

## **INFLUENȚA LUCRĂRII SOLULUI ȘI A MANAGEMENTULUI RESTURILOR VEGETALE ASUPRA UTILIZĂRII APEI, ÎN SISTEMUL CULTURAL GRÂU – PORUMB – SOIA**

### **INFLUENCE OF TILLAGE AND CROP RESIDUE MANAGEMENT ON WATER UTILIZATION, IN WHEAT – MAIZE – SOYBEAN CROPPING SYSTEM**

ALEXANDRU I. COCIU<sup>1</sup>

#### **Abstract**

Water constitutes a major limiting factor on Romanian Danube Plain areas under rainfed conditions. In this case, the aim of agriculture is to obtain the highest yield per unit of available water. This research, carried out at NARDI Fundulea, during 2010-2014, had as main purpose the determination of tillage practices and residue management influence on water utilization within a winter wheat (*Triticum aestivum* L.) – maize (*Zea mays* L.) – soybean [*Glycine max* (L) Merr] cropping system. Tillage and crop residue management treatments studied were as follows: (1) chisel tillage, retained crop residues being chopped and incorporated (ciz); (2) zero tillage, retained crop residue chopped and kept on the field in short flat condition (rvt); (3) zero tillage, crop residues kept on the field in short root-anchored condition (1/2rva), and (4) zero tillage, crop residues kept on the field in tall root-anchored condition (1/1rva). The mean crop precipitation index was 58% for all crop rotation cycles. The conventional chisel tillage increases the risk of soil erosion mainly due to crop residues incorporation. Water use efficiency for wheat, maize and soybean ranged from 1.22 to 1.70 kg m<sup>-3</sup>, from 1.70 to 2.50 kg m<sup>-3</sup>, and from 0.09 to 0.55 kg m<sup>-3</sup>, respectively. Based on the results of this research, regarding water utilization vis-a-vis yield levels, we can draw the conclusion that the farmers are not going to see great yield differences in the transition period between conservative agriculture (CA) and conventional system (chisel tillage), but more evident than the distinctions in the field are the significant positive differences between returns over variable costs, due to the reduced expenses required by CA in comparison with the conventional system (chisel tillage).

**Cuvinte cheie:** indicele de interceptare a precipitațiilor de către culturi, eficiența valorificării precipitațiilor, evapotranspirația, eficiența valorificării apei.

**Key words:** crop precipitation interception index, precipitation use efficiency, water use, water use efficiency.

#### **INTRODUCERE**

În zona Câmpiei Române, formarea producției în condiții de neirigare la culturile de grâu, porumb și soia are loc în perioade când evapotranspirația depășește frecvent volumul precipitațiilor. Ca urmare, la fel ca și în alte zone în care apa constituie factorul limitativ al succesului culturilor, se urmărește obținerea dezvoltării vegetative maxime pe unitatea de apă disponibilă (Amir și colab., 1991). Măsurarea în câmp și interpretarea

---

<sup>1</sup> I.N.C.D.A. Fundulea, 915200 Fundulea, județul Călărași. E-mail: acociu2000@yahoo.com

eficienței valorificării apei (EVA) este însă îngreunată deseori de complexitatea acestui sistem, determinată de variabilitatea condițiilor climatice, de variația răspunsului culturilor la caracteristicile solului și de managementul agronomic aplicat (Asseng și colab., 2001).

Turner (2004) apreciază că cel puțin jumătate din sporirea eficienței valorificării precipitațiilor (EVP), înregistrată în ultimul secol, poate fi atribuită îmbunătățirii managementului agronomic. Stephens (2002) consideră chiar că două treimi se datorează progresului managementului agronomic și că o treime este atribuită noilor cultivare. Eficiența utilizării apei poate fi îmbunătățită prin creșterea înmagazinării apei în sol, sau variind transpirația culturilor, ori măbind densitatea radiculară. Practici manageriale cum ar fi sistemele de lucrarea solului, fertilizarea, combaterea buruienilor, bolilor și insectelor, epoca și densitatea de semănat, secvențele culturale care reduc perioadele fără vegetație sau folosirea de cultivare adaptate, pot modifica în mare măsură EVA (Nielsen și colab., 2005). Strategiile de accelerare a dezvoltării plantelor în faza vegetativă ar putea mări EVA ca urmare a reducerii evaporației apei din sol (Angus și Herwarden, 2001). În majoritatea zonelor aride, culturile nu pot folosi rapid toată apa disponibilă în profilul solului datorită restricțiilor impuse dezvoltării sistemului radicular. Aceste restricții pot fi fizice, chimice sau biologice. Practicile agronomice care reduc obstacolul fizic pentru dezvoltarea sistemului radicular pot spori producțiile culturilor în condiții limitate de apă (Turner, 2004). Modificarea stării suprafeței solului influențează, de asemenea, componentele ecuației EVA. Astfel de modificări, asociate unor forme de prelucrare a suprafeței solului și de management a resturilor vegetale de suprafață, pot mări capacitatea de reținere a apei, să îmbunătățească capacitatea rădăcinilor de extragere a apei din profilul solului, sau să reducă pierderile prin levigare (Hatfield și colab., 2001). În această privință, importante sunt și următoarele concluzii ale altor cercetări:

