.2 Obiectivele utilizării fertilizanților roganici și materialele recomandate

Obiectiv	Materiale recomandate	Observații
Creșterea conținutului de carbon organic	Compost (preferabil matur), gunoi de grajd	aplicări repetate, integrate în rotație
Îmbunătățirea structurii solului	Compost, gunoi de grajd; digestat (pe soluri cu textură preferabil mijlocie)	efecte mai evidente în timp
Aport rapid de azot	Digestat (bogat în N amoniacal), gunoi de grajd (proaspăt/semicompostat)	necesită management al pierderilor de N
Soluri cu fosfor scăzut	Gunoi de grajd, compost (conținut moderat de P); digestat (după analiză)	evitarea acumulării excesive pe soluri deja bogate în P
Soluri cu risc de eroziune	Compost, gunoi de grajd	creșterea stabilității agregatelor și a acoperirii solului
Soluri contaminate cu metale grele	Compost (stabilizare), digestat (doar după evaluarea riscului)	nu elimină contaminanții; parte din strategii de fitostabilizare
Valorificarea resurselor locale	Toate cele trei materiale	în funcție de disponibilitate, calitate și logistică

4.3 Factorii de care se ține cont la stabilirea dozei



4.4 Principii generale de aplicare

Perioada optimă



- înainte de semănat
- toamna sau primăvara, în funcție de cultură
- evitarea condițiilor cu risc de pierderi de N

Modul de aplicare



- incorporare în sol
- distribuție uniformă
- respectarea distanțelor față de ape și zone sensibile

Compatibilitate



- integrare cu fertilizarea minerală (la nevoie)
- sincronizare cu rotația culturilor
- adaptare la tehnologia fermei

Efecte în timp



- efecte imediate (nutrienți disponibili)
- efecte remanente (C organic, structură)
- evaluare pe mai mulți ani

Prevenirea riscurilor



- limitarea pierderilor de N
- evitarea acumulării de P
- controlul salinității
- respectarea reglementărilor legale

4.5 Fundamentarea recomandărilor prin rezultatele experimentale

Rezultatele experimentale confirmă potențialul gunoiului de grajd, compostului și digestatului de a îmbunătăți rezervele de nutrienți, proprietățile solului și producțiile culturilor, în funcție de material, doză și condițiile specifice amplasamentului.

4.5.1 SCDA Secuieni – Gunoii de grajd

Amplasament
SCDA Secuieni
(sol faeziom cambic tipic)

Aplicare unică
2024

Gunoi de grajd
20 și 40 t/ha
(masă proaspătă)



Cultură în rotație



Porumb (2024) → Floarea-soarelui (2025) → Grâu (2026)

Principalele rezultate

Rezerva de azot	• Creșteri semnificative față de martor, mai evidente la 40 t/ha • Efect remanent în 2025–2026
Fosfor extractabil (AL)	• Creșteri ale conținutului de P, mai pronunțate la 40 t/ha • Efect remanent pe durata experimentului
Potasiu extractabil (AL)	• Creșteri ale conținutului de K, în special la 40 t/ha • Efect remanent
Carbon organic	• Tendință de creștere a C organic (comparativ cu martorul)
Producții	• Răspuns pozitiv al producțiilor la ambele doze, mai evident la 40 t/ha

Recomandări rezultate din experiment

- Gunoiul de grajd contribuie la refacerea rezervei de N, P și K.
- Doza de 40 t/ha are efecte mai pronunțate și mai persistente.
- Efectele asupra solului și producțiilor se mențin cel puțin 2–3 ani după o singură aplicare.
- Recomandat pentru soluri cu conținut redus de materie organică și fertilitate scăzută.

4.5.2 INMA București – Compost și digestat

Amplasament
INMA București
(teren experimental)

Aplicare unică
2024

Compost și digestat
15 și 30 t/ha
(masă proaspătă)



Cultură în rotație



Porumb (2024) → Floarea-soarelui (2025) → Grâu (2026)

Principalele rezultate

Rezerva de azot	• Creșteri semnificative față de martor la 15 și 30 t/ha • Efect remanent în 2025–2026
Fosfor extractabil (AL)	• Creșteri ale conținutului de P, mai evidente la 30 t/ha
Potasiu extractabil (AL)	• Creșteri ale conținutului de K, în special la 30 t/ha
Carbon organic	• Tendință de creștere a C organic în ambele variante, mai pronunțată la 30 t/ha
Producții	• Răspuns pozitiv al producțiilor la ambele materiale • Dozele de 30 t/ha au generat cele mai bune rezultate

Concluzii și recomandări

Compost



- Îmbunătățește rezerva de N, P, K
- Crește conținutul de C organic
- Efecte pozitive asupra producțiilor
- Recomandat în doza de 30 t/ha pentru rezultate optime

Digestat



- Aport important de azot disponibil
- Crește rezervele de P și K
- Efecte pozitive asupra producțiilor
- Recomandat în doza de 30 t/ha, cu atenție la forma de azot și riscul de pierderi

4.5.3 ICPA București – Sol contaminat

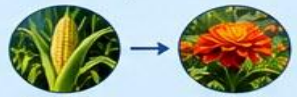
Amplasament
ICPA București
(hala modele sol)

Aplicare unică
2024

Compost și digestat
15 și 30 t/ha
(masă proaspătă)



Cultură în rotație



Porumb (2024) → Tagetes (2025)

Principalele rezultate

pH	• Tendință de creștere (ameliorarea condițiilor pentru mobilitatea redusă a metalelor)
Rezerva de azot	• Creșteri față de martor în ambele variante
Fosfor extractabil (AL)	• Creșteri moderate
Metale grele (mobilitate)	• Tendință de reducere a fracțiilor mobile (Zn, Cd, Cr), în special la 30 t/ha • Efecte mai evidente la compost
Producția de biomasă (Tagetes)	• Creștere semnificativă a biomasei comparativ cu martorul • Indică o ameliorare a condițiilor de nutriție și reducerea stresului metalic

Concluzii și recomandări

- Compostul și digestatul pot fi utilizate pe soluri contaminate ca măsură de fitostabilizare, contribuind la reducerea mobilității metalelor și la îmbunătățirea proprietăților solului.
- Doza de 30 t/ha a generat cele mai bune rezultate.
- Recomandate în asociere cu specii tolerante/accumulatoare (ex. Tagetes) și cu monitorizarea conținutului de metale în sol și plante.
- Nu elimină masa totală de contaminant; se impune evaluarea riscului specific sitului și respectarea reglementărilor aplicabile.

Mesaje cheie pentru recomandări

1. Toate cele trei materiale contribuie la refacerea rezervei de nutrienți și la îmbunătățirea proprietăților solului.
2. Dozele de 30–40 t/ha generează cele mai bune rezultate în condițiile experimentale analizate.
3. Efectele sunt remanente cel puțin 2–3 ani după o singură aplicare.
4. Răspunsul diferă în funcție de tipul de material, sol, cultură și condițiile locale.
5. Recomandările trebuie integrate într-un plan de management al solului, cu monitorizarea periodică a indicatorilor de calitate.

4. Recomandări privind alegerea fertilizantului organic și stabilirea dozelor de aplicare

4.6 Tehnologia de aplicare a fertilizanților organici

Eficiența fertilizanților organici depinde de modul, momentul și **condițiile** aplicare, în corelare, cu tipul de material, solul, cultura și obiectivele utilizării.

1 Planificarea aplicării

- compoziția materialului și doza
- cultura și rotația culturilor
- starea solului și condițiile pedoclimatice
- respectarea restricțiilor legale

2 Perioada optimă

- în general, înainte de semănat sau în perioada de pregătire a patului germinativ
- adaptată tipului de material și culturii
- evitarea aplicării pe sol înghețat, acoperit cu zăpadă sau cu exces de apă

3 Modul de aplicare

- împrăștiere uniformă pe toată suprafața
- încorporare în sol la adâncimea recomandată
- evitarea formării de zone cu doze excesive

4 Echipamente și logistică

- echipamente adecvate pentru tipul de material (solid/semisolid/lichid)
- calibrarea utilajelor
- asigurarea capacității de stocare temporară
- evitarea scurgerilor și pierderilor

5 Condiții de mediu

- evitarea aplicării pe soluri cu pantă mare
- respectarea distanțelor față de ape de suprafață și zone sensibile
- luarea în considerare a riscului de levigare și volatilizare
- aplicarea în condiții de temperatură și umiditate adecvate

Împrăștiere uniformă



Încorporare în sol



Momente recomandate

- înainte de semănat
- la pregătirea patului germinativ
- în rotația culturilor

Recomandări practice

- Asigurați o distribuție uniformă și încorporarea rapidă în sol.
- Respectați perioada optimă de aplicare pentru fiecare tip de material și cultură.
- Utilizați echipamente adecvate și calibrate.
- Evitați aplicarea în condiții de risc ridicat de pierderi de nutrienți.
- Integrați aplicarea în rotația culturilor și într-un plan de fertilizare multianual.

4.7 Monitorizarea efectelor și ajustarea dozelor

Aplicarea fertilizanților organici **trebuie urmată de monitorizarea stării** solului, a culturilor și a impactului asupra mediului, pentru a ajusta dozele și a menține efectele benefice pe termen lung.

1 Analiza inițială	2 Monitorizarea în timp	3 Evaluarea efectelor	4 Ajustarea dozelor
Starea solului înainte de aplicare (valori de referință)	Evoluția indicatorilor în sol, plante și mediu	Compararea cu obiectivele stabilite	În funcție de rezultate și de condițiile locale

Indicatori recomandați

Proprietăți fizico-chimice	• pH • conținut de materie organică • rezerve de N, P, K • capacitatea de schimb cationic • textură și structură
Indicatori biologici	• respirația solului • biomasa microbiană • activități enzimatice • răme
Starea culturilor	• vigoare și dezvoltare • conținut de nutrienți în plante • producții și calitate
Impact asupra mediului	• risc de levigare a nitraților • pierderi prin volatilizare • acumularea de P în sol • evoluția metalelor grele (unde este cazul)

Frecvența monitorizării

Sol	anual sau la 2–3 ani, în funcție de indicator
Plante	în timpul perioadei de vegetație și la recoltare
Apă	în zonele cu risc, conform reglementărilor
Producții	la fiecare recoltă

Aspecte de urmărit

- persistența efectelor asupra rezervelor de nutrienți
- menținerea sau creșterea conținutului de materie organică
- evoluția indicatorilor biologici
- prevenirea acumulării excesive a fosforului
- lipsa efectelor negative asupra apei, plantelor și organismelor din sol

Recomandări finale

- Utilizați un set de indicatori adaptați obiectivelor utilizării și condițiilor locale.
- Ajustați dozele și frecvența aplicărilor pe baza rezultatelor monitorizării.
- Integrați fertilizarea organică în strategii de management durabil al solului.
- Asigurați respectarea reglementărilor naționale și europene.

5. Recomandări pentru utilizarea fertilizanților organici în diferite tipuri de culturi

5.1 Criterii de încadrare a culturilor și obiectivele fertilizării organice

Încadrarea culturilor



Cerealiere
grâu, porumb



Oleaginoase
floarea-soarelui, rapiță



Plante tehnice și aromatice
cartof, sfeclă, plante medicinale



Legume
culturi în câmp și spații protejate

Obiectivele utilizării fertilizanților organici

- aprovizionarea cu nutrienți (N, P, K și microelemente)
- menținerea și creșterea conținutului de carbon organic
- îmbunătățirea structurii solului
- creșterea capacității de reținere a apei
- creșterea rezilienței la stres climatic
- reducerea riscului de pierderi de nutrienți
- menținerea productivității și a calității producțiilor

Factori de care se ține cont

- tipul de degradare a solului și starea de fertilitate
- necesarul specific al culturii
- condițiile pedoclimatice
- disponibilitatea materialelor organice
- restricții de mediu și cerințe legale

5.2 Recomandări pe tipuri de culturi

Dozele recomandate se stabilesc în funcție de tipul culturii, obiectivele de fertilizare, starea solului și caracteristicile materialului organic.

