

O SCHIȚĂ DE SISTEMATIZARE A DOMENIULUI EVALUĂRII TERENURILOR¹

AN OUTLINE OF SYSTEMATIZATION OF THE DOMAIN OF LAND EVALUATION

V. Vlad

Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București

Summary

The developments of land evaluation and its uses and the complexity of problems and methods used in this domain have led to non-systemic and non-unitary approaches of concepts and terminology. Based on an analysis of (and with references to) a large number of existing approaches and methods of land evaluation, the paper outlines a systematization of the domain: the name and scope of the domain, the object of evaluation (the "land-use system"), types of evaluation from different points of view (scope, factors considered, evaluation precision, land unit scale, land use definition, evaluation purpose), the suitability, types of evaluation criteria, types of measures of evaluation criteria and suitability and types of evaluation methods from different points of view (generality/specificity, precision, evaluation technique/model).

Key words: *land evaluation, land suitability, land evaluation classification, land evaluation criteria, land evaluation methods, land use planning, land management.*

1. Introducere.

Evaluarea terenurilor este activitatea esențială, centrală, a managementului terenurilor, un domeniu de o importanță majoră crescândă în ultimul timp în lume, dar și în țara noastră - mai ales în condițiile relativ noi ale economiei de piață și ale eforturilor de integrare în Uniunea Europeană. Probleme ca eficientizarea utilizării terenurilor, utilizarea durabilă, producția agricolă insuficientă sau, dimpotrivă, supraproducția, restructurarea proprietăților de teren (exploatațiilor), utilizarea terenurilor marginale, cerințe noi de produse agricole, cererile de teren pentru urbanizare, industrializare, transporturi sau recreare, creșterea poluării și degradării terenurilor, utilizarea terenurilor recuperate din diferite stări și altele – nu pot fi rezolvate eficient fără o evaluare corespunzătoare, cu metode științifice, a performanțelor și comportării terenurilor în cazul diferitelor utilizări sau opțiuni specifice. Utilizările evaluării terenurilor (planificarea utilizării terenurilor, managementul tehnologic al terenurilor, precum și arbitrarea și aplicarea legislației privind terenurile) au devenit tot mai complexe, ceea ce a condus la abordări multiple, la rândul lor din ce în ce mai complexe (Bouma,1989; van Diepen ș.c.,1991; Davidson,1992; FAO,1993a; Natarajan și Dent, 1993; Rossiter,1994; FAO/ITC/WAU, 1994; Vlad,1997a,b; USDA,2000; Garcia-Paredes ș.c.,2000; etc.). Această creștere a complexității a condus și la o abordare neunitară și nesistemică a conceptelor și terminologiei folosite, uneori creând posibilități de confuzii. În lucrarea de față se prezintă o propunere de sistematizare a conceptelor și terminologiei domeniului evaluării terenurilor în acord cu acumulările din ultimul timp pe plan internațional. Această sistematizare permite alegerea corectă a metodelor de evaluare adecvate unor scopuri date.

2. Cu privire la denumirea domeniului evaluării terenurilor

Denumirea de "evaluarea terenurilor" (în engl. "land evaluation") a fost propusă în 1950 de W.C. Visser și reluată în 1968 de către G.A. Stewart, termenul fiind consacrat definitiv de către FAO prin metodologia cadru din 1976 (FAO,1976; van Diepen ș.c.,1991). În decursul timpului, domeniul evaluării terenurilor a fost denumit cu foarte multe alte sintagme: clasificarea terenurilor, bonitarea terenurilor/solurilor, clasificarea pretabilității (capabilității) terenurilor, interpretarea sau aplicarea studiilor pedologice, clasificarea favorabilității terenurilor/solurilor,

¹ Publicată în *Știința Solului*, București, vol.XXXIV, 2000, nr.2, pp.143-162.

aprecierea (în engl. "assessment") productivității, aprecierea (în engl. "appraisal") terenului sau a resurselor de teren, clasificarea locului (în engl. "site"), evaluarea calității locului, judecarea (în engl. "judging") terenurilor, evaluarea resurselor de teren, evaluarea solului, graduarea (ierarhizarea) solurilor (în engl. "soil rating"), graduarea productivității/potențialului solului, clasificarea interpretativă a solurilor, etc. În Germania se folosesc denumirile "Bodenschätzung" și "Bodenbonitierrung" cu sensul de estimarea/bonitarea performanțelor tehnice ale solului (terenului), precum și "Bodenbewertung" cu sensul de evaluare valorică (Miclea,1995), iar în Franța se folosesc denumirile: "l'évaluation des terres/sols" (evaluarea terenurilor/solurilor), "l'évaluation des aptitudes/vocation des terres/sols" (evaluarea favorabilității terenurilor/solurilor), sau "l'évaluation des potentialités des terres/sols" (evaluarea potențialului terenurilor/solurilor) (Girard,1992; Delsert,1993; Binauld,1994).

În țara noastră, de asemenea, s-au folosit și se folosesc diferite denumiri pentru domeniul analizat, respectiv pentru subdomenii ale acestuia: bonitarea terenurilor, evaluarea terenurilor, clasificarea terenurilor, evaluarea fertilității solurilor, evaluarea calității solurilor/terenurilor, evaluarea favorabilității terenurilor și evaluarea pretabilității terenurilor. Pentru evaluarea terenurilor în scopul fundamentării impozitării (taxărilor) sau a unor valori de referință se mai folosesc termenii "bonitare cadastrală" (IGFCOT/ICPA,1981; Mihăilă ș.c.,1995), "estimațiuni cadastrale" sau "estimarea terenurilor" (Miclea,1995).

Diversele denumiri - având înțelesuri mai mult sau mai puțin apropiate - au fost date din diferite motive, referindu-se deseori numai la anumite aspecte ale domeniului, intenționând să sublinieze un aspect nou sau un concept vechi sub alt nume, sau fiind numai o simplă problemă de limbaj. Uneori, aceasta a dus, însă, la unele confuzii de concepte.

Denumirea de "evaluarea terenurilor", așa cum am arătat, a devenit consacrată pe plan internațional, este mai cuprinzătoare, respectiv mai adecvată ariei de cuprindere a domeniului, așa cum este acceptată aceasta în general pe plan internațional și cum o vom preciza în continuare și, în consecință, este necesară consacrarea acestei denumiri și în țara noastră.

3. Definiția și aria de cuprindere a domeniului evaluării terenurilor

Propunem următoarea definiție a domeniului: **Evaluarea terenurilor** se ocupă cu aprecierea performanțelor terenurilor pentru utilizări în scopuri specifice, implicând compararea între terenuri pentru o utilizare dată și/sau compararea variantelor de utilizare pentru un teren dat și incluzând sau nu considerații socio-economice și de durabilitate.

În 1968, Stewart (citată de van Diepen ș.c.,1991) definea domeniul evaluării terenurilor ca fiind "aprecierea favorabilității terenurilor pentru utilizarea sa de către om în domeniul agriculturii, silviculturii, construcțiilor (în engl. "engineering"), hidrologiei, planificării regionale, recreării, etc.". Rossiter (1994) dă o definiție mai explicativă: Evaluarea terenurilor se ocupă cu "tehnicile analitice ce pot fi folosite pentru a descrie utilizările terenurilor, pentru a prognoza răspunsul terenurilor la acestea atât în termeni fizici cât și economici, precum și pentru a optimiza utilizarea terenurilor în condițiile unor obiective și restricții multiple."