- Condițiile de sol rămase după anumite culturi pot îmbunătăți sinergic EVA culturilor următoare (Tanaka și colab., 2005).
- Sistemul radicular al culturilor ce penetrează mai adânc solul produc mai mulți „biopori”, care sunt favorabili culturilor ulterioare (Turner, 2004).
- În general, EVA a unor culturi poate fi îmbunătățită de sisteme culturale mult mai intensive (Nielsen și colab., 2002).
- În cazul condițiilor climatice semiaride, EVP poate fi sporită, de asemenea, prin adoptarea sistemelor culturale intensive (Hatfield și colab., 2001).

Majoritatea observațiilor și rapoartelor în acest sens subliniază faptul că sistemele culturale intensive oferă posibilitatea folosirii mult mai eficiente a apei din precipitații și sunt de obicei folositoare mediului înconjurător.

În anul 2010, în cadrul platformei de cercetări multidisciplinare bazate pe agricultura conservativă din câmpul experimental al I.N.C.D.A. Fundulea, a fost înființată o eperiență complexă care a urmărit să studieze efectele pe termen lung ale lucrărilor solului/semănat, rotației culturilor și a managementului resturilor vegetale asupra sistemului cultural grâu – porumb – soia, în condiții de neirigare. Cercetările întreprinse în perioada 2010-2014 și-au propus să determine influența lucrării solului și a managementului resturilor vegetale asupra utilizării apei, în vederea evaluării avantajelor agriculturii conservative

(AC) în perioada stabilizării efectelor ”semănatului direct”, în comparație cu lucrarea tradițională cu cizelul.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Experiența s-a desfășurat de-a lungul a patru ani agricoli (2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 și 2013-2014), în cadrul platformei de cercetări multidisciplinare bazate pe agricultură conservativă de la I.N.C.D.A. Fundulea, pe un sol de tip cernoziom cambic. Schema experimentală folosită a fost de pătrat latin 4 x 4, cu variantele: 1) lucrarea cu cizelul, cu resturile vegetale tocate și încorporate (ciz); 2) ”semănat direct”, cu resturile vegetale tocate scurt și întinse pe suprafața solului (rvt); 3) ”semănat direct”, cu resturile vegetale reținute parțial în stare ancorată și cu miriștea de porumb menținută până la nivelul inserției știuletelui iar a celei de grâu de 25 cm (1/2rva); 4) ”semănat direct”, cu resturile vegetale reținute total în stare ancorată (1/1rva). Informații legate de experiența de lungă durată precum și condițiile experimentale și analiza statistică folosită sunt furnizate în lucrarea însoțitoare (C o c i u , 2015).