Tip cultură	Obiective specifice	Doze recomandate (t/ha, material proaspăt)		
		Gunoi de grajd	Compost	Digestat
 **Porumb** (cultură cerealieră)	• aprovizionare cu azot • creșterea conținutului de carbon organic • menținerea productivității	15 – 30	15 – 30	15 – 30
 **Floarea-soarelui** (oleaginoasă)	• aprovizionare echilibrată cu nutrienți • menținerea structurii solului • creșterea eficienței utilizării nutrienților	15 – 30	15 – 30	15 – 30
 **Grâu** (cultură cerealieră)	• menținerea rezervei de nutrienți • creșterea conținutului de materie organică • calitatea producției	15 – 30	15 – 30	15 – 30
 **Tagetes** (plantă tehnică)	• valorificarea solurilor contaminate • creșterea biomasei și a acoperirii solului • efect de fitostabilizare	15 – 30	15 – 30	15 – 30

5.3 Adaptarea recomandărilor la condițiile pedoclimatice și la tipul de degradare a solului

Tipuri de degradare a solului

	**Eroziune**	• pierderi de strat arabil • conținut scăzut de materie organică
	**Compactare**	• densitate aparentă mare • aerație redusă
	**Sărăcire în nutrienți**	• conținut scăzut de N, P, K • materie organică redusă
	**Acidifiere**	• pH scăzut • mobilitate crescută a unor metale
	**Contaminare cu metale grele**	• conținuturi ridicate de Zn, Cd, Cr, Pb, Cu • risc de transfer în plante și apă

Condiții pedoclimatice

Temperatură	• influențează mineralizarea materiei organice
Precipitații	• risc de levigare a nutrienților
Regimul de umiditate	• adaptarea perioadei de aplicare
Relief	• risc de eroziune pe terenuri în pantă
Riscuri climatice	• secetă, exces de apă

Adaptarea dozelor

- doze mai mari pe soluri puternic degradate (eroziune, sărăcire)
- doze mai reduse pe soluri moderat afectate
- evitarea aplicării pe soluri cu risc de levigare și pe terenuri cu pantă mare
- adaptarea la condițiile locale și la obiectivele culturii

5.4 Integrarea fertilizanților organici în rotația culturilor

Utilizarea fertilizanților organici în rotația culturilor contribuie la menținerea rezervei de nutrienți, la îmbunătățirea structurii solului și la creșterea stabilității producțiilor.

Exemplu de rotație pe 3 ani

Anul 1 (2024)



Porumb
Aplicare fertilizant organic

Anul 2 (2025)



Floarea-saarelui
Valorificarea efectelor reziduale

Anul 3 (2026)



Grâu
Menținerea rezervei de nutrienți

Beneficii

- utilizarea eficientă a nutrienților disponibili
- efecte reziduale pozitive pe termen mediu
- creșterea conținutului de materie organică
- îmbunătățirea structurii solului
- reducerea riscului de pierderi de nutrienți
- creșterea stabilității producțiilor

Recomandări

- Aplicarea se face înainte de cultura cu necesar ridicat de nutrienți (ex. porumb).
- Integrarea fertilizanților organici într-o rotație echilibrată.
- Utilizarea culturilor cu efect de acoperire (ex. Tagetes).
- Ajustarea dozelor în funcție de rezultatele monitorizării solului.
- Respectarea restricțiilor legale și a cerințelor de mediu.

5. Recomandări pentru utilizarea fertilizanților organici în diferite tipuri de culturi

5.5 Monitorizarea efectelor în timp și ajustarea fertilizării

Monitorizarea stării solului, a culturilor și a mediului permite evaluarea eficienței fertilizării organice, valorificarea efectului remanent și ajustarea dozelor pentru aplicările ulterioare.

1 Ce se monitorizează?

Proprietăți fizico-chimice	• pH • conținut de materie organică • N, P, K • capacitatea de schimb cationic • textură și structură
Indicatori biologici	• respirația solului • biomasa microbiană • activități enzimatice • râme
Starea culturilor	• vigoare și dezvoltare • conținut de nutrienți în plante • producții și calitate
Impact asupra mediului	• risc de levigare a nitraților • pierderi prin volatilizare • acumularea de P în sol • evoluția metalelor grele (unde este cazul)

Când se monitorizează?

Înainte de aplicare
- analiza solului
- stabilirea stării inițiale
- definirea indicatorilor

După aplicare (primul an)
- evaluarea efectelor imediate
- analize sol și plante
- observații în câmp

Pe termen mediu (2–3 ani)
- evoluția rezervelor de nutrienți
- efecte asupra proprietăților solului

Înaintea reaplicării
- verificarea efectului remanent
- ajustarea dozei și a strategiei

2 Cum se evaluează efectele?

Compararea valorilor cu starea inițială și cu martorul

Analiza evoluției în timp (tendințe, niveluri)

Corelarea răspunsului culturilor cu indicatorii solului

Ajustarea dozelor în funcție de rezultate și condițiile locale

3 Valorificarea efectului remanent

Fertilizarea organică are efecte care se manifestă pe termen mai lung, în special asupra materiei organice, structurii și rezervei de nutrienți.



Factorii care influențează durata efectului remanent:
- tipul materialului
- doza aplicată
- caracteristicile solului
- tipul și rotația culturilor
- condițiile pedoclimatice

5.6 Sinteza recomandărilor practice

Recomandările integrate pentru utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului urmăresc refacerea sănătății solului, menținerea productivității și reducerea riscurilor asupra mediului.

1 Diagnosticarea solului și definirea obiectivelor
- identificarea tipului de degradare
- analiza de sol și evaluarea condițiilor locale
- stabilirea obiectivelor (aprovizionare cu nutrienți, creșterea conținutului de materie organică, îmbunătățirea structurii etc.)

2 Alegerea fertilizantului organic
- în funcție de obiective, starea solului și cultura
- ținând cont de caracteristicile materialului și de disponibilitatea locală
- verificarea calității și a conformării cu cerințele legale

3 Stabilirea dozei de aplicare
- pe baza necesarului culturii și a aportului de nutrienți
- luând în considerare efectul remanent
- adaptarea la condițiile pedoclimatice și la tipul de degradare
- respectarea limitelor legale

4 Tehnologia de aplicare
- perioada optimă
- metoda de aplicare (împrăștiere uniformă, incorporare în sol)
- echipamente adecvate
- respectarea restricțiilor legale și de mediu

5 Integrarea în rotația culturilor
- combinarea cu culturi cu consum diferit de nutrienți
- valorificarea efectului remanent
- includerea culturilor care contribuie la îmbunătățirea structurii solului (de ex. leguminoase, plante tehnice)

6 Monitorizarea și ajustarea
- evaluarea indicatorilor de sol și plante
- analiza evoluției în timp
- ajustarea dozelor pentru aplicările ulterioare
- integrarea rezultatelor într-un plan de fertilizare multianual

5.7 Concluzii

Utilizarea rațională a gunoiului de grajd, compostului și digestatului contribuie la refacerea funcțiilor solului și la creșterea sustenabilității sistemelor agricole, cu condiția aplicării unui management adaptat condițiilor locale.

Beneficii principale
- aprovizionarea cu nutrienți (N, P, K și microelemente)
- creșterea conținutului de materie organică
- îmbunătățirea structurii solului
- creșterea capacității de reținere a apei
- susținerea activității biologice
- creșterea rezilienței la stres climatic
- menținerea productivității și a calității producțiilor

Eficiența depinde de
- calitatea materialului
- doza și modul de aplicare
- starea solului și tipul de degradare
- condițiile pedoclimatice
- tipul culturii și rotația
- respectarea restricțiilor legale

Aspecte de avut în vedere
- riscul de pierderi de azot (levigare, volatilizare)
- acumularea de fosfor în sol
- salinitate (în special la digestat)
- conținutul de metale grele și alți contaminanți
- riscul de transfer în apă, plante și organisme din sol
- respectarea limitelor și a condițiilor legale de aplicare

Management adaptat și multianual
- integrarea fertilizării organice într-o strategie coerentă de management al solului
- utilizarea unui set de indicatori pentru evaluarea eficienței
- ajustarea dozelor pe baza rezultatelor monitorizării
- corelarea cu rotația culturilor și alte practici durabile



6.1 Principii generale pentru protecţia mediului

Utilizarea gunoiului de grajd, compostului şi digestatului contribuie la refacerea sănătăţii solurilor, cu condiţia aplicării unor măsuri care **previn şi reduc riscurile pentru mediu.**

OBIECTIVE PRINCIPALE

- Protejarea calităţii solului, apei şi aerului
- Utilizarea eficientă a resurselor organice
- Integrarea într-un sistem agricol durabil
- Respectarea cerinţelor legislative şi de mediu

PRINCIPII DE BAZĂ

1. **Aplicare pe baza analizelor**
   Decizia se fundamentează pe caracterizarea fertilizantului, diagnosticul solului şi necesarul culturilor.
2. **Doze adaptate şi echilibru al nutrienţilor**
   Se evită aplicarea excesivă şi se ţine cont de efectul remanent.
3. **Momentul şi tehnica aplicării**
   Se aleg perioade şi metode care reduc pierderile de nutrienţi şi emisiile în mediu.
4. **Măsuri de protecţie a zonelor sensibile**
   Se respectă zonele tampon şi restricţiile de aplicare în apropierea apelor de suprafaţă, în zonele vulnerabile şi pe terenurile cu risc crescut de eroziune.
5. **Monitorizare şi ajustare**
   Se verifică periodic efectele asupra solului, apei şi culturilor, iar măsurile se ajustează în funcţie de rezultate.

BENEFICII PENTRU MEDIU ŞI AGRICULTURĂ

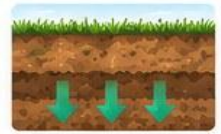
- Soluri mai sănătoase şi mai reziliente
- Reducerea pierderilor de nutrienţi în apă
- Limitarea emisiilor de gaze cu efect de seră (CO_2)
- Conservarea biodiversităţii şi a calităţii peisajului

6.2 Prevenirea şi reducerea poluării cu nitraţi

Măsuri pentru o utilizare sigură şi conformă a fertilizanţilor organici

Fertilizanţii organici conţin azot, care poate fi valorificat de plante, dar şi poate ajunge în apele de suprafaţă şi subterane. Aplicarea corectă **reduce acest risc** şi contribuie la protecţia resurselor de apă.

RISCURI ASOCIATE



Infiltrarea nitraţilor în apele subterane



Scurgerea nitraţilor în apele de suprafaţă



Eutrofizarea lacurilor şi râurilor



Depăşirea limitelor de calitate a apei potabile

MĂSURI ESENŢIALE DE PREVENIRE

1. **Calculul corect al dozelor de azot**
   Se ţine cont de conţinutul de azot al fertilizantului, de necesarul culturii şi de efectul remanent al aplicărilor anterioare.
2. **Momentul optim de aplicare**
   Se aplică în perioadele cu risc redus de levigare, evitând sezonul rece şi perioadele cu precipitaţii abundente.
3. **Tehnica de aplicare**
   Se utilizează metode care limitează pierderile de azot (ex.: încorporare în sol, aplicare cu echipamente adecvate).
4. **Zone tampon şi distanţe de protecţie**
   Se respectă distanţele minime faţă de apele de suprafaţă şi se menţin zonele cu vegetaţie.
5. **Evitarea aplicării în condiţii nefavorabile**
   Nu se aplică pe sol îngheţat, acoperit cu zăpadă, saturat cu apă sau pe terenurile cu pantă mare.
6. **Respectarea cerinţelor legale**
   Se aplică prevederile privind protecţia apelor împotriva poluării cu nitraţi din surse agricole şi se respectă limitele de azot admise în zonele vulnerabile.

REZULTATUL APLICĂRII MĂSURILOR

- Calitate mai bună a apelor de suprafaţă şi subterane
- Valorificarea eficientă a azotului de către plante
- Reducerea riscului de pierderi de nutrienţi
- Conformitate cu cerinţele de mediu

6.3 Prevenirea acumulării excesive de fosfor în sol

Fertiizanții organici pot conține cantități semnificative de fosfor. Aplicarea repetată, fără corelarea cu necesarul culturilor și cu rezervele existente în sol, poate conduce la acumularea excesivă de fosfor, cu riscuri pentru mediu și eficiența utilizării nutrienților.