Este de remarcat că definițiile anterioare includ în domeniu atât evaluarea din punctul de vedere al factorilor intrinseci ai terenului cât și din punctul de vedere al aspectelor socio-economice. Aspectele socio-economice sunt avute în vedere total sau parțial, direct sau indirect de către majoritatea lucrărilor din domeniu (FAO; USDA; USBR; Smit ș.c.,1984; etc.).

Foarte multe lucrări folosesc definiția FAO (1976) fără diferențe esențiale. De exemplu, în loc de termenul "performanțe" se folosesc termenii "favorabilitate" (Ferguson ș.c.,1990; van Lanen,1991; Driessen și Konijn,1992; USDA,1993), pretabilitate (capabilitate) (USDA,1961; ICPA,1987), calitate (van Horn ș.c.,1989; Ferguson ș.c.,1990), potențial (ICPA,1987; van Diepen ș.c.,1991; MacDonald și Brklacich,1992; USDA,1993). Beck (1978), Smit ș.c. (1984) și USDA (1993), pe lângă alți termeni, folosesc și termenul de "performanțe".

Considerăm termenul “performanțe” mai adecvat în definiția evaluării terenurilor, fiind mai cuprinzător, nereducându-se numai la capacitatea de producție, cum de multe ori în mod greșit se subînțelege în cazul potențialului, favorabilității, etc. (În general în practică este necesar ca evaluarea terenurilor să se efectueze în raport cu performanțe - respectiv obiective și restricții - multiple). Propunem termenul de “**favorabilitate**” (în sens larg; FAO,1976) a fi folosit pentru măsura globală a performanțelor terenurilor în raport cu utilizările specifice. Cu această definiție, de exemplu, “pretabilitatea” / “capability” reprezintă favorabilitatea rezultată din evaluarea calitativă (în clase) generală (globală) a terenurilor în raport cu limitările lor pentru diferite tipuri de utilizare - conform metodelor corespunzătoare ICPA (1987) / USDA (1961).

Privind **aria de cuprindere a domeniului evaluării terenurilor**, în ultimul timp se remarcă o lărgire a acesteia:

(i) FAO (1976) prin conceptele și principiile adoptate, acceptate ulterior de majoritatea lucrărilor, precizează necesitatea luării în considerare la evaluarea terenurilor a încă două categorii de aspecte (față de accepțiunea tradițională):

a) aspectele tehnologice - în definirea concretă a utilizărilor față de care se face evaluarea;

b) aspectele de conservare a resurselor de teren și de mediu pentru utilizarea lor ulterioară.

În ultimul timp cea de-a doua categorie de aspecte, respectiv utilizarea durabilă a terenurilor, a căpătat o importanță tot mai mare, completându-se cu noi principii și concepte (FAO,1993b).

(ii) O altă latură importantă inclusă, în principiu, în domeniul evaluării terenurilor este cea care se referă la favorabilitatea (pretabilitatea) lor pentru diferite lucrări agropedoameliorative și de îmbunătățiri funciare (USBR,1953; USDA,1961,1993; Riquier ș.c.,1970; ICPA,1987; Teaci,1980; Florea ș.c.,1989; USDA,1993; Canarache,1993). De asemenea, un alt aspect inclus în domeniul evaluării terenurilor este acela de clasificare a terenurilor în raport cu managementul culturilor/terenurilor *la nivel de fermă* (USDA,1961; FAO,1983; Florea ș.c.,1989; van Lanen,1991; USDA,1993; Canarache,1993; FAO/ITC/WAU,1994) - nu numai la nivel teritorial, cum se subînțelege deseori, cu referire la planificarea utilizării terenurilor, la lucrările de organizarea teritoriului sau la proiectele de îmbunătățiri funciare.

Menționăm că USDA (1993) consideră foarte importantă clasificarea solurilor (terenurilor) în “*grupuri de management*” (care necesită tipuri similare de practici pentru a obține performanțe acceptabile de utilizare), incluzând aici și folosirea metodei LCC de clasificare după pretabilitate (USDA,1961) și a metodei FCC de clasificare după fertilitate (Sanchez ș.c.,1982), precum și altele. Dezvoltări deosebite în această direcție au fost efectuate și în România (ICPA,1987; Teaci,1980; Florea ș.c.,1989; Canarache,1993; etc.).

(iii) McRae și Burnham (1981) citați de Smit ș.c.(1984), ICPA (1987), Dumanski și Onofrei (1989), USDA (1993) folosesc o accepțiune mai largă a domeniului evaluării terenurilor și anume ca fiind interpretarea studiilor pedologice (în sens de de clasificare a terenurilor) în raport cu diferite scopuri specifice.

(iv) Rossiter (1994), Smit ș.c. (1984), Dumanski și Onofrei (1989), van Diepen ș.c. (1991), FAO (1993ab), FAO/ITC/WAU (1994) și alții relevă aspectul evaluării multicriteriale multi-obiectiv a terenurilor (deseori, pe lângă productivitatea terenurilor, trebuie considerate simultan și alte obiective – de regulă conflictuale – ca de exemplu: eficiența economică, vulnerabilitatea la riscuri, variabilitatea, stabilitatea, viabilitatea/echitatea socială, durabilitatea, etc.).

(v) La noi în țară, când se folosește termenul de bonitare se subînțelege de regulă evaluarea tehnică fără aspecte economice a potențialului productiv agricol al terenurilor în termeni relativi prin note de bonitare (Teaci,1966,1970,1980; ICPA,1978,1987; Miclea,1995). De asemenea, există și accepțiunea largă a domeniului evaluării terenurilor, aceea de interpretare a studiilor pedologice, respectiv de clasificare a terenurilor pentru diferite scopuri specifice (ICPA,1987).

Conform celor de mai sus, vom considera că *domeniul evaluării terenurilor cuprinde: evaluarea tehnică (în termeni fizici), economică, socială și de durabilitate; evaluarea privind lucrările*

agropedoameliorative și de îmbunătățiri funciare; aspectele tehnologice ale utilizărilor terenurilor; evaluarea privind managementul la nivel de fermă; evaluări multicriteriale multiobiectiv; în general – orice interpretare a studiilor (pedologice, etc.) privind terenurile pentru a le clasifica (ierarhiza) în raport cu performanțele lor pentru diferite scopuri specifice.

4. Obiectul evaluării - Sistemul "teren-utilizare"

Conform definiției evaluării terenurilor, rezultă că unitatea de lucru obiect al acestei activități este binomul teren-utilizare. Capacitatea de producție a terenului, de exemplu, nu variază proporțional și în același fel cu toate caracteristicile utilizării (parametrii tehnologici de cultură) și deci nu putem să o definim independent de aceasta. Este nevoie să analizăm de fiecare dată întregul ansamblu teren-utilizare ca un tot unitar (FAO,1976). Teaci (1966,1970,1980) utilizează în acest sens noțiunile de “ofertă” a terenului și respectiv “cerere” a utilizării (plantei). Pentru analizarea și tratarea problematicilor domeniului evaluării terenurilor este utilă abordarea sistemică, respectiv considerarea binomului teren-utilizare ca un sistem, pe care îl vom numi "**Sistemul Teren-Utilizare**", definit ca în *Figura 1* (Vlad,1997a).