Umiditatea solului s-a determinat gravimetric la semănat și la recoltat, în trei repetiții de câmp, pe adâncimea 0-0,9 m. Grâul și soia au fost recoltate cu o combină pentru parcele experimentale Wintersteiger Delta (Wintersteiger AG, Ried, Austria) cu o lățime de 2 m, iar lungimea suprafeței recoltate fiind de 10 m. Porumbul a fost recoltat manual, de pe două rânduri alăturate din mijlocul parcelei experimentale, pe o lungime de 10 m. Acoperirea solului de către culturi, apreciată în procente (%) a fost determinată ca pondere a perioadei de vegetație a unei culturi față de un ciclu de rotație (H u a n g și colab., 2003). Indicele de interceptare a precipitațiilor de către culturi a fost calculat ca procent al precipitațiilor căzute în perioada de vegetație a culturii respective, raportate la precipitațiile anuale, în cursul ciclului de rotație. S c h l e g e l și colaboratorii (1999) au definit eficiența valorificării precipitațiilor drept raportul dintre producția de boabe și cantitatea de precipitații înregistrată de la recoltat la recoltat (incluzând precipitațiile din perioada de vegetație plus cele din perioada premergătoare fără vegetație). Consumul de apă (evapotranspirația) în perioada de vegetație cuprinde componentele evaporației solului și ale transpirației plantelor, și s-a determinat cu relația  $ET = (U_{\text{semănat}} - U_{\text{recoltat}}) + P$ , unde P sunt precipitațiile căzute în perioada definită (mm) iar U este umiditatea solului (în orizontul 0-90 cm) la semănat și recoltat (în mm). Ceilalți termeni din bilanțul apei, anume scurgerea de suprafață și drenajul, au fost considerați neglijabili. Eficiența valorificării apei s-a determinat folosind relația:  $EVA = PB / ET$ , unde PB este producția de boabe ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) și ET este evapotranspirația în perioada de vegetație (mm).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

### Acoperirea solului și indicele de interceptare a precipitațiilor de către culturi în sistemul cultural grâu – porumb – soia

În perioada ciclului de rotație grâu – porumb – soia, grâul de toamnă a asigurat o acoperire medie a solului de 23%, iar porumbul și soia, de 13% și, respectiv, 12% (Figura 1A). În ceea ce privește interceptarea precipitațiilor într-un ciclu de rotație, 58% din

precipitații au fost interceptate de culturi și 42% de resturile vegetale (Figura 1B). Dintre culturile studiate, grâul de toamnă a interceptat 24% din precipitații, porumbul 18% iar soia 16%. În privința resturilor vegetale, cele de grâu au interceptat 22%, cele de porumb 16% iar cele de soia doar 4%. În urma unor cercetări similare, Conacher și Sala (1998) arată că trebuie acordată prioritate practicilor conservative de lucrarea solului care asigură o acoperire permanentă a solului cu culturi sau resturi vegetale, comparativ cu sistemele tradiționale, reducându-se astfel riscul eroziunii solului datorită vântului și apei.

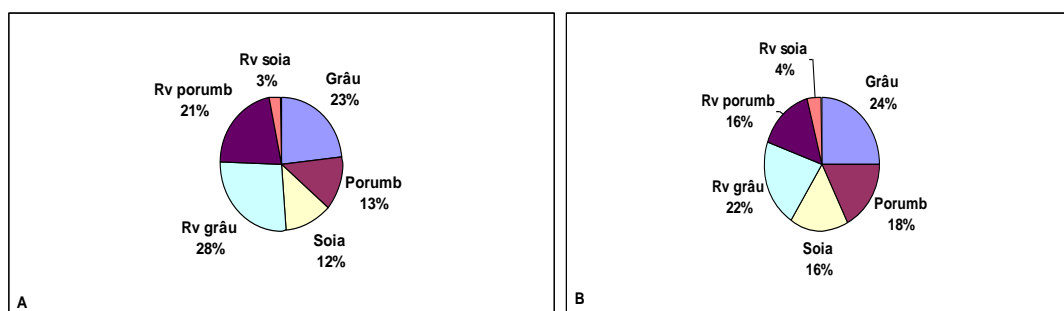


Figura 1 – Acoperirea solului de către culturi (A) și indicele de interceptare al precipitațiilor de către culturi (B) într-un ciclu de rotație grâu – porumb – soia, în condiții de neirigare, la Fundulea, în anii 2011-2012, 2012-2013 și 2013-2014

(Crop coverage (A) and crop rainfall interception index (B) in a wheat – maize – soybean rotation cycle under rainfed conditions, at Fundulea, during 2011-2012, 2012-2013 and 2013-2014)

## Producția de boabe, eficiența valorificării precipitațiilor, evapotranspirația și eficiența valorificării apei

### În cazul culturii de grâu de toamnă după soia

Producția de boabe a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice ale anului respectiv și semnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. Cea mai mare producție medie a fost înregistrată în anul 2013 ( $7,181 \text{ t ha}^{-1}$ ), care a fost semnificativ mai mare față de producțiile medii înregistrate în anii 2014, 2011 și 2012, cu 21,7%, 22,6% și, respectiv, 64,7% (Tabelul 1). Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale producției de boabe, cuprinse între  $6,169 \text{ t ha}^{-1}$  și  $5,842 \text{ t ha}^{-1}$ , care au fost înregistrate în sistemele rvt, ciz și, respectiv, 1/2rva, dar care au fost semnificativ diferite față de producția obținută în sistemul 1/1rva ( $5,312 \text{ t ha}^{-1}$ ).