DE UNDE PROVINE FOSFORUL DIN FERTILIZANȚII ORGANICI?



Gunoi de grajd
Conține fosfor din hrană și așternut



Compost
Conține fosfor din diverse reziduuri organice



Digestat
Poate conține fosfor în concentrații variabile, în funcție de substrat

RISCURI ALE ACUMULĂRII EXCESIVE DE FOSFOR



Creșterea riscului de eutrofizare a apelor de suprafață



Blocarea absorbției altor nutrienți



Dezechilibre nutriționale în sol și plante



Eficiență economică redusă a fertilizării

FACTORI CARE FAVORIZEAZĂ ACUMULAREA FOSFORULUI



Rezerve inițiale ridicate de P în sol



Aplicări repetate de fertilizanți organici bogați în P



Culturi cu necesar mai redus de P



Risc de scurgere de suprafață în zone vulnerabile

MĂSURI PENTRU PREVENIREA ACUMULĂRII EXCESIVE DE FOSFOR

1. **Analiza solului înainte de aplicare**
   Se verifică nivelul de fosfor extractabil (P-AL) și evoluția acestuia în timp.
2. **Caracterizarea materialului organic**
   Se determină conținutul de fosfor al fertilizantului.
3. **Doză fundamentată agronomic**
   Se aplică în funcție de necesarul culturii, de rezervele din sol și de aporturile anterioare.
4. **Măsuri de protecție în zone sensibile**
   Se respectă zonele tampon și se limitează riscul de scurgere de suprafață.
5. **Integrarea în rotația culturilor**
   Se corelează cu culturi cu necesar mai ridicat de fosfor.

REZULTATELE APLICĂRII MĂSURILOR



Menținerea nivelului de fosfor în limite optime



Reducerea riscului de eutrofizare



Utilizarea mai eficientă a nutrienților



Conformitate cu cerințele de mediu

6.4 Prevenirea salinizării solurilor

Fertlizanții organici pot contribui la aportul de săruri solubile și sodiu în sol. Aplicarea necorespunzătoare poate accentua salinizarea, cu efecte negative asupra structurii solului, creșterii plantelor și calității mediului.

SURSE DE SĂRURI ÎN FERTILIZANȚII ORGANICI



Gunoi de grajd
Poate conține săruri solubile și sodiu, în funcție de hrană, așternut și condițiile de gestionare



Compost
Conține săruri în concentrații variabile, în funcție de materialele utilizate și de procesul de compostare



Digestat
Poate avea conductivitate electrică ridicată, în special în forma lichidă, în funcție de substrat și proces

EFECTE ALE SALINIZĂRII ASUPRA SOLULUI ȘI PLANTELOR



FACTORI CARE FAVORIZEAZĂ SALINIZAREA



Climă aridă și evapotranspirație ridicată



Drenaj natural redus și textură fină a solului



Irigare cu apă cu conținut ridicat de săruri



Aplicări repetate de materiale cu conductivitate electrică ridicată



Lipsa precipitațiilor care pot spăla sărurile din profil

MĂSURI PENTRU PREVENIREA SALINIZĂRII

1. **Analiza materialului organic**
   Se determină conductivitatea electrică (CE), conținutul de săruri solubile și sodiu înainte de aplicare.
2. **Evaluarea riscului pe baza analizei solului**
   Se verifică CE, pH, conținutul de sodiu schimbabil și gradul de salinizare existent.
3. **Doze adaptate și aplicări diferențiate**
   Se aplică doze care nu conduc la creșterea semnificativă a conținutului de săruri în sol, în funcție de caracteristicile materialului și ale solului.
4. **Combinarea cu măsuri de ameliorare**
   Se utilizează, acolo unde este posibil, irigare cu apă de calitate, drenaj și lucrări care favorizează spălarea sărurilor.
5. **Monitorizare și ajustare**
   Se urmărește evoluția CE și a sodiului în sol și se ajustează aplicările ulterioare.

REZULTATELE APLICĂRII MĂSURILOR



Menținerea fertilității și a productivității solului



Reducerea riscului de degradare prin salinizare



Conservarea structurii solului



Conformitate cu cerințele de mediu

6.5 Prevenirea introducerii și acumulării contaminanților prin utilizarea fertilizanților organici

Fertilizanții organici pot conține, pe lângă nutrienți, și contaminanți (metale grele, poluanți organici, patogeni) în concentrații variabile. Utilizarea lor trebuie făcută pe baza **caracterizării materialului**, cu respectarea limitelor legale și a **evaluării riscului** de acumulare în sol și transfer în plante.

1. PRINCIPALELE SURSE DE CONTAMINANȚI ÎN FERTILIZANȚII ORGANICI



Gunoi de grajd
- hrana animalelor
- material de așternut
- medicație veterinară
- condiții de depozitare



Compost
- materiale de origine diverse (deșeuri verzi, biodeșeuri)
- impurități (plastic, metal, sticlă)
- contaminanți din materialele de intrare



Digestat
- substrat utilizat
- echipamente și instalații
- co-digestie (dacă este cazul)
- procesul de digestie și stocare

2. CONTAMINANȚI DE INTERES ȘI EFECTELE POTENȚIALE

Metale grele
(Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Ni)
- acumulare în sol
- transfer în plante
- efecte asupra ecosistemelor

Poluanți organici
(PCB, PAH, pesticide)
- persistență în sol
- transfer în lanțul trofic
- risc pentru sănătatea umană și mediu

Patogeni
- risc pentru sănătatea umană și animală
- contaminarea solului, apei și culturilor

Impurități fizice
- plastic, metal, sticlă
- afectarea calității solului și a echipamentelor agricole

3. CARACTERIZAREA FERTILIZANȚILOR ORGANICI

Analize recomandate
(în regim acreditat, acolo unde este posibil)
- ✓ metale grele (Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Ni)
- ✓ poluanți organici (PCB, PAH, pesticide – după caz)
- ✓ indicatori microbiologici
- ✓ conținut de nutrienți (N, P, K)
- ✓ umiditate, materie organică, pH, conductivitate
- ✓ impurități (plastic, metal, sticlă)

Conformitatea cu limitele legale
- Regulamente și norme naționale și europene aplicabile
- Verificarea încadării în limitele pentru utilizare în agricultură
- Respectarea condițiilor impuse prin autorizațiile de mediu

4. EVALUAREA RISCULUI DE ACUMULARE ÎN SOL

Analiza conținuturilor existente în sol
Se iau în considerare nivelurile inițiale de contaminanți.

Calculul încărcării prin fertilizant
Se estimează aportul de contaminanți în funcție de doza și conținutul materialului.

Evaluarea aportului cumulativ
Se ține cont de aplicările repetate și de alte surse de contaminare.

Evaluarea riscului de transfer în plante
Se consideră tipul de cultură, caracteristicile solului și biodisponibilitatea contaminanților.

5. MĂSURI DE PREVENIRE

- Utilizarea doar a materialelor caracterizate și conforme
- Respectarea dozelor recomandate în funcție de analize și de cultură
- Evitarea aplicării repetate nejustificate
- Integrarea în rotația culturilor și în managementul integrat al fermei
- Monitorizarea periodică a solului și a plantelor acolo unde este relevant

6.6 Particularități pentru solurile contaminate cu metale grele

Fertilizanții organici pot influența comportamentul metalelor grele în sol și în plante, prin modificarea reacției solului, creșterea conținutului de materie organică, a capacității de schimb cationic și a proceselor de imobilizare. Efectul depinde de tipul materialului, caracteristicile solului și de concentrațiile inițiale ale metalelor.

1. MECANISME DE ACȚIUNE ALE MATERIEI ORGANICE ASUPRA METALELOR GRELE

Imobilizare
- creșterea pH-ului
- complexare cu substanțe humice și acizi organici
- adsorbție pe particule de materie organică
- formarea de precipitate



Mobilizare
(posibilă în anumite condiții)
- scăderea pH-ului
- formarea de complecși solubili cu compuși organici cu masă moleculară mică
- modificarea condițiilor redox

2. FACTORI CARE INFLUENȚEAZĂ RĂSPUNSUL METALELOR ÎN SOL



Reacția solului (pH)



Conținutul de materie organică și tipul acesteia



Textura și mineralogia solului



Concentrația de cationi competitivi (Ca, Mg, K)



Umiditatea și condițiile redox



Specia de plantă și capacitatea de acumulare

3. EFECTELE FERTILIZANȚILOR ORGANICI PE SOLURI CONTAMINATE

Gunoi de grajd



- poate crește pH-ul și conținutul de materie organică
- poate reduce extractabilitatea unor metale (Cd, Zn, Pb)
- efectul depinde de caracteristicile materialului și ale solului

Compost



- de regulă, cel mai stabil efect de imobilizare
- crește conținutul de materie organică și capacitatea de tamponare
- poate reduce disponibilitatea Cd, Zn, Pb în sol și plante

Digestat



- efect variabil, în funcție de compoziție și conținutul de substanță organică
- poate influența pH-ul și salinitatea
- efect de imobilizare posibil, dar de regulă mai redus decât în cazul compostului

4. LIMITE ȘI PRECAUȚII



Fertilizanții organici nu reprezintă o soluție de remediere a solurilor contaminate.



Se evaluează riscul de introducere a unor contaminanți suplimentari prin materialul aplicat.



Se monitorizează conținutul de metale în plante, mai ales la culturile pentru consum.



Se iau în considerare restricțiile de utilizare a terenurilor în funcție de gradul de contaminare.

5. REZULTATE AȘTEPTATE ALE APLICĂRII FERTILIZANȚILOR ORGANICI



Reducerea extractabilității unor metale în sol (în condiții favorabile)



Scăderea conținutului de metale în plante (în funcție de specie și condiții)



Îmbunătățirea proprietăților solului (pH, materie organică, structură)



Dezvoltarea unei vegetații stabile și reducerea riscurilor de transfer



Utilizare în condiții de siguranță, conform cerințelor legale și de mediu

6.7 Siguranța microbiologică și stabilitatea materialelor

Fertilizanții organici trebuie să fie stabili, maturi și siguri din punct de vedere microbiologic, astfel încât să nu reprezinte un risc pentru sănătatea umană, animale și mediu și să asigure beneficii agronomice. Evaluarea stabilității și a siguranței microbiologice se face în funcție de tipul materialului și de procesul de producere.