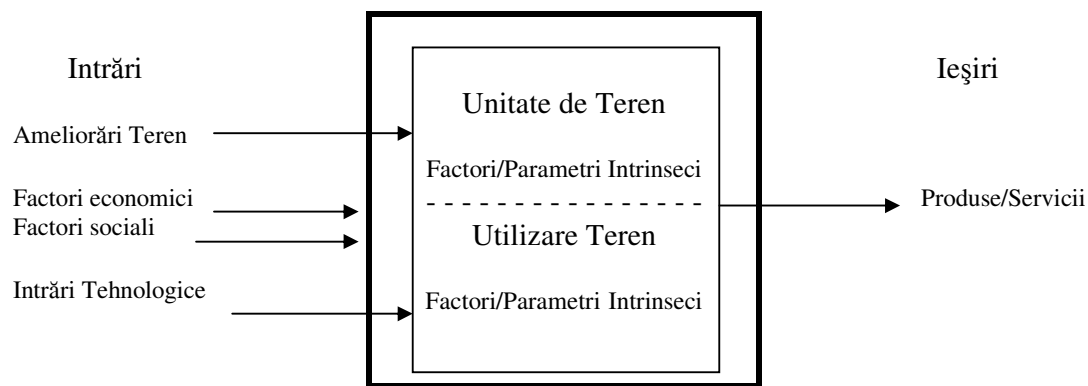


Figura 1. Schema Sistemului Teren-Utilizare
[Modificare după FAO (1983), Dent și Young (1981) și Beek (1978)]

Terenul se consideră că include *toți factorii intrinseci* (de sol, relief, climă, hidrologie și alți factori de mediu) care exercită o influență semnificativă asupra utilizărilor. **Unitatea de Teren (UT)** este porțiunea de teren considerată relativ omogenă (cu parametri relevanți având valori relativ constante pe întreaga suprafață) din punctul de vedere al utilizărilor prezente sau viitoare și la nivelul de detaliere pentru care se face evaluarea. Teaci (1970,1980) și ICPA (1978,1987) numesc unitatea de teren “teritoriu ecologic omogen” (TEO). Evaluarea se poate efectua și la nivel de *unitate de teren compusă (complexă)* care conține părți aparținând unor *unități de teren simple* diferite și care este evaluată ca un întreg (din cauza dificultăților de a o descompune în unități simple, ca de exemplu în cazul evaluărilor la scări mici). O unitatea de teren se poate regăsi spațial-geografic, într-un teritoriu dat, în mai multe zone contigue spațial-cartografic, pe care le vom numi *areale*. O unitate de teren se definește printr-un set de caracteristici/parametri.

Utilizarea terenului este un concept general prin care se înțelege orice fel de activitate umană (agricolă sau neagricolă) permanentă sau ciclică, relativ sistematică, utilizând un teren (ecosistem natural) pentru un anumit scop [adaptare după Vink (1975) citat de Sys ș.c. (1991)]. FAO (1976) distinge două clase de utilizări: grupe majore de utilizări (ex: categorii de folosințe) și tipuri de utilizări specifice (utilizări concrete definite în toate detaliile lor intrinseci, inclusiv parametrii tehnologici și contextul socio-economic). Evident, pot exista *utilizări compuse (complexe)*, care se definesc prin combinații de *utilizări simple*. O utilizare a terenului se definește printr-un set de caracteristici/parametri.

5. Tipuri de evaluări ale terenurilor

5.1. Tipuri de evaluări după aria de cuprindere

(i) *Evaluarea tehnică a terenurilor* (în engl. “physical evaluation”) apreciază favorabilitatea (performanțele) terenului față de diferite utilizări în termeni fizici (nivelul recoltei, nivelul diferitelor limitări, intrări necesare, etc.), luând în considerare numai factorii intrinseci ai sistemului teren-utilizare și neținând cont de aspectele economice, sociale sau de durabilitate. Evaluarea tehnică operează cu factori cu manifestări relativ permanente/neschimbătoare (chiar dacă unii factori sunt dinamici, precum cei climatici).

Criterii de evaluare tehnică a terenurilor: productivitatea (capacitatea de producție a) terenului, calitatea rezultatelor utilizării, variabilitatea (riscul) obținerii unor rezultate ale utilizării, set de capabilități/limitări ale terenului și nivelul acestora pentru anumite utilizări sau ameliorări ale terenului, grad de necesitate al unor ameliorări ale terenului, flexibilitatea folosirii terenului (număr/set de utilizări), compatibilitatea cu alte utilizări, accesibilitatea, mărimea, forma și vecinătatea parcelei, valoarea recreațională, sensibilitatea favorabilității (criteriilor de evaluare) față de modificările factorilor tehnici, etc.

(ii) *Evaluarea economică a terenurilor* apreciază favorabilitatea (performanțele) terenului față de diferite utilizări din punct de vedere economic, luând în considerare factorii economici care influențează comportarea sistemului teren-utilizare și neținând cont de aspectele sociale sau de durabilitate. Această evaluare este absolut necesară într-o economie de piață. Evaluarea tehnică nu permite o comparație obiectivă a diferitelor utilizări ale aceluiași teren pentru că nu asigură o unitate de măsură comună. Este imposibil de a compara între ele performanțele a două utilizări diferite ale unui teren altfel decât în termeni economici.

Criterii de evaluare economică a terenurilor: profitul brut, profitul net, profituri diferențiale (în cazul unor cheltuieli suplimentare tehnologice sau de ameliorare a terenurilor), valoarea prezentă (în cazul investițiilor care se amortizează într-o perioadă dată), rata beneficiu/cost (valori prezente), rata internă de revenire, variabilitatea (riscul) obținerii unui profit, sensibilitatea favorabilității față de modificările factorilor economici, etc.

Există două categorii de evaluări economice: (a) *analiza financiară*, care privește profitabilitatea numai din punctul de vedere strict al agentului economic (fermier, proprietar, investitor, etc.), comparând beneficiile și costurile la nivelul acestuia și (b) *analiza economică*, care se face din punctul de vedere al societății (guvernului), luând în considerare și cheltuielile (subvenții, costuri ale diferitelor consecințe ale folosirii terenului, etc.) și beneficiile (taxe, etc.) care nu sunt considerate de analiza financiară.

(iii) *Evaluarea socială a terenurilor* apreciază favorabilitatea terenului față de diferite utilizări din punct de vedere social, luând în considerare factorii sociali, dar nu și aspectele de durabilitate.

Criterii de evaluare socială a terenurilor: echitatea socială a folosirii terenului, acceptabilitatea socială a folosirii terenului, importanța critică a terenului pentru teritoriul respectiv, sensibilitatea favorabilității față de modificările factorilor sociali, etc.