Eficiența valorificării precipitațiilor (EVP) a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice (anul experimental) și semnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. EVP a înregistrat valoarea cea mai ridicată în anul 2013 ( $1,532 \text{ kg m}^{-3}$ ), nesemnificativ diferită de EVP realizată în anul 2011 ( $1,502 \text{ kg m}^{-3}$ ), dar semnificativ diferită de EVP din anii 2012 și 2014, când s-au obținut  $1,194 \text{ kg m}^{-3}$  și,

respectiv, 1,269 kg m<sup>-3</sup>. Variațiile EVP înregistrate în sistemele 1/2rva, ciz și, respectiv, rvt nu au fost semnificativ diferite, fiind cuprinse între 1,380 și 1,457 kg m<sup>-3</sup>, dar au fost semnificativ diferite față de EVP determinată în sistemul 1/1rva (1,38 kg m<sup>-3</sup>).

*Tabelul 1*

**Influența anului și a sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra producției de boabe, eficienței valorificării precipitațiilor (EVP), evapotranspirației (ET) și eficienței valorificării apei (EVA) la cultura de grâu de toamnă după soia, în perioada 2011-2014, la Fundulea**

(The effects of year and tillage – crop residue management system on grain yield, rainfall use efficiency (EVP), water use (ET), and water use efficiency (EVA) of winter wheat crop after soybean, during 2011-2014, at Funduea)

Sursa	Producția (t ha <sup>-1</sup> )	EVP (kg m <sup>-3</sup> )	ET (mm)	EVA (kg m <sup>-3</sup> )
<b>Anul:</b>				
2011	5,858b	1,502a	386,6c	1,557b
2012	4,359c	1,194b	358,6d	1,224c
2013	7,181a	1,532a	430,3b	1,700a
2014	5,901b	1,269b	460,8a	1,273c
<b>LSRV:</b>				
ciz	5,976a	1,404a	411,1a	1,492a
rvt	6,196a	1,457a	406,1a	1,513a
1/2rva	5,842a	1,380a	407,8a	1,420ab
1/1rva	5,312b	1,257b	411,3a	1,330b

Valorile medii pe coloană urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul P<0,05 conform Duncan's new multiple-range test.

Din rezultatele prezentate în tabelul 1 se constată că cea mai ridicată valoare a evapotranspirației (ET) a fost înregistrată în anul 2014 (460,792 mm), care a fost semnificativ mai mare față de consumurile de apă înregistrate în anii 2013, 2011 și 2012, cu 7,1%, 19,2% și, respectiv, 28,7%. Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații ne semnificativ diferite ale ET, cuprinse între 406,083 mm și 411,292 mm, valori înregistrate în sistemele rvt și 1/1rva.

Eficiența valorificării apei (EVA) a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice (anul experimental) și semnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. EVA a înregistrat valoarea cea mai ridicată în anul 2013 (1,7 kg m<sup>-3</sup>), care a fost semnificativ mai mare față de valorile EVA înregistrate în anii 2011, 2014 și 2012, cu 9,2%, 33,5% și, respectiv, 38,9%. Valorile EVA înregistrate în sistemele rvt și ciz, 1,513 kg m<sup>-3</sup> și, respectiv, 1,492 kg m<sup>-3</sup> nu au fost semnificativ diferite față de EVA determinată în sistemul 1/2rva (1,420 kg m<sup>-3</sup>) dar a fost semnificativ diferită față de cea înregistrată în sistemul 1/1rva (1,330 kg m<sup>-3</sup>).

***În cazul culturii porumb după grâu***

Producția de boabe a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice ale anului respectiv și ne semnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale.

Din datele tabelului 2 se vede că cea mai mare producție de porumb a fost înregistrată în anul 2013 (10,798 t ha<sup>-1</sup>), fiind însă nesemnificativ mai mare față de producțiile anilor 2014 și 2011, în care s-au obținut în medie 10,488 t ha<sup>-1</sup> și, respectiv, 10,14 t ha<sup>-1</sup>, dar este semnificativ superioară față de producția medie obținută în anul 2012 (5,766 t ha<sup>-1</sup>). Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale producției de boabe de porumb, cuprinse între 9,167 t ha<sup>-1</sup> și 9,377 t ha<sup>-1</sup>, înregistrate în sistemele ciz și 1/1rva.