TIPURI DE FERTILIZANȚI ORGANICI ȘI CARACTERISTICI RELEVANTE



Gunoi de grajd

- proveniență animală
- conținut ridicat de materie organică
- poate conține microorganisme patogene
- necesită perioadă de stocare și management adecvat



Compost

- materiale de origine diversă (deșeuri verzi, biodeșeuri)
- proces de compostare controlat
- stabil, cu conținut redus de microorganisme patogene
- grad de maturitate verificat



Digestat

- subprodus al digestiei anaerobe
- conținut de materie organică stabilizată
- poate conține microorganisme reziduale
- necesită stocare și condiții adecvate de igienizare și management

PROCESE CARE ASIGURĂ SIGURANȚA MICROBIOLOGICĂ

Colectare și selectare materii prime	Stocare corespunzătoare	Compostare / Digestie anaerobă controlată	Perioadă de maturare și stabilizare	Monitorizare și verificare



RISCURI ÎN CAZUL UNUI MANAGEMENT NECORESPUNZĂTOR

- Transmiterea agenților patogeni la om și animale
- Contaminarea apelor de suprafață și subterane
- Fitotoxicitate și reducerea producțiilor
- Mirosuri neplăcute și emisii în atmosferă
- Atragerea dăunătorilor
- Persistența microorganismelor patogene în sol

BENEFICII ALE UNUI MANAGEMENT CORESPUNZĂTOR

- Materiale sigure pentru sănătate și mediu
- Îmbunătățirea fertilității și a sănătății solului
- Valorificarea sustenabilă a deșeurilor organice
- Reducerea riscurilor de mediu și a costurilor
- Contribuție la economia circulară și agricultura durabilă

PRINCIPALII PARAMETRI DE EVALUAT

STABILITATEA ȘI MATURITATEA MATERIALELOR

- Gradul de descompunere a materiei organice
- Respirația microbiologică (activitatea biologică) — CO_2
- Evoluția temperaturii în procesul de compostare
- Raportul C/N
- Absența fitotoxicității (test de germinare)
- Aspect, miros și structură omogenă

SIGURANȚA MICROBIOLOGICĂ

- Salmonella spp.
- Escherichia coli
- Enterococi intestinali
- Ouă de helminți (Ascaris spp.)
- Alți indicatori, în funcție de destinația utilizării
- Conformitate cu cerințele legale aplicabile

VALORI ORIENTATIVE PENTRU UN MATERIAL STABIL ȘI SIGUR

Parametru	Gunoi de grajd (proaspăt)	Compost (matur)	Digestat (stabilizat)
Raport C/N	10 – 20	10 – 15	6 – 12
Temperatură în proces (°C)	–	> 55 (min. 3 zile)	35 – 55 (digestie anaerobă)
Salmonella spp.	poate fi prezentă	absentă	de regulă absentă
Escherichia coli (UFC/g substanță uscată)	$> 10^3 – 10^6$	$< 10^2 – 10^3$	$< 10^3$
Ouă de helminți (*Ascaris spp.*)	pot fi prezente	absente (< 1 ou/g)	de regulă absente

CONDIȚII DE UTILIZARE ÎN SIGURANȚĂ

1. Utilizarea doar a materialelor conforme, bine stabilizate și verificate microbiologic.
2. Respectarea perioadelor minime de stocare și maturare.
3. Aplicarea la dozele recomandate și în perioadele adecvate.
4. Evitarea aplicării pe sol înghețat, saturat cu apă sau înaintea precipitațiilor abundente.
5. Respectarea zonelor tampon față de ape de suprafață și construcții.
6. Monitorizarea periodică a calității materialelor și a solului, conform cerințelor legale.

6.8 Integrarea în economia circulară

Utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului contribuie la economia circulară prin valorificarea resurselor organice, închiderea ciclurilor de nutrienți și carbon, reducerea deșeurilor și obținerea de beneficii pentru sol, plante, mediu și comunități.

1. CIRCUITUL MATERIALELOR ÎN ECONOMIA CIRCULARĂ

GENERAREA RESURSELOR ORGANICE



- Gunoi de grajd (bovine, ovine, porcine, păsări)
- Resturi vegetale și reziduuri agricole
- Deșeuri din industria agroalimentară
- Deșeuri municipale biodegradabile (separat colectate)
- Subproduse din efluenți (digestat)

COLECTARE ȘI TRANSPORT



- Colectare selectivă
- Transport în condiții de siguranță
- Evitarea amestecului cu deșeuri neconforme
- Trasabilitate

PROCESARE ȘI VALORIFICARE



- Compostare controlată (aerobă)
- Digestie anaerobă (producerea de biogaz)
- Separare și stabilizare
- Îndepărtarea/limitarea contaminanților
- Obținerea unor materiale stabile, sigure și cu calitate agronomică

PRODUSE REZULTATE



Gunoi de grajd (gestionat corespunzător)



Compost



Digestat

APLICARE PE TEREN (RECICLAREA NUTRIENȚILOR)



- Aplicare în doze adaptate culturilor și condițiilor de sol
- Respectarea perioadelor și a zonelor tampon
- Reducerea dependenței de îngrășăminte minerale
- Îmbunătățirea fertilității și sănătății solului
- Creșterea rezilienței sistemelor agricole

Valorificarea deșeurilor organice → **Reciclarea nutrienților și a carbonului** → **Reducerea presiunii asupra resurselor naturale**

2. BENEFICII PENTRU ECONOMIA CIRCULARĂ



Reducerea cantității de deșeuri depozitate



Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră



Sechestrarea carbonului în sol



Reciclarea nutrienților în agroecosisteme



Utilizarea eficientă a resurselor locale



Reducerea costurilor pentru fermieri



Contribuția la tranziția către agricultură durabilă

3. ACTORI IMPLICAȚI



Exploatații agricole (producători)



Unități de procesare (compostare/ digestie anaerobă)

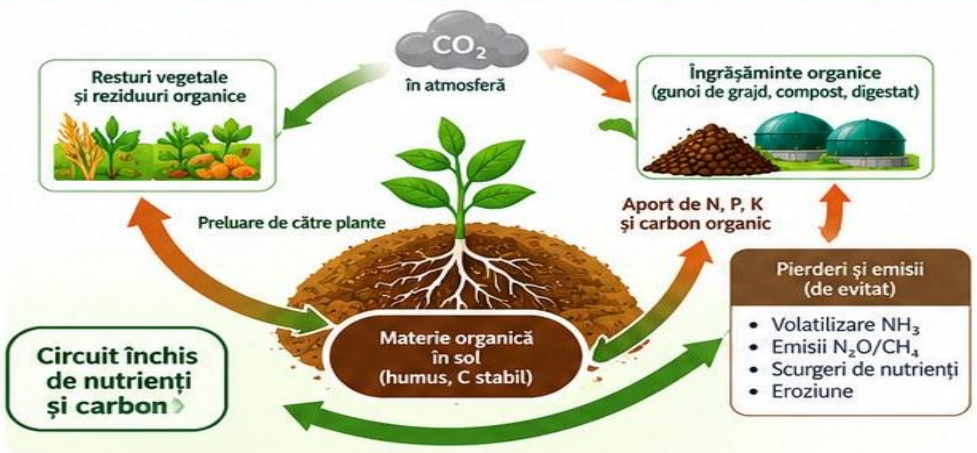


Fermieri (utilizatori)



Autorități și comunități locale

4. FLUXUL NUTRIENȚILOR ȘI AL CARBONULUI



5. CONDIȚII PENTRU O INTEGRARE EFICIENTĂ



Calitate și siguranță a materialelor (conformitate legală)



Trasabilitate (pe tot lanțul)



Tehnologii adecvate de procesare și aplicare



Doze adaptate și perioade corecte de aplicare



Respectarea zonelor sensibile (ape de suprafață și subterane)

6. CONTRIBUȚIA LA OBIECTIVE STRATEGICE



Pactul Ecologic European și Misiunea Soil Deal for Europe



Planul de acțiune pentru economia circulară



Strategiile naționale pentru sol și climă



Obiectivele de Dezvoltare Durabilă (SDG)

7. REZULTATE AȘTEPTATE



Soluri mai fertile și mai sănătoase



Reducerea impactului asupra mediului



Sisteme agricole mai reziliente



Comunități locale mai curate și sănătoase



Valorificarea resurselor și noi oportunități economice



Utilizare sustenabilă a resurselor organice

6.9 Sinteza riscurilor și a măsurilor de control

Utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului prezintă beneficii importante pentru sol, plante și mediu, dar poate fi asociată cu riscuri dacă materialele nu sunt adecvat caracterizate, procesate și aplicate. Tabelul de mai jos sintetizează principalele riscuri identificate și măsurile recomandate de control.

RISC IDENTIFICAT	MĂSURI DE CONTROL	REZULTAT URMĂRIT
 **Introducerea și acumularea metalelor grele** Conținuturi ridicate în materialele organice și transfer în sol și plante.	• Caracterizarea materialelor • Respectarea limitelor legale • Calculul încărcării cumulative • Monitorizarea periodică a solului	• Prevenirea contaminării solului • Menținerea calității produselor agricole • Protecția sănătății umane și a mediului
 **Poluanți organici (POP, pesticide, hidrocarburi)** Prezența în materialele de origine diverse și transfer în sol, plante, ape și lanțul trofic.	• Identificarea surselor potențiale • Analize specifice • Utilizarea doar a materialelor conforme • Trasabilitate	• Reducerea riscului de transfer • Utilizarea sigură a fertilizanților organici • Protecția ecosistemelor
 **Riscuri microbiologice și patogeni** Prezența microorganismelor patogene (*Salmonella* spp., *E. coli*, enterococi, ouă de helminți).	• Procese de compostare/digestie controlate • Respectarea temperaturilor și a timpilor de procesare • Perioade minime de stocare și maturare	• Reducerea încărcăturii microbiologice • Utilizare sigură în agricultură • Protecția sănătății umane și a animalelor
 **Exces de nutrienți (N, P, K)** Risc de pierderi prin levigare, scurgeri de suprafață și emisii gazoase.	• Doze adaptate nevoilor culturilor • Integrarea în rotația culturilor • Respectarea perioadelor optime de aplicare • Monitorizarea conținutului de nutrienți în sol și plante	• Utilizare eficientă a nutrienților • Reducerea pierderilor în mediu • Menținerea fertilității solului
 **Dezechilibre în proprietățile solului** Posibile efecte asupra pH-ului, salinității, structurii și conținutului de substanță organică.	• Aplicare la doze recomandate • Monitorizarea pH-ului, EC și a conținutului de materie organică • Combinarea cu amendamente, unde este necesar	• Menținerea unei reacții adecvate a solului • Îmbunătățirea structurii și stabilității agregatelor • Creșterea rezilienței la degradare
 **Poluarea apelor de suprafață și subterane** Pierderi de nutrienți, metale grele și poluanți organici.	• Evitarea aplicării pe soluri înghețate sau saturate cu apă • Respectarea zonelor tampon față de ape • Implementarea bunelor practici agricole	• Reducerea transferului de poluanți în apele de suprafață și subterane • Protecția ecosistemelor acvatice • Conformitatea cu cerințele de mediu
 **Emisii de gaze cu efect de seră (NH_3, N_2O, CH_4)** În timpul stocării, procesării și după aplicare.	• Stocare adecvată • Tehnologii de procesare (compostare, digestie anaerobă) • Încorporare în sol după aplicare • Doze adaptate și aplicare la momentul optim	• Reducerea emisiilor de GES • Valorificarea potențialului de sechestrare a carbonului în sol • Contribuție la atenuarea schimbărilor climatice
 **Degradarea solului prin utilizare necorespunzătoare** Compactare, dezechillbre nutritive, contaminare secundară.	• Planificarea aplicării • Evitarea traficului intens pe sol umed • Integrarea în sisteme agricole conservative • Monitorizare pe termen lung	• Menținerea funcțiilor ecosistemice ale solului • Productivitate agricolă sustenabilă • Reducerea riscului de degradare

6.10 Concluzii

Utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului reprezintă o soluție eficientă pentru refacerea sănătății solurilor degradate, creșterea fertilității și susținerea unei agriculturi sustenabile, cu condiția respectării criteriilor de calitate, a dozelor recomandate și a bunelor practici de management.

1. PRINCIPALELE CONCLUZII



Îmbunătățirea fertilității solului

- creșterea conținutului de materie organică și a rezervei de nutrienți
- ameliorarea structurii și stabilității agregatelor
- creșterea capacității de reținere a apei și a rezilienței la degradare



Efecte pozitive asupra plantelor și productivității

- aprovizionare echilibrată cu macro- și microelemente
- îmbunătățirea dezvoltării și a calității producțiilor
- reducerea dependenței de îngrășăminte minerale



Beneficii pentru mediu

- valorificarea resurselor organice
- reducerea deșeurilor
- contribuție la sechestrarea carbonului în sol
- reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, prin management adecvat



Utilizare sigură, cu riscuri controlate

- verificarea conținutului de contaminanți (metale grele, poluanți organici, patogeni)
- respectarea limitelor legale
- doze adaptate și perioade optime de aplicare
- monitorizarea continuă a solului și plantelor



Integrarea în economia circulară

- închiderea ciclurilor de nutrienți și carbon
- valorificarea subproduselor agricole și agroindustriale
- reducerea presiunii asupra resurselor naturale
- contribuție la o agricultură durabilă



Necesitatea unui management integrat

- integrarea în rotația culturilor
- combinarea cu atte practici de management durabil al solului
- adaptarea la condițiile pedoclimatice și la caracteristicile materialelor
- respectarea principiului precauției pe soluri sensibile sau contaminate

2. MESAJ CHEIE



Fertilizanții organici sunt o resursă valoroasă pentru sol, plante și mediu, dar beneficiile lor pe termen lung se obțin numai prin **utilizare responsabilă**, pe baza caracterizării materialelor, a **evaluării riscurilor** și a integrării într-un sistem agricol durabil, în acord cu principiile **economiei circulare**.