(iv) *Evaluarea durabilității utilizării terenurilor* apreciază durabilitatea diferitelor utilizări luând în considerare simultan toate aspectele tehnice, economice, sociale, precum și cele specifice de protejare/conservare a potențialului și de prevenire a degradării terenului și mediului înconjurător (FAO, 1993b).

Criterii de evaluare a durabilității folosirii terenurilor: riscul (vulnerabilitatea) la degradare/poluare și viteza de degradare/poluare a terenului și a terenurilor învecinate, riscul (vulnerabilitatea) la impact negativ asupra florei/faunei (biodiversității) din ecosistemul respectiv și din cele învecinate, riscul (vulnerabilitatea) la degradare a calităților recreaționale ale terenului și ale mediului înconjurător, stabilitatea folosirii terenului, adaptabilitatea folosirii terenului, autonomia folosirii terenului, reziliența față de utilizare (revenirea după modificările

implicate de utilizări), senzitivitatea favorabilității față de modificările factorilor de durabilitate, lungimea perioadei de folosire continuă a terenului cu utilizarea respectivă după care parametrii și performanțele fizice, economice, sociale și de durabilitate a sistemului teren-utilizare devin neacceptabile, etc. (FAO, 1993b).

Conceptul de durabilitate introduce o nouă dimensiune a evaluării terenurilor - *timpul* (perioada pentru care se face evaluarea). De asemenea, se ridică problema *nivelului geografic* (local, teritorial, național, continental, global) la care se raportează durabilitatea, respectiv protecția terenului și mediului, viabilitatea și acceptabilitatea utilizării, etc. Evaluarea durabilității aduce două complicații importante (FAO,1993b): trebuie identificate și luate în considerare toate tendințele de modificare în timp atât a terenului evaluat, cât și a mediului înconjurător zonei investigate și trebuie prognozate stările factorilor de evaluare după modificările identificate. De asemenea, la evaluarea durabilității trebuie luate în considerare măsurile (costurile, etc.) care asigură protejarea potențialului și prevenirea degradării terenului și mediului înconjurător.

În *Figura 2* se prezintă raportul dintre tipurile de evaluări definite mai sus, respectiv o ierarhizare a subdomeniilor evaluării terenurilor (Vlad,1997a).

<i>Categoriile de Factori/Criterii</i>	<i>Subdomeniile ale Evaluării Terenurilor</i>						
Factori de fertilitate a solului	Ev. Fert. Solului	Eval. Solului	Eval. Intrinsecă a Terenu - rilor	Eval. Tehnică a Terenu - rilor (în engl. "Physical Land Ev.")	Eval. Econo - mică a Terenu - rilor	Eval. Socială a Terenu - rilor	Evaluarea Terenurilor (Evaluarea Utilizării Durabile a Ter.)
Alți factori de sol.							
Factori privind Clima, relieful, hidrologia.							
Amplasamentul (accesibilitatea, inclusiv forma și mărimea) parcelei tehnologice.	Evaluarea Amplasam. Terenului (în engl. "Site Assessm.")						
Factori economici propriu-zisi (prețuri, costuri, subvenții, etc.).							
Factori sociali							
Criterii/Factori specifici ai utilizării durabile (*)							

(*) Unii factori specifici utilizării durabile pot fi considerați la evaluarea tehnică.

Figura 2. Ierarhizarea subdomeniilor evaluării terenurilor

Este de observat că factorii luați în considerare la diferite tipuri de evaluări pot fi dinamici sau cvasistabili, precum și ușor sau greu controlabili (modificabili) de către om în vederea contracarării unor limitări sau măsurării performanțelor.

5.2. Tipuri de evaluări după factorii luați în considerare

(i) *Evaluarea naturală a terenurilor* ia în considerare numai condițiile naturale și cheltuieli recurente minore fără eventualele intervenții antropice majore.

(ii) *Evaluarea curentă a terenurilor* ia în considerare condițiile reale - naturale, cheltuielile recurente minore și eventualele intervenții antropice majore executate în funcțiune (ex: lucrări de îmbunătățiri funciare, agropedameliorative, etc.).

(iii) *Evaluarea condiționată a terenurilor* ia în considerare anumite ipoteze (situații care ar fi în anumite condiții). Evaluările condiționate pot fi de două categorii:

– *Evaluări potențiale*, care apreciază favorabilitatea terenurilor în situația în care se face abstracție de anumiți factori, respectiv aceștia sunt considerați teoretic ideali (ex:

productivitatea potențială biologică, productivitatea potențială limitată numai geografic, productivitatea potențială limitată de apă, etc.);

- *Evaluări potențate*, care apreciază favorabilitatea terenurilor în situația în care s-ar executa anumite lucrări ameliorative majore/cvasipermanente necesare (lucrări de îmbunătățiri funciare, lucrări agropedoameliorative, etc.). Aceste evaluări pot fi, la rândul lor:
 - . *evaluări potențate curent*, pentru situația când s-ar executa lucrările ameliorative fezabile și probabile;
 - . *evaluări potențate ideal*, pentru situația când s-ar executa toate lucrările ameliorative posibile teoretic.

Evident pot fi definite și alte evaluări condiționate speciale.

5.3. Tipuri de evaluări după precizia metodei de evaluare (vezi §7.2)

- (i) *Evaluarea calitativă a terenurilor*
- (ii) *Evaluarea semi-cantitativă a terenurilor*
- (iii) *Evaluarea cantitativă a terenurilor*

5.4. Tipuri de evaluări după gradul de detaliere al unităților de teren (FAO, 1976,1983)

- (i) *Evaluarea de recunoaștere a terenului* se efectuează la scări mici (1:1.000.000 - 1:100.000), pentru unități de teren complexe, în scopuri de inventariere generală (de sinteză) sau de identificare generală a situației dintr-un teritoriu în vederea unor eventuale analize mai detaliate.
- (ii) *Evaluarea semidetaliată a terenului* se efectuează la scări mijlocii (1:50.000 - 1:25.000), la nivel de unități de teren complexe, pentru studii de fezabilitate în cadrul proiectelor teritoriale de planificare a utilizării terenurilor sau de dezvoltare rurală.
- (iii) *Evaluarea detaliată a terenului* se efectuează la scări relativ mari (1:25.000 - 1:10.000), pentru unități de teren simple (omogene) sau compuse, la nivel local, pentru studii de fezabilitate sau recomandări tehnologice în cadrul proiectelor de planificare a utilizării terenurilor sau de dezvoltare rurală.
- (iv) *Evaluare foarte detaliată a terenurilor* se efectuează la scări foarte mari (1:10.000 - 1:2.000), la nivel de unități de teren simple (omogene), pentru proiecte tehnice și recomandări tehnologice precise (de detaliu), sau pentru cadastru.

5.5. Tipuri de evaluări după gradul de specificitate al utilizării (FAO,1983)

- (i) *Evaluarea generală a terenurilor* se efectuează pentru utilizări definite foarte general (grupe majore de utilizări), în scopuri foarte generale.
- (ii) *Evaluarea specifică sumară a terenurilor* se efectuează pentru tipuri de utilizare definite general (sumar), ca de exemplu culturi (grâu, cartof, măr, etc.) în general, fără alte precizări.
- (iii) *Evaluarea specifică intermediară a terenurilor* se efectuează pentru tipuri de utilizare definite semidetaliat (cu detalii într-o formă generalizată).
- (iv) *Evaluarea specifică detaliată a terenurilor* se efectuează pentru tipuri de utilizare definite detaliat (precis).