*Tabelul 2*

**Influența anului și a sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra producției, eficienței valorificării precipitațiilor (EVP), evapotranspirației (ET) și eficienței valorificării apei (EVA) la cultura de porumb după grâu, în perioada 2011-2014, la Fundulea.**

[The effects of year and tillage – crop residue management system on grain yieldrainfall use efficiency (EVP), water use (ET), and water use efficiency (EVA) for maize after wheat, during 2011-2014, at Fundulea]

Sursa	Producția (t ha <sup>-1</sup> )	EVP (kg m <sup>-3</sup> )	ET (mm)	EVA (kg m <sup>-3</sup> )
<u>Anul:</u>				
2011	10,140a	3,574a	403,8b	2,505a
2012	5,766b	2,487d	336,0c	1,703b
2013	10,798a	2,794c	446,5a	2,442a
2014	10,488a	3,177b	444,7a	2,331a
<u>LSRV:</u>				
ciz	9,176a	2,955a	409,7a	2,170a
rvt	9,288a	3,018a	410,1a	2,212a
1/2rva	9,361a	3,030a	406,8a	2,323a
1/1rva	9,377a	3,029a	404,5a	2,276a

Valorile medii pe coloană urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul P<0,05 conform Duncan's new multiple-range test.

Eficiența valorificării precipitațiilor (EVP) a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice (anul experimental) și nesemnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. EVP a înregistrat valoarea cea mai ridicată în anul 2011 (3,574 kg m<sup>-3</sup>), semnificativ mai mare față de EVP realizate în anii 2014, 2013 și 2012 cu 12,6%, 27,9% și, respectiv, 43,7%. Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale EVP, cuprinse între 2,944 kg m<sup>-3</sup> și 3,03 kg m<sup>-3</sup>, înregistrate în sistemele ciz și 1/2rva.

Din datele prezentate în tabelul 2 se constată că cea mai mare valoare a evapotranspirației (ET) s-a înregistrat în anul 2013, de 446,542 mm, valoare însă nesemnificativ mai mare față de consumul de apă înregistrat în anul 2014 (444,667 mm), dar semnificativ superioară față de consumurile notate în anii 2011 și 2012, de 403,817 mm și, respectiv, 336,025 mm. Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale ET, fiind cuprinse între 404,467 mm și 410,058 mm, înregistrate în sistemele 1/1rva și rvt.

Eficiența valorificării apei (EVA) a fost influențată foarte semnificativ de anul experimental și nesemnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. EVA a înregistrat valoarea cea mai ridicată în anul 2011 ( $2,505 \text{ kg m}^{-3}$ ), valoare nesemnificativ diferită de EVA notată în anii 2013 și 2014, când s-au înregistrat  $2,442 \text{ kg m}^{-3}$  și, respectiv,  $2,331 \text{ kg m}^{-3}$ , dar semnificativ mai mare față de 2012, când EVA înregistrată a fost doar de  $1,703 \text{ kg m}^{-3}$ . Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale EVA, ce au fost cuprinse între  $2,170 \text{ kg m}^{-3}$  și  $2,323 \text{ kg m}^{-3}$ , înregistrate în sistemele ciz și 1/2rva.

#### **În cazul culturii soia după porumb**

Producția de soia a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice ale anului respectiv și nesemnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. Cea mai mare producție medie a fost înregistrată în anul 2011 ( $2,184 \text{ t ha}^{-1}$ ), care a fost nesemnificativ mai mare cu 0,3% față de producția medie înregistrată în anul 2013, dar semnificativ mai mare față de producțiile obținute în anii 2014 și 2012, cu  $0,503 \text{ t ha}^{-1}$  și, respectiv,  $1,838 \text{ t ha}^{-1}$  (Tabelul 3). Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale producției de boabe, cuprinse între  $1,529 \text{ t ha}^{-1}$  și  $1,644 \text{ t ha}^{-1}$ , care au fost înregistrate în sistemele ciz și, respectiv, 1/1rva.