3. PERSPECTIVE



Monitorizare pe termen lung
a efectelor asupra solului, plantelor și mediului



Optimizarea tehnologiilor de procesare
pentru creșterea calității și siguranței materialelor



Adaptarea recomandărilor
la diferite tipuri de sol, culturi și condiții pedoclimatice



Contribuție la obiectivele europene și naționale
privind sănătatea solului, clima și utilizarea eficientă a resurselor naturale

7. Monitorizarea eficienței măsurilor de refacere a sănătății solurilor degradate

7.1 Obiectivele monitorizării

Monitorizarea permite evaluarea răspunsului solului, plantelor și mediului la aplicarea măsurilor de refacere, verificarea eficienței acestora și ajustarea lor în timp, în vederea menținerii sănătății solului și a sustenabilității agriculturii.

Evaluarea eficienței măsurilor aplicate
- urmărește evoluția indicatorilor de sănătate a solului
- evidențiază efectele asupra fertilității, structurii și biodiversității solului
- permite compararea cu starea inițială și cu obiectivele stabilite

Urmărirea evoluției pe termen mediu și lung
- identifică tendințele de îmbunătățire sau stagnare
- evidențiază efectele reziduale ale fertilizanților organici
- permite adaptarea dozelor și a frecvenței de aplicare

Prevenirea riscurilor de mediu și sănătate
- verifică menținerea concentrațiilor de contaminanți în limitele legale
- identifică potențialele transferuri în plante, ape de suprafață și subterane
- asigură utilizarea în condiții de siguranță a materialelor organice

Fundamentarea deciziilor de management
- oferă informații pentru ajustarea practicilor agricole
- sprijină planificarea rotației culturilor și a dozelor de nutrienți
- contribuie la atingerea obiectivelor naționale și europene privind solul, clima și economia circulară

Comunicarea rezultatelor către părțile interesate
- furnizează informații transparente și relevante pentru fermieri, producători, autorități și public
- susține recunoașterea beneficiilor utilizării fertilizanților organici
- contribuie la încrederea în practicile sustenabile

7.2 Principiile monitorizării

Monitorizarea se bazează pe un set de principii care asigură obținerea unor date relevante, comparabile și utile pentru evaluarea corectă a efectelor fertilizanților organici asupra sănătății solului și a mediului.

1 Relevanță
- se selectează indicatori în funcție de tipul de degradare a solului și de obiectivele urmărite
- se urmăresc parametrii sensibili la măsurile aplicate

2 Comparabilitate
- se utilizează metode și unități de măsură standardizate
- se mențin aceleași condiții de prelevare, analiză și raportare în timp

3 Reprezentativitate
- se realizează un plan adecvat de eșantionare după tipul de degradare și utilizarea terenului
- se includ puncte martor, acolo unde este posibil

4 Frecvență adecvată
- se stabilesc perioade de monitorizare în funcție de dinamica proceselor din sol și de cultură
- se recomandă evaluări anuale sau la 2–3 ani pentru indicatorii cu variație lentă

5 Abordare integrată
- se analizează în mod integrat proprietățile fizice, chimice și biologice ale solului
- se corelează rezultatele de sol cu cele din plante, ape și, după caz, emisii

6 Interpretare în context
- se ține cont de tipul de degradare, condițiile pedoclimatice și istoricul terenului
- se compară rezultatele cu valorile de referință, limitele legale și obiectivele asumate

CICLUL MONITORIZĂRII



CATEGORII DE INDICATORI FOLOSIȚI ÎN MONITORIZARE

Proprietăți fizice
- structură și stabilitatea agregatelor
- densitate aparentă
- porozitate
- infiltrația apei
- capacitatea de reținere a apei

Proprietăți chimice
- pH
- conținut de materie organică / carbon organic
- rezerve de nutrienți (N, P, K)
- metale grele și alți contaminanți
- conductivitate electrică

Proprietăți biologice
- activitatea biologică a solului
- biomasa microbiană
- diversitatea funcțională
- activitatea enzimatică
- nematofaună (după caz)

Indici la nivel de plantă
- producție și calitate
- conținut de nutrienți
- conținut de metale grele (după caz)
- parametri de creștere și dezvoltare

7.3 Indicatorii utilizați pentru monitorizare

Monitorizarea se realizează pe baza unui set de indicatori care reflectă starea solului, disponibilitatea și dinamică nutrienților, prezența eventualilor contaminanți, răspunsul plantelor și evoluția proceselor biologice.

1. PROPRIETĂȚI FIZICE



- structura și stabilitatea agregatelor
- densitatea aparentă
- porozitatea
- infiltrația apei
- capacitatea de reținere a apei
- conductivitatea electrică (salinitate)

2. PROPRIETĂȚI CHIMICE



- pH
- conținut de materie organică
- carbon organic (Corg)
- rezerve de nutrienți (N total, N-NO_3, N-NH_4, P-AL, K-AL)
- macroelemente (Ca, Mg)
- microelemente (Zn, Cu, Mn, Fe)
- metale grele (Cd, Pb, Cr, Zn, Cu, Ni) – dacă este cazul

3. PROPRIETĂȚI BIOLOGICE



- activitatea biologică a solului (respirația microbiană)
- biomasa microbiană
- diversitatea funcțională a microorganismelor
- activitatea enzimatică
- nematofaună / faună edafică (dacă este cazul)

4. INDICI LA NIVEL DE PLANTĂ



- producție și calitate
- conținut de nutrienți (N, P, K, Ca, Mg, microelemente)
- conținut de metale grele (dacă este cazul)
- parametri de creștere și dezvoltare
- starea fitosanitară

5. CALITATEA MEDIULUI



- calitatea apei de suprafață și subterane (acolo unde este relevant)
- pierderi de nutrienți (levigare, scurgeri)
- emisii de gaze cu efect de seră (NH_3, N_2O, CH_4) – dacă este cazul
- evoluția biodiversității

6. INDICI INTEGRAȚI



- indicatori sintetici ai sănătății solului
- indicele de aprovizionare cu nutrienți
- indicatori ai riscului de poluare (dacă este cazul)
- indicatori de eficiență a utilizării resurselor organice

RELAȚIA DINTRE INDICATORI ȘI OBIECTIVE



7.4 Setul minim și setul extins de indicatori

Alegerea setului de indicatori se face în funcție de obiectivele monitorizării, tipul de degradare a solului, tipul de material organic utilizat și resursele disponibile. Setul minim permite o evaluare de bază a evoluției solului, iar setul extins oferă o caracterizare detaliată a proceselor și a efectelor asupra mediului.

CATEGORIA DE INDICATORI	SET MINIM (recomandat)	SET EXTINS (recomandat)
Proprietăți fizice	• textură (dacă se cunoaște) • densitate aparentă • infiltrația apei (după caz)	• structura și stabilitatea agregatelor • porozitate totală • capacitatea de reținere a apei • conductivitatea electrică
Proprietăți chimice	• pH • materie organică • N total sau N-NO_3 (în funcție de obiectiv) • P-AL • K-AL	• pH, materie organică și carbon organic • N total, N-NO_3, N-NH_4 • P-AL, K-AL • Ca, Mg • microelemente (Zn, Cu, Mn, Fe) • metale grele (Cd, Pb, Cr, Zn, Cu, Ni) – dacă este cazul
Proprietăți biologice	• respirația microbiană (sau biomasa microbiană)	• respirația și biomasa microbiană • activitatea enzimatică • diversitatea funcțională a microorganismelor • nematofaună / faună edafică (după caz)
Indici la nivel de plantă	• producția • conținut de nutrienți (N, P, K)	• producție și calitate • conținut de macro- și microelemente • conținut de metale grele (dacă este cazul) • parametri de creștere și dezvoltare • starea fitosanitară
Calitatea mediului	• calitatea apei de suprafață (după caz)	• calitatea apei de suprafață și subterane • pierderi de nutrienți (levigare, scurgeri) • emisii de gaze cu efect de seră (NH_3, N_2O, CH_4) • biodiversitate (după caz)
Indici integrați	• indicele de aprovizionare cu nutrienți	• indicatori sintetici ai sănătății solului • indicatori ai riscului de poluare (după caz) • indicatori de eficiență a utilizării resurselor organice

UTILIZAREA SETURILOR DE INDICATORI ÎN FUNCȚIE DE SCOP

Monitorizare curentă (la nivel de fermă)

- set minim
- aplicare periodică
- evaluarea tendințelor
- ajustarea dozelor și a practicilor de management

Monitorizare detaliată (studii și proiecte de cercetare)

- set extins
- frecvență mai mare
- evaluarea proceselor și a efectelor pe termen lung
- fundamentarea recomandărilor

Monitorizare în zone cu risc (sensibile sau contaminate)

- set extins (cu accent pe contaminanți)
- includerea calității apei și a emisiilor
- corelarea cu condițiile pedoclimatice și tipul de degradare
- verificarea conformității cu cerințele legale

7.5 Monitorizarea diferențiată în funcție de tipul de degradare a solului

Setul de indicatori, frecvența determinărilor și interpretarea rezultatelor se adaptează în funcție de tipul de degradare a solului și de obiectivele specifice ale măsurilor de refacere.

Tip de degradare a solului	Obiective specifice de monitorizare	Indicatori relevanți	Frecvența recomandată	Aspecte specifice de monitorizare și interpretare
Scăderea conținutului de materie organică și a rezervelor de nutrienți 	• creșterea conținutului de materie organică și a stabilității agregatelor • îmbunătățirea aprovizionării cu nutrienți (N, P, K) • creșterea capacității de retenție a apei și a rezilienței solului	 • materie organică / carbon organic • N total, N mineral (NO_3^-, NH_4^+) • P-AL • K-AL • structura agregatelor (stabilitate) • densitate aparentă	**anual** (la recoltare) **la 2–3 ani** pentru indicatorii cu variație lentă	• se urmărește tendința de creștere a conținutului de materie organică • evaluarea acumulării de nutrienți în sol • corelarea cu producțiile obținute, rotația culturilor și dozele aplicate de îngrășăminte organice
Eroziune hidrică și/sau eoliană 	• stabilizarea structurii și a agregatelor • creșterea acoperirii cu vegetație • reducerea pierderilor de nutrienți prin scurgere și levigare	 • structura și stabilitatea agregatelor • densitate aparentă • infiltrația apei • conținut de materie organică • N, P, K (riscul de pierderi)	**anual** (după recoltare) **la 2–3 ani** pentru indicatorii fizici	• se monitorizează eficiența măsurilor de conservare a solului (lucrări minime, benzi înierbate, culturi de acoperire) • se evaluează reducerea pierderilor de nutrienți și îmbunătățirea structurii
Compactare 	• reducerea densității aparente și a rezistenței mecanice la pătrundere • creșterea porozității și a infiltrării apei • îmbunătățirea dezvoltării sistemului radicular	 • densitate aparentă • porozitate totală • rezistența la penetrare • infiltrația apei • conținut de materie organică	**anual** **la 2–3 ani** pentru indicatorii fizici	• se monitorizează efectul rotației culturilor, al lucrărilor minime și al aplicării îngrășămintelor organice • se evaluează îmbunătățirea condițiilor pentru dezvoltarea rădăcinilor
Acidificare 	• creșterea și menținerea pH-ului în interval optim • îmbunătățirea disponibilității nutrienților • reducerea mobilității metalelor grele	 • pH • materie organică • P-AL, K-AL • metale grele (dacă este cazul) • producția culturilor	**anual** (după recoltare)	• se monitorizează efectul amendamentelor și al fertilizării organice asupra pH-ului • se evaluează disponibilitatea nutrienților și reducerea mobilității metalelor grele
Salinizare / sodizare 	• reducerea conținutului de săruri solubile • îmbunătățirea structurii solului • creșterea infiltrării apei și a drenajului	 • conductivitate electrică (EC) • conținut de săruri solubile • pH (în cazul sodizării) • structură și porozitate • producția și starea fitosanitară a culturilor	**anual** în zonele afectate și după intervenții (stabilirea ritmului pe baza rezultatelor)	• se monitorizează evoluția EC și a conținutului de săruri în timp • se evaluează eficiența măsurilor de ameliorare (drenaj, amendamente, fertilizare organică)
Contaminare cu metale grele 	• reducerea mobilității metalelor grele • stabilizarea conținutului total în sol • prevenirea transferului în plante și în apă • evaluarea riscului pentru sănătatea umană și mediu	 • conținut total și forme mobile (Cd, Pb, Cr, Zn, Cu, Ni) • pH, materie organică • P-AL (influențează mobilitatea) • producția și conținutul în plante (după caz)	**anual** **la 2–3 ani** (metale totale)	• se urmărește tendința de stabilizare/reducere a mobilității metalelor grele • se evaluează eficiența măsurilor de fitostabilizare/ remediere și prevenirea transferului în lanțul trofic • se respectă limitele legale și utilizarea terenului conform destinației
Poluare cu contaminanți organici (pesticide, PCB, PAH, TPH) 	• reducerea conținutului de contaminanți organici în sol • evaluarea riscului de transfer în plante • menținerea funcțiilor ecosistemice ale solului	 • conținut de contaminanți organici (după caz) • materie organică / carbon organic • activitatea microbiologică • producția și conținutul în plante (după caz)	**la 1–2 ani** (în funcție de tipul de contaminant)	• se aplică metode specifice de analiză • se corelează rezultatele cu tipul de degradare și cu practicile de management aplicate • se monitorizează eficiența măsurilor de remediere și valorificare a biomasei vegetale (după caz)