5.6. Tipuri de evaluări după caracterul scopului evaluării

- (i) *Evaluările terenurilor în scopuri curente* se referă la planificarea utilizării terenurilor și la evaluări de arbitrar și de aplicare a legislației și reglementărilor privind utilizări curente în practică.
- (ii) *Evaluări speciale ale terenurilor* se referă la scopuri speciale (managementul tehnologic, alte recomandări tehnice, utilizări speciale, etc.).

Observație: În mod normal există o corespondență între diferite tipuri de evaluări definite după diferite criterii de clasificare (Vlad,1997a). De exemplu evaluările de recunoaștere sunt evaluări calitative generale sau specifice sumar, iar evaluările detaliate sunt evaluări cantitative sau semi-cantitative specifice detaliat. Totuși, în cazul unor evaluări concrete, corespunzător unor anumite

scopuri, poate exista orice combinație de tipuri de evaluări privite după diferite criterii de clasificare.

6. Măsurarea favorabilității terenurilor

Așa cum am menționat, măsura globală a performanțelor unui teren dat (unitate de teren) pentru o utilizare dată (grupă majoră de utilizări sau tip specific de utilizare) o numim *favorabilitate*. Există o serie de mărimi care pot constitui criteriile de apreciere a performanțelor (favorabilității) terenurilor față de diferite utilizări. Favorabilitatea este o mărime care sintetizează după un anumit *model de evaluare*, semnificațiile criteriilor de evaluare. Modelul de evaluare poate consta dintr-un set de reguli calitative de tip expert, o funcție de valori ponderate ale criteriilor de evaluare, sau un alt model matematico-euristic care integrează (agregă) conform scopului evaluării semnificațiile criteriilor de evaluare. De asemenea, în scopul determinării favorabilității se poate folosi teoria deciziilor multi-criteriale multi-obiectiv. Pentru simplificarea modelului de evaluare și evitarea unor erori de elaborare a acestuia, FAO (1976,1983, etc.) recomandă folosirea "*calităților*" *terenului* (caracteristici complexe) ca un nivel intermediar de agregare a caracteristicilor terenului, respectiv ale utilizărilor. Pentru determinarea calităților se folosesc funcții sau reguli de (pedo-)transfer.

Moduri de măsurare a criteriilor de evaluare și a favorabilității:

6.1. Moduri de măsurare după tipul valorilor

(i) *Măsurarea în valori absolute (fizice)*, care reprezintă unități de măsură fizice adecvate (ex: "kg-recoltă/ha/an", "lei/ha/an", etc.).

(ii) *Măsurarea în valori relative*, care reprezintă indici (adimensionali) ce exprimă raportul măsurilor respective față de mărimi corespunzătoare de referință. De exemplu o productivitate relativă se poate considera față de productivitatea biologică sau față de productivitatea potențială limitată de apă sau productivitatea potențială limitată de macronutrienți, acestea din urmă referindu-se la un teren de referință, respectiv la un tip specific de utilizare de referință.

6.2. Moduri de măsurare după tipul scărilor valorilor

(i) *Măsurarea în clase calitative*, care pot fi descriptive - descrise printr-un set de elemente semnificative pentru evaluare (ex: pretabilitatea/capabilitatea) - sau pot să reprezinte un interval de valori ordinale (într-o scară ordonată) (ex: clasele de bonitare). Scările claselor pot fi *simple* sau *ierarhice/multinivel* (ex: ordine – clase - subclase - unități sau grupe și subgrupe).

(ii) *Măsurarea pe o scară continuă*: mărimile se exprimă prin valoare într-o scară continuă de numere naturale sau reale (ex: notele de bonitare).

7. Metode de evaluare a terenurilor

Prin *metodă de evaluare* vom înțelege modul de determinare a criteriilor de evaluare și a favorabilității terenurilor față de diferite utilizări. În acest sens, o metodă de evaluare se caracterizează prin trei categorii de elemente: *setul de date primare* folosite la determinare, *criteriile de evaluare și favorabilitatea* care se determină și *modelul de evaluare* (algoritmii/procedurile de determinare a criteriilor de evaluare și a favorabilității).

7.1. Tipuri de metode de evaluare după gradul lor de generalitate (detalii)

(i) *Metodologii cadru de evaluare a terenurilor*: conțin un set de concepte, elemente și proceduri generale de efectuare a evaluărilor. Ex: FAO (1976), FAO (1993b), FAO/ITC/WAU (1994).

(ii) *Metode generale de evaluare a terenurilor*: conțin un set de concepte, elemente și proceduri mai concrete și mai specifice decât metodologiile cadru, referindu-se numai la anumite tipuri de

evaluări și precizând tipurile de date primare, tipurile de mărimi determinate precum și tipurile de modele folosite pentru determinare. Constituie manuale de instrucțiuni de elaborare a unor metode concrete. Ex: USBR (1953), USDA (1961), (USDA,1983a), FAO (1983), FAO (1985).

(iii) *Metode concrete de evaluare a terenurilor*: conțin specificarea completă a tuturor elementelor unei metode de evaluare: setul de date primare, mărimile de evaluare determinate, precum și modelul concret de determinare a rezultatelor evaluării. Ex: Teaci (1980), ICPA (1978,1987), Ferguson ș.c.(1990), metoda germană de evaluare pentru impozitare (Miclea,1995), metoda SRPG (USDA,2000), metoda productivității solurilor din Illinois (Fehrenbacher ș.c.,1978; Garcia-Paredes ș.c.,2000), etc.

7.2. Tipuri de metode de evaluare după gradul de precizie a evaluării

(i) *Metode de evaluare calitative*: se efectuează în termeni calitativi (clase) cu metode calitative (raționamente/cunoștințe de tip expert) și bazat pe parametri apreciați calitativ (în clase de valori); sunt luați în considerare numai anumiți factori, considerați cei mai importanți pentru scopul metodei respective. Ex: USBR (1953), USDA (1961), indicele potențialului solului USDA (1983b), FAO (1983,1984,1985,1991), evaluarea pretabilității terenurilor ICPA (1987).

(ii) *Metode de evaluare semi-cantitative*: se bazează pe date primare relativ mai precise (măsurate pe scări continue sau printr-un număr relativ mai mare de clase de valori precis definite), determină rezultate cantitative (măsurate pe o scară continuă) și utilizează modele numerice de determinare a rezultatelor relativ validate (calibrate) prin tehnici ale statisticii matematice, asigurând un grad de precizie mai bun decât metodele calitative, dar mai slab decât metodele cantitative. Ex: Pierce ș.c. (1983), unele metode parametrice multiplicative elaborate de Sys ș.c. (van Lanen, 1991), metoda germană de evaluare pentru impozitare (Miclea, 1995; van Lanen, 1991), metoda Teaci/ICPA la sc. 1:10.000 (Teaci, 1980; ICPA,1978,1987), metoda SRPG (USDA,2000), metoda productivității solurilor din Illinois (Fehrenbacher ș.c.,1978; Garcia-Paredes ș.c.,2000), etc.