7.7 Ajustarea măsurilor pe baza rezultatelor monitorizării
Evaluarea modificărilor indicatorilor și interpretarea rezultatelor

Rezultatele monitorizării permit evaluarea progresului către obiectivele stabilite și ajustarea măsurilor de refacere a sănătății solului. Ajustarea se face diferențiat, în funcție de indicatorii care nu ating valorile țintă și de particularitățile fiecărui tip de degradare.

1. Evaluarea modificărilor absolute și relative ale indicatorilor

Modificările indicatorilor se calculează pentru fiecare tratament și an de monitorizare, raportat la valorile inițiale (anul 1) sau la martor.

Modificarea absolută (Δ)

$$\Delta = \text{Valoare}_n - \text{Valoare}_i$$

Valoare_n – valoarea în anul n (după aplicarea îngrășământului organic)

Valoare_i – valoarea inițială (sau valoarea martor, după caz)

Modificarea relativă (%)

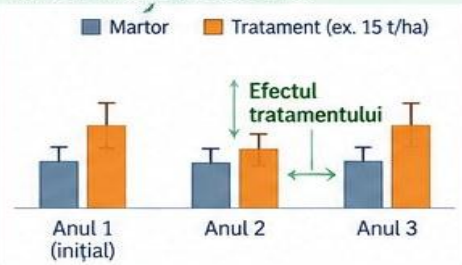
$$\Delta\% = \left(\frac{\text{Valoare}_n - \text{Valoare}_i}{\text{Valoare}_i}\right) \times 100$$

$\Delta\% > 0$ – creștere față de valoarea inițială
$\Delta\% < 0$ – scădere față de valoarea inițială
$\Delta\% = 0$ – fără modificări

2. Comparația cu martorul și evaluarea efectului tratamentului

Pentru a evidenția efectul aplicării îngrășămintelor organice, se compară evoluția indicatorilor la tratamente cu cea a martorului (fără fertilizare).

Modificarea față de martor



Aspecte de luat în considerare

- Separarea efectului tratamentului de variațiile naturale ale indicatorilor în timp
- Analiza tendinței pe întreaga perioadă de monitorizare (efect imediat și remanent)
- Utilizarea rezultatelor statistice (ANOVA, test Tukey) pentru confirmarea diferențelor semnificative
- Analiza fiecărui indicator în contextul specific al amplasamentului și tipului de degradare

3. Interpretarea evoluției indicatorilor și identificarea necesității ajustării

Evoluție favorabilă

- creșterea conținutului de materie organică
- sporirea rezervei de azot
- menținerea sau creșterea fosforului și potasiului mobil
- îmbunătățirea capacității de reținere a apei

Se menține doza și se continuă monitorizarea

Evoluție stabilă

- variații mici ale indicatorilor
- menținerea valorilor în intervalul țintă
- fără riscuri de poluare

Se menține doza sau se aplică ajustări minore în funcție de obiective

Evoluție insuficientă

- indicatorii nu ating valorile țintă
- efecte reduse sau doar pe termen scurt
- persistența unor limitări (sărăcie în nutrienți, conținut scăzut de materie organică)

Se crește doza și/sau se combină cu alte măsuri de management

Riscuri identificate

- creșterea excesivă a conținutului de metale grele sau a altor poluanți
- acumularea de nitrați în afara intervalului optim
- creșterea salinității
- dezechilibre între nutrienți (ex. raporturi N/P/K)

Se reduce doza și/sau se aplică măsuri complementare de gestionare a riscurilor

4. Criterii pentru decizia de ajustare a dozelor și a altor măsuri

Indicator	Situații care pot necesita ajustare	Tip de ajustare posibilă
MO (Corg)	• creștere insuficientă • menținere sub valoarea țintă • scădere față de anul precedent	• creșterea dozei • combinarea cu alte amendamente (ex. mulci, resturi vegetale)
N (N total)	• fără creștere semnificativă • valori sub intervalul optim • riscuri de levigare (nitrați crescuți)	• creșterea dozei • ajustarea momentului de aplicare • combinarea cu culturi de acoperire
P (P-AL)	• valori sub intervalul optim • scădere în timp • blocare în sol (pH ridicat, carbonat)	• creșterea dozei • combinarea cu amendamente • utilizarea unor surse cu disponibilitate mai mare
K (K-AL)	• valori sub intervalul optim • scădere în timp (culturi exigente)	• creșterea dozei • combinarea cu alte surse potasice
Zn (Zn-DTPA)	• valori sub intervalul optim • tendință de scădere	• creșterea dozei • combinarea cu amendamente organice
Alți indicatori	• pH, conductivitate, densitate aparentă • metale grele, poluanți organici	• adaptarea dozei • măsuri specifice pentru reducerea riscurilor (fitostabilizare, fitoextragere, amendamente)

5. Etapele procesului de ajustare pe baza monitorizării

Analiza rezultatelor
- evoluția fiecărui indicator
- comparația cu martorul
- identificarea tendințelor

→ **Identificarea necesității ajustării**
- indicatori sub valorile țintă
- riscuri potențiale
- oportunități de optimizare

→ **Stabilirea măsurilor**
- ajustarea dozelor
- măsuri complementare
- adaptarea lucrărilor agrotehnice

→ **Implementare**
- aplicarea măsurilor ajustate
- monitorizarea în anul următor
- documentarea rezultatelor

→ **Evaluarea eficienței**
- compararea cu obiectivele
- decizia de menținere, reajustare sau modificare a strategiei

7.8 Ajustarea măsurilor pe baza rezultatelor monitorizării
Schema decizională pentru adaptarea intervențiilor

Rezultatele monitorizării sunt utilizate pentru a decide menținerea, ajustarea sau schimbarea măsurilor de refacere a sănătății solului, în funcție de tendințele observate și de obiectivele stabilite.

1 Rezultatele monitorizării

Analiza evoluției indicatorilor față de valorile inițiale și față de martor



Indicatori analizați:

- proprietăți fizico-chimice (pH, MO, N, P, K, microelemente)
- metale grele
- alți indicatori relevanți (conductivitate, carbon, parametri biologici, după caz)

2 Identificarea abaterilor

Comparația rezultatelor cu valorile țintă și interpretarea tendințelor



Tipuri de abateri:

- valori sub țintă (efect insuficient)
- valori peste țintă (risc potențial)
- tendință descrescătoare sau staționară
- lipsa progresului după perioada așteptată

3 Evaluarea cauzelor

Analiza factorilor care pot explica abaterile identificate



Cauze posibile:

- doză insuficientă sau excesivă
- caracteristicile materialului organic aplicat
- condiții pedoclimatice (n precipitații, temperatură)
- tipul culturii și extracția de nutrienți
- particularitățile solului (tip de degradare)
- interacțiuni cu alți factori (amendamente, irigare, lucrări)

4 Ajustarea măsurilor

Selectarea și implementarea intervențiilor adecvate



Opțiuni de ajustare:

- modificarea dozei de îngrășământ organic
- schimbarea tipului de material (gunoi de grajd, compost, digestat)
- combinarea cu alte amendamente (var, materiale calcaroase)
- integrarea măsurilor agrotehnice (rotația culturilor, culturi de acoperire)
- lucrări minime ale solului
- ajustarea irigației
- măsuri specifice pentru reducerea mobilității metalelor grele (fitostabilizare, plante tolerante)

5 Verificarea eficienței

Continuarea monitorizării pentru evaluarea răspunsului la ajustările realizate



Rezultat așteptat:

- îmbunătățirea indicatorilor spre valorile țintă
- stabilizarea sau creștreea efectelor pozitive
- reducerea riscurilor de poluare
- menținerea sustenabilității producției agricole

Decizia de ajustare în funcție de rezultatele monitorizării

Indicatorii ating sau depășesc valorile țintă



➡ **Se menține doza și se continuă monitorizarea**

Progres către valorile țintă, dar fără atingerea lor



➡ **Se menține strategia sau se aplică ajustări minore** (ex. ușoară creștere a dozei)

Progres redus sau staționar



➡ **Se ajustează măsurile** (ex. creșterea dozei, combinarea cu alte amendamente, lucrări agrotehnice)

Depășirea valorilor de siguranță (risc de poluare)



➡ **Se reduc dozele** și/sau se aplică măsuri complementare (ex. amendamente, plante tolerante, restricții de utilizare)

Lipsa efectului sau efect negativ



➡ **Se reanalizează strategia** (tip de material, doză, condiții de aplicare) și se implementează alte măsuri

Continuarea monitorizării
(în conformitate cu frecvențele stabilite)

7.9 Programul de monitorizare
Indicatori, frecvență, perioade și modalități de evaluare

Programul de monitorizare permite urmărirea evoluției indicatorilor în timp, evaluarea eficienței măsurilor aplicate și fundamentarea deciziilor de menținere, ajustare sau schimbare a intervențiilor. Frecvența și indicatorii monitorizați se stabilesc în funcție de tipul de degradare, de obiectivele stabilite și de particularitățile amplasamentului.

1. Obiectivele monitorizării

- evaluarea tendințelor de evoluție a indicatorilor de sol
- verificarea eficienței îngrășămintelor organice
- identificarea eventualelor riscuri de poluare
- ajustarea măsurilor de management
- documentarea îmbunătățiri sănătății solului și a producțiilor agricole

2. Indicatori recomandați

Proprietăți generale	pH, conductivitate, densitate aparentă, textură (după caz)
Materie organică	carbon organic, humus
Aprovizionare cu nutrienți	N total, $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$, P-AL, K-AL
Microelemente	Zn-DTPA, Cu-DTPA (și alte elemente, după caz)
Contaminanți	metale grele (Cd, Zn, Pb, Cu, Cr), alți poluanți (după caz)
Parametri biologici (după caz)	activitatea microbiologică, biomasa/ respirația solului, indicatori de fertilitate

3. Frecvența monitorizării

Tip de amplasament / utilizare	Frecvență recomandată	Perioada de eșantionare
Terenuri agricole	anual	după recoltare
Terenuri cu efect remanent urmărit	anual (minim 3 ani)	aceeași perioadă în fiecare an
Sisteme de producție intensă (legume, plante tehnice)	de 2 ori pe an	după recoltare și după aplicare (primăvară)
Terenuri contaminate în proces de remediere	anual sau la 2 ani	în funcție de obiectivele de remediere
Monitorizarea plantelor	anual	la recoltare (pentru conținutul de metale grele și nutrienți)

4. Etapele procesului de monitorizare

Planificarea
- stabilirea obiectivelor și a indicatorilor
- definirea frecvenței și a perioadelor de eșantionare

Eșantionarea
- conform standardelor utilizate în laborator
- menținerea aceleiași metodologii pe întreaga perioadă

Analiza
- metode acreditate/ validate
- asigurarea comparabilității datelor în timp

Interpretarea
- evaluarea tendințelor
- comparrea cu valorile de referință, cu martorul și cu obiectivele stabilite

Raportarea
- centralizarea rezultatelor
- recomandări pentru menținerea sau ajustarea măsurilor

7.10 Valorificarea rezultatelor monitorizării
De la rezultate la decizii și bune practici

Rezultatele monitorizării reprezintă baza pentru evaluarea eficienței măsurilor aplicate, ajustarea intervențiilor și promovarea celor mai bune practici. Valorificarea acestor rezultate contribuie la menținerea sau îmbunătățirea sănătății solului, la creșterea sustenabilității producțiilor agricole și la reducerea riscurilor de poluare.