(iii) *Metode de evaluare cantitative*: se bazează pe date primare precise, măsurate pe o scară continuă, determină rezultate măsurate pe o scară continuă și utilizează modele numerice deterministe validate (calibrate). Modelele de determinare a rezultatelor evaluării sunt în general mai mult sau mai puțin mecaniciste, dar pot fi parțial statistice suficient de bine calibrate și validate. Datele primare se referă la toți factorii principali și se presupun de o fiabilitate corespunzătoare. Modelele cuprind toate procesele relativ importante pentru obiectul evaluării, procesele dinamice fiind simulate. Ex: Beek ș.c. (1987), van Lanen și Bregt (1989), Dumanski și Onofrei (1989), Bouma (1989), Burrough (1989a), Varcoe (1990), van Diepen ș.c. (1991), van Lanen (1991), Driessen și Konijn (1992), Simota (1998).

7.3. Tipuri de metode de evaluare după tehnicile folosite

(i) *Interpretarea studiilor pedologice/agroclimatice*: constă din interpretarea directă a studiilor pedologice/climatice efectuată de către experți pentru diferite utilizări, corespunzător scopului evaluării. Ex: evaluarea climatică a lui Papadakis (1970) citat de Sys ș.c. (1991), Sanchez ș.c., 1982), Teaci și Șerbănescu (1954).

(ii) *Estimarea performanțelor din observații statistice*: constă din estimări directe, fără o procedură formală, bazate pe experiența locală și pe date statistice colectate din diferite surse (fermieri, loturi experimentale sau testare, oficii de stat, alte organizații) performanțele obținute pentru diferite utilizări reprezentative și diferențiat pe tipuri de sol/teren și pe tipuri de management și nivele tehnologice. Ex: indicele productivității solului (USDA,1951,1993; Fehrenbacher ș.c.,1978; Garcia-Paredes ș.c.,2000), Dumanski și Onofrei (1989), etc.

(iii) *Metode bazate pe limitări (metoda limitărilor)*: sunt metode calitative în care clasele de favorabilitate se specifică în termeni relativi și se diferențiază pe baza gradului (intensității) unor limitări introduse de diferiți factori considerați. Limitările sunt constituite de abateri de la starea (valoarea) optimă ale caracteristicilor sau calităților terenului din punctul de vedere al favorabilității pentru utilizările luate în considerare. Pentru fiecare clasă de favorabilitate se definesc intervale de valori ale intensităților limitărilor considerate. Se disting două subtipuri de astfel de metode:

- *Metoda limitării maxime (simple)*, în care încadrarea în clase de favorabilitate este determinată de limitarea cu intensitatea cea mai înaltă, indiferent de intensitățile celorlalte limitări. Ex: metodele de evaluare a pretabilităților ICPA (1987).

- *Metoda limitărilor multiple*, în care încadrarea în clase de favorabilitate se face în funcție de numărul limitărilor și intensitatea acestora. Ex: metoda LCC USDA (1961).

(iv) *Metode ale combinărilor euristice*: constau din determinări ale favorabilității prin algoritmi euristici stabiliți de experți bazați pe combinații ale criteriilor de evaluare, calităților sau caracteristicilor de teren, corespunzătoare interacțiunilor dintre acestea. Cel mai adesea algoritmi iau forma unor arbori de decizii (Rossiter, 1990) constând dintr-o succesiune ierarhică de decizii luate pe baza valorilor diferiților parametri/criterii - până când se determină valoarea favorabilității. Arborii de decizii se pot generaliza în sensul că în punctele de decizii (noduri) se pot efectua calcule (criteriul de decizie nu este o mărime ci valoarea unei expresii matematice). Metodele limitărilor sunt cazuri particulare de metode ale combinărilor euristice.

(v) *Metode parametrice* (Sys ș.c.,1991; van Diepen ș.c.,1991; Driessen și Konijn,1992; Davidson,1992): Favorabilitatea terenului se exprimă printr-un indice (valoare numerică relativă la o situație de referință) determinat printr-o funcție matematică ce combină indici parțiali (valori numerice relative) care reprezintă influența individuală a factorilor (parametrilor) cei mai importanți asupra favorabilității terenului.

În funcție de gradul de detaliere a datelor primare și de calitatea funcțiilor indicilor parțiali, respectiv de nivelul de calibrare/validare a acestora, metodele parametrice pot fi considerate ca fiind calitative sau semicantitative.

După tipul funcției matematice care combină indicii parțiali pentru a obține indicele global al favorabilității, se disting trei tipuri de metode parametrice:

- *Metode parametrice aditive*: consideră favorabilitatea globală ca rezultat al însumării contribuțiilor factorilor exprimate prin indici parțiali, factorii fiind considerați calități ale terenului complet independente. Ex: Teaci(1966,1970), ind. potențialului solului (USDA,1983b).

- *Metode parametrice multiplicative*: consideră efectele contribuțiilor factorilor asupra favorabilității globale ca având un caracter multiplicativ, factorii fiind considerați calități ale terenului complet independente. Favorabilitatea globală este rezultatul produsului indicilor parțiali. De regulă se folosesc indici parțiali subunitari și indicele favorabilității globale se măsoară pe scara 0-100. Ex: Storie (1933,1976), metoda germană de evaluare a terenurilor pentru impozitare (Miclea,1995), Riquier ș.c. (1970), metoda Sys-Verheye pentru irigat (Sys ș.c.,1991), metoda Teaci/ICPA la sc. 1:10.000 (Teaci,1980; ICPA,1978,1987), ICSPTAAS/IPRRPF (1994).

- *Metode parametrice bazate pe combinații matematice*: determină favorabilitatea cu ajutorul unei combinații matematice a indicilor parțiali, alta decât cele ale metodelor aditive și multiplicative, combinație care să modeleze interacțiunea dintre factorii individuali. Astfel, de exemplu, metoda rădăcinii pătrate a lui Khiddir (1986) citat de Sys ș.c. (1991) și metoda lui Koreleski (1988) citat de Davidson (1992) folosesc funcții radical, indicele productivității al lui Pierce ș.c. (1983) folosește o combinație între metoda aditivă și multiplicativă, iar metoda lui Odell [1958, citat de van Diepen ș.c. (1991)] folosește o funcție pătratică multifactorială. În general astfel de metode iau în considerare puțini factori, ceilalți considerându-se constanți, astfel că valabilitatea lor se restrânge la o anumită zonă.

(vi) *Metode bazate pe modele mecaniciste*: sunt metode cantitative care folosesc modele mecaniciste (ce implementează mecanisme fundamentale de desfășurare a proceselor implicate) bine calibrate și validate, inclusiv modele de simulare dinamică, care cuprind toate procesele și factorii relativ importanți pentru obiectul evaluării. Variabilitatea și interacțiunea factorilor este luată în considerare, dinamica proceselor simulându-se la o scară de timp convenabilă (ore, zilnic, decade de zile, etc).

(vii) *Metode bazate pe decizii multi-criteriale multi-obiectiv*: În practică, mai ales dacă se pune problema evaluării economice, sociale și de durabilitate intervin criteriile care cel mai adesea acționează contradictoriu. Acestor criterii li se impun obiective și restricții. Procedurile de decizie se bazează pe funcții numerice exacte sau pe euristici de alegere. Evaluarea se transformă într-un proces de luare de decizii multicriterial multiobiectiv. Tehnicile mai cunoscute folosite în astfel de decizii sunt programarea matematică lineară și programarea matematică nelineară. Ex: metoda "evaluării integrale a terenurilor" (Smit ș.c.,1984), metoda interactivă pentru decizii multi-obiectiv citată de van Diepen ș.c. (1991).

(viii) *Metode speciale în evaluarea terenurilor*: Pentru anumite aspecte speciale (cum sunt cele legate de incertitudini) care apar în problemele de evaluare a terenurilor se pot folosi anumite tehnici corespunzătoare, ca de exemplu: *teoria mulțimilor vagi* (în engl. "fuzzy set theory" sau "fuzzy logic set") (Burrough,1989b; Burrough ș.c.,1992), *analiza riscului, incertitudinii și propagării erorilor (simularea Monte Carlo, etc.)*, *tehnicele geostatistice* de analiză a variabilității spațiale a terenurilor, etc.

(ix) *Metode combinate (hibride)*: constituite din utilizarea combinată a două sau mai multe tipuri de metode "pure" prezentate anterior. De fapt, la rigoare, majoritatea metodelor din practică sunt metode hibride. Ex: metoda LESA a USDA (1983a), metoda AEZ (a zonelor agro-ecologice) (FAO,1993c; FAO/IIASA, 1991,1994), metoda SRPG (USDA,2000), etc.

Observație: Teoretic, fiecare tip de metodă de evaluare se poate aplica la orice tip de evaluare. Totuși, anumite tipuri de metode sunt mai adecvate anumitor tipuri de evaluări, în general putându-se aplica principiul utilizării ierarhice, de la metode calitative la cele cantitative, pe măsura rafinărilor succesive ale evaluării de la nivel național la nivel teritorial și apoi local/fermă/parcelă, respectiv de la evaluări de recunoaștere generale la evaluări foarte detaliate specifice (Vlad,1997a).

Mulțumiri

Forma finală a acestui articol a fost definitivată în urma discuțiilor avute cu dr. A. Canarache, dr. N. Florea și dr. I. Munteanu (ICPA), ale căror observații competente au fost de un real folos. Autorul le aduce sincere mulțumiri.

Referințe bibliografice

- Beek K.J. (1978). Land evaluation for agricultural development. ILRI Publication 23, Intl. Inst. for Land Reclamation and Improvement, Wageningen.*
- Binauld C. (1994). Le développement du logiciel ALES pour une meilleure connaissance des potentialités des sols en Lorraine. Inst. Sup.d'Agriculture, Univ.Catholique de Lille, 57 p.*
- Bouma J. (1989). Using soil survey data for quantitative land evaluation. Advances in Soil Science, 9, p.77-213.*
- Burrough P.A. (1989a). Matching spatial databases and quantitative models in land resource assessment. Soil Use and Management, 5 (1), p.3-8.*
- Burrough P.A. (1989b). Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. Journal of soil Science, 40, p.477-492.*

- Burrough P.A., R.A. MacMillan, W. van Deursen (1992). *Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observations and topography*. Journal of Soil Science, 42, p.193-210.
- Canarache A. (1993). *Physical-technological soil maps - a possible product of soil survey for direct use in agriculture*. Soil Technology, vol.6, p.3-16.
- Davidson D.A. (1992). *The Evaluation of Land Resources*. Longman Sci.& Tech., 166 pp.
- Delsert E. (1993). *Quelles possibilités pour l'utilisation du logiciel ALES dans le contexte de l'agriculture française? Application à l'évaluation des potentialités du blé en Lorraine*. Inst.Supérieur d'Agriculture, Univ.Catholique de Lille, 61p.
- Dent D., A. Young (1981). *Soil survey and land evaluation*. Allen and Unwin, London.
- Driessen P.M., N.T. Konijn (1992). *Land-use systems analysis*. Wageningen Agricultural University, 230 pp.
- Dumanski J., C. Onofrei (1989). *Techniques of crop yield assessment for agricultural land evaluation*. Soil Use and Management, 5 (1), p.9-16.
- FAO (1976). *A framework for land evaluation*. FAO Soils Bulletin 32, 72 pp.
- FAO (1983). *Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture*. FAO Soils Bull. 52, 249 pp.
- FAO (1984). *Land evaluation for forestry*. FAO Forestry Paper no. 48, FAO, Rome, 123 pp.
- FAO (1985). *Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture*. FAO Soils Bull. 55, 231 pp.
- FAO (1991). *Guidelines: Land Evaluation for Extensive Grazing*. FAO Soils Bull. 58, 158 pp.
- FAO/IIASA. (1991). *Agro-ecological land resources assessment for agricultural development planning. A case study of Kenya. Resources data base and land productivity*. (Kassam A.H., et.al.) Main Report and 8 Technical Annexes. FAO / IIASA, 9 vols., 1150 pp.
- FAO (1993a). *Guidelines for Land-Use Planning*. FAO Development Series 1, 96 pp.
- FAO (1993b). *FESLM: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management*. (Smyth A.J., J. Dumanski). FAO World Soil Resources Reports 73, 76 pp.
- FAO (1993c). *Agro-ecological assessments for national planning: the example of Kenya*. FAO Soils Bulletin 67, 165 pp.
- FAO/ITC/WAU (1994). *Land evaluation and farming systems analysis for land use planning*. (Fresco L.O., H.G.J. Huizing, H. van Keulen, H.A. Luning, R.A. Schipper). FAO working document, FAO/ITC/WAU, January 1994, 209 pp.
- FAO/IIASA. (1994). *Agro-ecological land resources assessment for agricultural development planning. A case study of Kenya. Making land use choices for district planning*. (G.W. Fischer, J. Antoine), FAO World Soil Resources Reports 71/9, Rome, 92 pp.
- Fehrenbacher J.B., R.A. Pope, I.J. Jansen, J.D. Alexander, B.W. Ray. (1978). *Soil productivity in Illinois*. Univ.of Illinois at Urbana-Champaign, College of Agr., Coop. Extension Service. Circular 1156. 23 pp.
- Ferguson C.A., R.L. Bowen, M.A. Khan, T. Liang (1990). *An Appraisal of the Hawaii Land Evaluation and Site Assessment (LESA) System*. Inf.Text Series 035, Univ.Hawaii, 29 pp.
- Florea N., Anișoara Rîșnoveanu, I. Rîșnoveanu, Marcela Jalbă, I. Munteanu, E.R. Popescu (1989). *Gruparea terenurilor în funcție de cerințele gospodăririi unei ferme agricole*. Lucr. Conf. Naț. pt. Șt. Sol. (Pitești, aug.1988), Public. SNRSS 26 B, p.155-170.
- Garcia-Paredes J.D., K.R. Olson, J.M. Lang. (2000). *Predicting corn and soybean productivity for Illinois soils*. Agricultural Systems, 64, p.151-170.