1. Modalități de valorificare a rezultatelor

La nivel de fermă
- optimizarea dozelor de îngrășăminte organice
- planificarea culturilor și a rotațiilor
- îmbunătățirea managementului solului
- creșterea eficienței utilizării nutrienților

La nivel de amplasament contaminat
- evaluarea progresului lucrărilor de remediere
- ajustarea măsurilor de fitoextragere/ fitostabilizare
- identificarea riscurilor reziduale
- stabilirea momentului trecere la etapa următoare

La nivel de politici și administrare
- fundamentarea deciziilor privind utilizarea terenurilor
- elaborarea ghidurilor de bune practici
- stabilirea priorităților de intervenție
- raportarea progresului către autorități

În comunicarea și transferul de cunoștințe
- informarea fermierilor și a altor utilizatori de teren
- diseminarea rezultatelor către parteneri și public
- dezvoltarea de materiale tehnice și ghiduri
- susținerea formării și a schimbului de experiență

2. De la rezultate la acțiune – fluxul de valorificare

Rezultatele monitorizării
- date privind evoluția indicatorilor
- tendințe și abateri de la valorile țintă

Evaluarea și interpretarea
- compararea cu obiectivele stabilite
- identificarea efectelor pozitive și a riscurilor

Decizia
- menținerea măsurilor
- ajustarea dozelor și a tehnologiilor
- implementarea unor măsuri complementare

Implementarea
- aplicarea măsurilor decise
- adaptarea lucrărilor agrotehnice
- integrarea în planul de management

Beneficii
- îmbunătățirea sănătății solului
- creșterea sustenabilității producțiilor
- reducerea riscurilor de poluare

3. Exemple de bune practici rezultate din monitorizare

Optimizarea fertilizării organice
- ajustarea dozelor în funcție de evoluția rezervei de nutrienți
- combinarea îngrășămintelor organice cu alte amendamente (var, materiale calcaroase)
- integrarea în rotația culturilor

Managementul riscurilor de poluare
- monitorizarea conținutului de metale grele în sol și plante
- adoptarea măsurilor de fitostabilizare sau fitoextragere, după caz
- aplicarea de măsuri pentru reducerea mobilității metalelor grele (materie organică, pH optim, amendamente)

Creșterea rezilienței și sustenabilității
- creșterea conținutului de materie organică și a activității biologice
- îmbunătățirea structurii și a capacității de reținere a apei
- diversificarea culturilor și integrarea culturilor de acoperire
- utilizarea rezultatelor pentru accesarea schemelor de sprijin și certificări

8.1 Utilizări recomandate ale îngrășămintelor organice în funcție de tipul de degradare a solului

Selecția tipului de îngrășământ organic se face în funcție de tipul de degradare a solului, de obiectivele de ameliorare și de caracteristicile materialului disponibil. Fiecare tip de îngrășământ are efecte specifice asupra proprietăților solului și poate fi utilizat în condiții diferite, conform recomandărilor de mai jos.

Tipul de degradare a solului	Caracteristici principale	Gunoi de grajd	Compost	Digestat
 **Scăderea conținutului de materie organică**	• conținut redus de humus • structură instabilă • capacitate scăzută de reținere a apei	✓✓ **Utilizare prioritară**	✓✓ **Utilizare prioritară**	✓ Utilizare recomandată
 **Compactare**	• densitate aparentă ridicată porozitate redusă • infiltrare și aerare slabă	✓✓ **Utilizare prioritară**	✓✓ **Utilizare prioritară**	✓ Utilizare condiționată
 **Eroziune**	• pierderea stratului superficial conținut redus de materie organică • scăderea stabilității agregatelor	✓✓ **Utilizare prioritară**	✓✓ **Utilizare prioritară**	✓ Utilizare recomandată
 **Acidifiere**	• pH scăzut saturație redusă în baze • disponibilitate scăzută a nutrienților	✓ Utilizare recomandată	✓✓ **Utilizare prioritară**	✓ Utilizare condiționată (în funcție de pH)
 **Dezechilibre nutriționale**	• conținut scăzut de N, P, K raporturi dezechilibrate • capacitate scăzută de aprovizionare cu nutrienți	✓ Utilizare recomandată	✓ Utilizare recomandată	✓✓ **Utilizare prioritară**
 **Contaminare cu metale grele**	• conținut crescut de Cd, Zn, Pb, Cu, Cr risc de mobilitate a metalelor • afectarea funcțiilor ecosistemice	✓ Utilizare condiționată (fitostabilizare)	✓✓ **Utilizare prioritară** (fitostabilizare)	✓ Utilizare condiționată (după evaluare)
 **Salinizare (sodizare)**	• conductivitate electrică ridicată • conținut mare de săruri solubile • structură degradată	✓ Utilizare condiționată	✓ Utilizare condiționată	⊖ Nu se recomandă decât după evaluare specifică

8.2 Criterii de selecție, precauții și limitări de utilizare

Alegerea tipului de îngrășământ organic trebuie să țină seama de caracteristicile materialului, de obiectivele de ameliorare a solului, de condițiile locale și de eventualele limitări de utilizare. Integrarea în sistemul de cultură și respectarea bunelor practici contribue la creșterea eficienței și la menținerea sustenabilității mediului.

Gunoi de grajd



Puncte forte

- conținut ridicat de materie organică
- aport echilibrat de nutrienți
- efecte pozitive asupra structurii solului
- îmbunătățește capacitatea de reținere a apei

Precauții și limitări

- variație mare a compoziției
- risc de contaminare microbiologică
- emisii de gazei cu efect de seră (la gestionare necorespunzătoare)
- necesită perioadă de stabilizare și condiții adecvate de depozitare

Utilizări recomandate

- soluri cu conținut scăzut de materie organică
- soluri compactate, erodate
- sisteme agricole convenționale și ecologice
- aplicații de bază, înainte de semănat

Compost



Puncte forte

- conținut ridbăl de materie organică
- îmbunătățește structura solului
- crește stabilitatea agregatelor
- reduce mobilitatea metalelor grele
- eliberare treptată a nutrienților

Precauții și limitări

- conținut mai redus de azot comparativ cu gunoiul de grajd
- necesită materii prime corespunzătoare și procesare controlată
- calitatea depinde de originea materialelor

Utilizări recomandate

- soluri degradate prin pierderea materiei organice
- soluri acide
- soluri contaminate cu metale grele (fitostabilizare)
- sisteme agricole convenționale și ecologice

Digestat



Puncte forte

- conținut ridicat de azot în forme ușor disponibile
- aport de P, K și microelemente
- crește aprovizionarea cu nutrienți
- valorifică deșeuri organice și sprijină economia circulară

Precauții și limitări

- conținut redus de materie organică stabilă
- risc de pierderi de azot prin volatilizare
- posibil conținut crescut de săruri
- necesită aplicare la momentul optim și încorporare în sol

Utilizări recomandate

- soluri cu dezechilibre nutriționale
- culturi cu cerințe ridicate de azot
- soluri cu conținut scăzut de materie organică (în combinație cu alte surse)
- utilizare condiționată pe soluri acide, contaminate sau cu risc de salinizare

Criterii suplimentare pentru selecția și utilizarea îngrășămintelor organice

Caracteristicile materialului

- conținut de nutrienți
- conținut de materie organică
- umiditate
- metale grele și alți poluanți
- stabilitate/higienizare

Obiectivele de ameliorare a solului

- creșterea conținutului de humus
- îmbunătățirea structurii solului
- aprovizionarea cu nutrienți
- reducerea riscurilor de poluare
- menținerea productivității

Condițiile locale

- tipul de degradare a solului
- condiții pedoclimatice
- tipul culturii și rotația
- sistemul de irigare
- riscuri specifice amplasamentului

Respectarea legislației și a bunelor practici

- respectarea limitelor pentru metale grele
- respectarea cerințelor privind aplicarea
- evidența și trasabilitatea materialului
- utilizarea doar a materialelor conforme

Integrarea în sistemul agricol

- combinarea cu alte amendamente (var, materiale calcaroase)
- integrarea în rotația culturilor
- lucrări minime ale solului
- gestionarea resturilor vegetale
- adaptarea dozelor în funcție de răspunsul culturilor și rezultatele monitorizării

8.3 Recomandări diferențiate pentru gunoiul de grajd, compost și digestat

Caracteristici, roluri principale, condiții de utilizare și precauții specifice

Fiecare tip de îngrășământ organic are caracteristici specifice care determină modul de utilizare, dozele recomandate și precauțiile necesare. Alegerea se face în funcție de obiectivele de ameliorare a solului, de caracteristicile materialului disponibil și de condițiile locale.

Gunoi de grajd

Material organic cu eliberare treptată a nutrienților și efecte de lungă durată



Caracteristici principale

- material organic brut, neprocesat
- conținut variabil de apă și nutrienți
- aport de substanță organică stabilă
- conținut de macro- și microelemente
- relație C/N relativ ridicată (din cauza așternutului)

Roluri principale în sol

- creșterea conținutului de materie organică și humus
- îmbunătățirea structurii și a capacității de reținere a apei
- aport de nutrienți cu eliberare treptată
- stimularea activității biologice a solului

Condiții de utilizare

- bine fermentat, provenit de la animale sănătoase
- fără contaminanți (metale grele, poluanți organici, patogeni)
- caracterizare prealabilă (umiditate, N, P, K, C organic, eventual metale grele)
- aplicare pe soluri cu necesar de materie organică
- încorporare în sol după aplicare

Precauții specifice

- risc de contaminare microbiologică dacă este proaspăt
- posibile pierderi de azot prin volatilizare
- conținut variabil de nutrienți – necesită analiză
- evitarea aplicării pe soluri înghețate, saturate cu apă sau înainte de ploi abundente
- respectarea perioadelor de interdicție prevăzute de legislația în vigoare

Compost

Material stabilizat, cu efecte de ameliorare a solului și aport echilibrat de nutrienți



Caracteristici principale

- material organic stabilizat prin compostare
- conținut ridicat de substanță organică stabilă (humus)
- conținut moderat de nutrienți, cu eliberare lentă
- structură omogenă, higienizat
- raport C/N scăzut comparativ cu gunoiul de grajd

Roluri principale în sol

- creșterea conținutului de humus stabil
- îmbunătățirea structurii și a agregării solului
- creșterea capacității de reținere a apei și de schimb cationic
- aport de nutrienți pe termen mediu și lung
- stimularea activității biologice a solului

Condiții de utilizare

- compost matur, stabil din punct de vedere biologic
- respectarea criteriilor de calitate (fizico-chimice și microbiologice)
- analiza conținutului de nutrienți și, după caz, a metalelor grele
- aplicare pe soluri degradate, cu conținut scăzut de materie organică sau cu structură instabilă
- încorporare în sol

Precauții specifice

- calitate variabilă în funcție de materia primă
- posibil conținut ridicat de săruri în unele composturi (ex. din deșeuri verzi, reziduuri agroindustriale)
- necesitatea verificării conținutului de metale grele și a altor poluanți, după caz
- evitarea aplicării pe soluri cu risc de salinizare
- respectarea limitelor prevăzute de legislația în vigoare

Digestat

Material cu conținut ridicat de azot și efect rapid asupra aprovizionării cu nutrienți



Caracteristici principale

- material rezultant din digestia anaerobă
- conținut ridicat de azot, predominant în formă amoniacală
- conținut de fosfor și potasiu variabil
- conținut redus de materie organică stabilă
- formă lichidă sau semilichidă, ușor dispersabil