- Girard M-C. (1992). *Une application des SIG en matière d'environnement. Aptitudes des sols à l'épandage des vidanges domestiques*. Inst.Nat.Agronomique Paris-Grignon, 24 p.
- ICPA (1978). *Instrucțiuni de lucru pentru bonitarea terenurilor agricole - cu elemente de fundamentare pedologică și caracterizare tehnologică - scara 1:10.000*. (C.Răuță, A.Canarache, D.Teaci, Fl.Predel, coord.), ICPA, București, 143p.
- ICPA (1987). *Metodologia elaborării studiilor pedologice - Partea I, II, III*. (N. Florea, V. Bălăceanu, C. Răuță, A. Canarache, coord.), Inst.Cercet. Pedologie Agrochimie / Min.Agr., Metode Rapoarte Îndrumări, nr.20, București, 191+349+226 pp.
- ICSPTPAAS/IPRRPF (1994). *Explicația tipurilor și subtipurilor de sol ale Republicii Moldova, enumerarea indicatorilor de clasificare a solurilor de nivel inferior și aprecierea notelor de bonitare a acestora pentru cadastrul fondului funciar*. (V.V. Cerbari, I.A. Crupenicov, V.D. Vorobiev, coord.), ICSPTPAAS/IPRRPF, Chișinău, 12p.
- IGFCOT/ICPA. (1981). *Instrucțiuni tehnice și metodologice privind executarea lucrărilor de cadastru calitativ*, IGFCOT/ICPA, București, 44 p.
- MacDonald K.B., M. Brklacich (1992). *Prototype agricultural land evaluation systems for Canada: I. Overview of systems development*. Soil Use and Management, vol.8,no.1,p.1-8.
- Miclea M. (1995). *Cadastrul și cartea funciară*. Ed. ALL, București, 382 pp.
- Mihăilă M., Gh. Corcodel, I. Chirilov (1995). *Cadastrul general și publicitatea imobiliară. Bazele și lucrările componente*. Ed. Ceres, București, 196 pp.
- Natarajan A., D.L. Dent (1993). *Methods of land evaluation*. In "Land Evaluation for Land Use Planning". Papers of workshop, Dent D.L. and S.B. Deshpande (eds.), Nagpur, p.106-110.
- Pierce F.J., W.E. Larson, R.H. Dowdy, W.A.P. Graham (1983). *Productivity of soil: Assessing long-term changes due to erosion*. Journal of Soil and Water Conservation, 38, p. 39-44.
- Riquier J., D.L. Bramaio, J.P. Cornet (1970). *A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity*. FAO Soil Resources Develop.& Conserv.Service, 38 pp.
- Rossiter D.G. (1990). *ALES: A framework for land evaluation using a microcomputer*. Soil Use and Management, 6, p.7-20.
- Rossiter D.G. (1994). *Land Evaluation - Lecture Notes*. (Preliminary text). Cornell Univ., 207 p.
- Sanchez P.A., W. Couto, S.W. Boul (1982). *The fertility capability soil classification system: Interpretation, applicability and modification*. Geoderma, 27, p. 283-309.
- Simota C. (1998). *Dezvoltarea și utilizarea unor modele de simulare matematică pt. estimarea modificărilor induse de schimbările climatice prognozate asupra elementelor de bilanț al apei din sol și a formării recoltelor*. Teză de doctorat, ASAS, București.
- Smit B., M. Brklacich, J. Dumanski, K.B. MacDonald, M.H. Miller (1984). *Integral land evaluation and its application to policy*. Canadian Journal of Soil, 64 (Nov), p.467-479.
- Storie R.E. (1933). *An index for rating the agricultural value of soils*. California Agr.Exp. Sta. Bulletin 556, University of California, Berkeley, 44p. (Revised 1937).
- Storie R.E. (1976). *Storie Index Soil Rating*. Spec. Publ. Div. Agri. Sci. no. 3203, University of California, Berkeley, (Revised 1978).
- Sys C., E. van Ranst, J. Debaveye (1991). *Land Evaluation. Part I,II - (Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations; Methods in Land Evaluation)*. University of Ghent / AGCD, Brussels, 274+248 pp.
- Teaci D., I. Șerbănescu (1954). *Cercetarea și cartarea solului*. Ed.Agro-Silv.București, 192 pp.

- Teaci D. (1966). Studii și cercetări privind bonitatea terenurilor agricole. Autoreferat asupra lucrării de doctorat. Institutul Agronomic "Nicolae Bălcescu", București, 102 p.*
- Teaci D. (1970). Bonitatea terenurilor agricole. Ed. Ceres, București, 164 pp.*
- Teaci D. (1980). Bonitatea terenurilor agricole (Bonitatea și caracterizarea tehnologică a terenurilor agricole). Ed. Ceres, București, 296 pp.*
- USBR (1953). Bureau of Reclamation Manual, Vol. V - Irrigated Land Use, Part 2 - Land Classification. United States Department of the Interior, Rel.29 4/9/53, 135 pp.*
- USDA (1961). Land Capability Classification. (A.A. Klingebiel, P.M. Montgomery) Agricultural handbook 210, US Dept. Agric., Washington DC.*
- USDA (1983a). National Agricultural Land Evaluation and Site Assessment Handbook. USDA, Soil Conservation Service, Washington DC.*
- USDA (1983b). Soil potential ratings. National Soil Handbook, Part 603.09. USDA, Soil Conservation Service, Washington, p. 603. 142-175.*
- USDA (1993). Soil Survey Manual. USDA, SCS, Soil Survey Division Staff, Handbook no.18, Washington DC.*
- USDA (2000). Soil Rating for Plant Growth. A system for arraying soils according to their inherent productivity and suitability for crops. USDA, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center and Soil Quality Institute. 98 pp.*
- van Diepen C.A., H. van Keulen, J.A.A. Berkhout (1991). Land evaluation: From intuition to quantification. Advances in Soil Science, 15, p.139-204.*
- van Horn T.G., G.C. Steinhardt, J.E. Yahner (1989). Evaluating the consistency of results for the agricultural land evaluation and site assessment (LESA) system. Jurnal of Soil & Water Conservation, vol.44, no.6, (Nov-Dec), p.615-620.*
- van Lanen H.A.J., A.K. Bregt (ed.,1989). Proceedings of the Workshop on Application of computerized EC soil map and climate data (Wageningen, 15-16 Nov.1988). CEC, Agriculture series, EUR 12039 EN, Luxembourg, 256 pp.*
- van Lanen H.A.J. (1991). Qualitative and quantitative physical land evaluation: an operational approach. Doctoral Thesis, Agricultural University, Wageningen, 196 pp.*
- Varcoe V.J. (1990). A note on the computer simulation of crop growth in agricultural land evaluation. Soil Use and Management, 6 (3), p.157-160.*
- Vlad V. (1997a). Stadiul actual al metodelor de evaluare a terenurilor agricole. Referat pentru doctorat, ASAS, Buc., 85 p.*
- Vlad V. (1997b). Evoluția evaluării terenurilor spre sisteme suport de decizie pentru managementul terenurilor. Lucrările celei de-a XV-a Conferințe Naționale pentru Știința Solului, Publicațiile SNRSS, vol. 29D, p.166-174.*