Roluri principale în sol

- aprovizionare rapidă cu azot
- aport de fosfor și potasiu
- contribuție la creșterea activității biologice
- efect pozitiv asupra structurii solului (în funcție de materii prime)
- valorificarea eficientă a reziduurilor organice

Condiții de utilizare

- caracterizare prealabilă (N total, N-NH_4, P, K, substanță uscată, metale grele, eventual poluanți organici)
- aplicare în perioadele cu cerere de azot a culturilor
- sisteme de distribuire adecvate (injectare, încorporare rapidă)
- evitarea aplicării pe soluri înghețate, saturate cu apă sau înainte de ploi abundente
- respectarea distanțelor față de cursurile de apă și a perioadelor de interdicție

Precauții specifice

- risc de pierderi de azot prin volatilizare (NH_3)
- posibil conținut ridicat de săruri
- necesitatea utilizării echipamentelor adecvate de aplicare
- miros specific – aplicare în condiții corespunzătoare
- respectarea limitelor privind utilizarea pe terenuri agricole conform legislației în vigoare

Elemente comune pentru utilizarea îngrășămintelor organice

Analiza materialului

- conținut de apă/substanță uscată
- N, P, K, C organic
- metale grele (după caz)
- parametri microbiologici (după caz)
- alți parametri relevanți (săruri, pH)

Alegerea dozei

- în funcție de necesarul culturii și de starea solului
- pe baza conținutului de nutrienți al materialului
- adaptarea la tipul de degradare a solului
- fără depășirea limitelor prevăzute de legislația în vigoare

Aplicarea în teren

- moment optim în funcție de cultură
- încorporare în sol (unde este posibil)
- utilizarea echipamentelor adecvate
- respectarea condițiilor pedoclimatice
- evitarea aplicării pe soluri înghețate, saturate cu apă sau înainte de ploi

Monitorizarea efectelor

- indicatori de sol (proprietăți fizico-chimice, materie organică, nutrienți)
- indicatori de plantă (producție, conținut de nutrienți)
- urmărirea eventualelor acumulări de poluanți
- evaluarea tendințelor în timp
- ajustarea dozelor în funcție de rezultate

Respectarea legislației

- limite pentru metale grele și alți poluanți
- perioade și condiții de aplicare
- distanțe față de cursurile de apă
- utilizarea pe terenuri agricole
- alte cerințe specifice în funcție de tipul de material și de amplasament

8.4 – 8.7 De la evaluarea solului la decizia de aplicare a îngrășămintelor organice

Doze, frecvență, situații cu restricții, soluri contaminate și decizia practică

Alegerea, doza și frecvența aplicării îngrășămintelor organice se stabilesc în funcție de caracteristicile solului și ale materialului, tipul de cultură, obiectivele de ameliorare, riscurile de mediu și efectele remanente ale aplicărilor anterioare.

1 Evaluarea inițială a amplasamentului



Analiza solului
(pH, conținut de materie organică, aprovizionare cu nutrienți, alte proprietăți relevante)

Tipul de degradare a solului
(conform capitolului 5)

Condiții pedoclimatice
(textură, drenaj, risc de eroziune, regim de umiditate)

Istoricul terenului
(culturi anterioare, aplicări anterioare de îngrășăminte organice sau minerale)

2 Caracterizarea materialului



Gunoi de grajd



Compost



Digestat

Analiza materialului
(conținut de apă, N, P, K, carbon organic, metale grele – după caz, alți parametri relevanți)

Calitatea și stabilitatea materialului
(maturitate, grad de igienizare – după caz)

Încadrarea în cerințele legale
(conform legislației privind utilizarea în agricultură)

Disponibilitatea și condițiile de aplicare
(transport, echipamente, perioadă de aplicare)

3 Stabilirea dozei și a frecvenței



Doza de aplicare
se stabilește în funcție de:
- obiectivele de ameliorare a solului
- aprovizionarea cu nutrienți
- caracteristicile materialului
- tipul culturii și potențialul de producție

Frecvența aplicării
- se ia în considerare durata efectelor remanente observate prin monitorizare
- reaplicarea se face în funcție de evoluția indicatorilor de sol și de necesarul culturii

Integrarea cu alte surse de nutrienți
- combinarea, după caz, cu îngrășăminte minerale sau alte amendamente
- respectarea balanței de nutrienți la nivel de fermă

4 Verificarea limitărilor

Situații în care utilizarea trebuie limitată sau evitată (după caz):
- soluri cu risc de salinizare
- soluri cu niveluri ridicate de metale grele sau alți poluanți
- condiții pedoclimatice nefavorabile (ex. soluri saturate cu apă, risc de scurgere)
- aplicare înainte de precipitații abundente
- terenuri în pantă cu risc de eroziune
- restricții legale specifice

Soluri contaminate
- aplicarea nu trebuie să conducă la creșterea mobilității poluanților
- se utilizează doar după evaluarea riscului și în condiții controlate
- se respectă limitările prevăzute de legislația în vigoare

5 Decizia practică

Se analizează în mod integrat informațiile privind:
- starea solului
- caracteristicile materialului și disponibilitatea
- tipul de cultură și obiectivele de producție
- efectele remanente ale aplicărilor anterioare
- riscurile îe mediu și restricțiile aplicabile

Se stabilește una dintre opțiunile de aplicare:
- Aplicare justificată
- Aplicare condiționată
- Neaplicare

Aplicare justificată

Când toate condițiile sunt îndeplinite



Se aplică doza stabilită iar reaplicarea se decide pe baza monitorizării.

Rezultate așteptate:
- creșterea conținutului de materie organică
- îmbunătățirea structurii și a capacității de retenție a apei
- aprovizionarea cu nutrienți
- creșterea productivității culturilor
- reducerea riscurilor de poluare

Aplicare condiționată

Când există factori limitativi care necesită măsuri suplimentare



Se aplică doza redusă și/sau se implementează măsuri complementare.

Măsuri posibile:
- aplicarea unei doze mai mici
- combinarea cu alte amendamente
- adaptarea perioadei de aplicare
- lucrări agrotehnice de reducere a riscurilor (ex. încorporare în sol, benzi tampon, lucrări minime)
- monitorizare mai frecventă a indicatorilor de sol și, după caz, a calității apei

Neaplicare

Când riscurile depășesc beneficiile



Nu se aplică îngrășăminte organice sau aplicarea se amână până la îndeplinirea condițiilor.

Situații frecvente:
- soluri contaminate cu metale grele peste limitele admise pentru utilizarea agricolă
- risc ridicat de salinizare
- condiții de sol sau climă care favorizează pierderile de nutrienți
- nerealizarea condițiilor legale de utilizare
- alte situații prevăzute de legislația în vigoare

8.8 – 8.10 De la rezultate la recomandări finale

Contribuția experimentelor, efectele observate și mesajele cheie pentru o utilizare sustenabilă

Utilizarea gunoiului de grajd, compostului și digestatului contribuie la refacerea sănătății solului, creșterea fertilității și menținerea sustenabilității mediului, atunci când este realizată în mod corect, în funcție de caracteristicile solului, materialului și de obiectivele de producție.

8.8 Rezultatele experimentale – contribuții relevante

Efectele aplicării îngrășămintelor organice asupra principalilor indicatori ai sănătății solului și asupra producțiilor culturilor

Experimente în câmp

INMA (București)

Compost și digestat (2024–2026)



Porumb 2024 | Floarea-soarelui 2025 | Grâu 2026

- creșterea rezervelor de nutrienți (în special N și K)
- menținerea sau îmbunătățirea pH-ului
- îmbunătățirea conținutului de materie organică
- efecte remanente asupra indicatorilor de sol și a producțiilor
- răspunsuri diferențiate în funcție de cultură și de tipul de material organic

SCDA Secuieni

Gunoi de grajd (2024–2026)



- creșterea conținutului de materie organică și a rezervelor de nutrienți
- efecte pozitive asupra structurii solului
- creșterea producțiilor culturilor
- efecte remanente evidențiate în anul al treilea (grâu)
- confirmarea rolului gunoiului de grajd în refacerea fertilității solurilor degradate

Experimente în condiții protejate – Hala Model Sol ICPA

Sol contaminat cu metale grele – compost și digestat (2024 porumb, 2025 craițe)



- îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice ale solului
- creșterea aprovizionării cu nutrienți (N, P, K)
- reducerea biodisponibilității metalelor grele în plante
- dezvoltarea plantelor și producție de biomasă crescută
- confirmarea potențialului de utilizare a fertilizanților organici în strategii de fitostabilizare/fitomanagement

Mesajele cheie din rezultatele experimentale

- Îngrășămintele organice îmbunătățesc indicatorii de sănătate a solului.
- Efectele sunt dependente de tipul de material, doză, cultură și condițiile solului.
- Există efecte remanente, care pot contribui la reducerea necesarului de fertilizare.
- Utilizarea corectă contribuie la creșterea productivității și la reducerea riscurilor de poluare.

8.9 Recomandări finale pentru utilizarea sustenabilă a îngrășămintelor organice

Principii, condiții și bune practici pentru refacerea sănătății solului și menținerea sustenabilității mediului

1 Utilizare în funcție de obiective

- stabilirea obiectivelor de ameliorare a solului și de producție
- integrarea în planul de fertilizare al fermei
- adaptarea la tipul de degradare a solului și la condițiile locale

2 Analiza solului și a materialului

- caracterizarea solului (proprietăți fizico-chimice, nutrienți, eventuali poluanți)
- caracterizarea îngrășământului organic (conținut de nutrienți, umiditate, metale grele, stabilitate)
- utilizarea rezultatelor pentru stabilirea dozei și a modului de aplicare

3 Doze adecvate și frecvență realistă

- aplicarea dozelor în funcție de necesarul culturii și de starea solului
- considerarea efectelor remanente
- reaplicarea doar atunci când este justificată de monitorizare

4 Integrarea cu alte măsuri agrotehnice

- rotația culturilor și culturi de acoperire
- lucrări minime și menținerea structurii solului
- management eficient al apei
- utilizarea combinată cu amendamente (var, materiale calcaroase) acolo unde este necesar

5 Prevenirea riscurilor de poluare

- respectarea limitelor legale pentru metale grele și alți poluanți
- evitarea aplicării pe soluri cu risc de salinizare sau în condiții pedoclimatice nefavorabile
- aplicarea în perioade adecvate și pe terenuri în pantă cu măsuri de protecție
- monitorizarea periodică a indicatorilor de sol și a calității apelor

6 Contribuția la economia circulară

- valorificarea în agricultură a subproduselor organice
- reducerea dependenței de îngrășăminte minerale
- creșterea conținutului de carbon în sol
- integrarea în sisteme agricole durabile și reziliente

8.10 Concluzii generale

Utilizarea îngrășămintelor organice reprezintă o soluție eficientă pentru refacerea sănătății solurilor degradate și pentru menținerea sustenabilității mediului, cu condiția respectării recomandărilor de utilizare și a limitelor de siguranță.

Îmbunătățirea sănătății solului

- creșterea conținutului de materie organică
- îmbunătățirea aprovizionării cu nutrienți
- stimularea activității biologice
- ameliorarea structurii și a capacității de reținere a apei

Creșterea productivității agricole

- răspunsuri pozitive ale producțiilor culturilor
- efecte remanente care pot reduce necesarul de fertilizare minerală

Protecția mediului

- reducerea riscurilor de poluare
- valorificarea subproduselor organice
- contribuția la economia circulară

Respectarea limitelor și a condițiilor de utilizare

- analiza prealabilă a solului și a materialului
- evitarea utilizării în situații cu risc ridicat (salinizare, contaminare cu metale grele peste limitele admise)
- respectarea legislației în vigoare

Necesitatea monitorizării

- urmărirea evoluției indicatorilor de sol
- evaluarea efectelor pe termen mediu și lung
- ajustarea măsurilor în funcție de rezultate

Aplicarea corectă, în funcție de condițiile locale și de obiectivele de ameliorare, permite valorificarea potențialului îngrășămintelor organice pentru soluri sănătoase, producții stabile și un mediu mai curat.