Tabelul 3

#### **Influența anului și a sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra producției de boabe, eficienței valorificării precipitațiilor (EVP), evapotranspirației (ET) și eficienței valorificării apei (EVA) la cultura de soia după porumb, în perioada 2011-2014, la Fundulea.**

[The effects of year and tillage – crop residue management system on grain yield, rainfall use efficiency (EVP), water use (ET), and water use efficiency (EVA) of soybean crop after maize, during 2011-2014, at Fundulea]

Sursa	Producția ( $\text{t ha}^{-1}$ )	EVP ( $\text{kg m}^{-3}$ )	ET (mm)	EVA ( $\text{kg m}^{-3}$ )
<b>Anul:</b>				
2011	2,184a	0,771a	389,7c	0,553a
2012	0,346c	0,149d	362,8d	0,097d
2013	2,178a	0,636b	442,3a	0,492b
2014	1,681b	0,562c	414,2b	0,411c
<b>LSRV:</b>				
ciz	1,644a	0,541a	401,1a	0,408a
rvt	1,598a	0,529a	396,9b	0,390a
1/2rva	1,619a	0,538a	407,2a	0,380a
1/1rva	1,529a	0,509a	403,9a	0,376a

Valorile medii pe coloană urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul  $P < 0,05$  conform Duncan's new multiple-range test.

Eficiența valorificării precipitațiilor (EVP) a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice (anul experimental) și nesemnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. EVP a înregistrat valoarea cea mai ridicată în anul

2011 ( $0,771 \text{ kg m}^{-3}$ ), care a fost semnificativ diferită de cea obținută în anii 2013, 2014 și 2012, când s-au obținut  $0,636 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0,562 \text{ kg m}^{-3}$  și, respectiv,  $0,149 \text{ kg m}^{-3}$ . Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale nu a determinat variații semnificativ diferite ale EVP în cazul sistemelor 1/1rva și ciz, valorile fiind cuprinse între  $0,509 \text{ kg m}^{-3}$  și  $0,541 \text{ kg m}^{-3}$ .

Cea mai ridicată valoare a evapotranspirație (ET) a fost înregistrată în anul 2013 ( $442,292 \text{ mm}$ ), care a fost semnificativ mai mare față de consumurile de apă ce s-au produs în anii 2014, 2011 și 2012, cu 6,8%, 13,5% și, respectiv, cu 21,9% (Tabelel 3). Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații mici, ne semnificativ diferite, ale ET în sistemele ciz, 1/1rva și 1/2rva, cuprinse între  $401,05 \text{ mm}$  și  $407,175 \text{ mm}$ , aceste valori fiind însă semnificativ diferite față de sistemul rvt unde consumul de apă a fost de  $396,85 \text{ mm}$ .

Eficiența valorificării apei (EVA) a fost influențată foarte semnificativ de anul experimental și ne semnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. Pentru EVA valoarea cea mai ridicată s-a înregistrat în anul 2011, de  $0,553 \text{ kg m}^{-3}$ , valoare semnificativ diferită de cea din anii 2013, 2014 și 2012, când s-au înregistrat  $0,492 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0,411 \text{ kg m}^{-3}$  și, respectiv,  $0,097 \text{ kg m}^{-3}$ . Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații reduse, ne semnificativ diferite ale EVA, cuprinse între  $0,376 \text{ kg m}^{-3}$  și  $0,408 \text{ kg m}^{-3}$ , înregistrate în sistemele 1/1rva și ciz.

Producția de boabe a celor trei culturi, din rotația grâu – porumb – soia, a fost puternic influențată, foarte semnificativ, de condițiile climatice ( $P < 0,001$ ), în timp ce sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au indicat o influență semnificativă numai asupra producției culturii de grâu ( $P < 0,05$ ) și ne semnificativă la culturile de porumb și soia ( $P > 0,05$ ) (Tabelele 1, 2 și 3).

În estul Câmpiei Române precipitațiile sunt întâmplătoare iar lipsa lor îndelungată poate surveni oricând în perioada de vegetație. Producțiile ridicate înregistrate în anul 2013 la cele trei culturi luate în studiu s-au datorat unei distribuții a precipitațiilor mult mai favorabilă, față de ceilalți ani experimentali. Producția medie a perioadei 2011-2014 nu a înregistrat diferențe statistice și cantitativ semnificative la nici una din aceste culturi, în sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale aplicat. Halvorson și colaboratorii (2000), într-o experiență de câmp pe o durată de 5 ani, nu au găsit în nici-un an diferențe între producțiile obținute în no-tillage și sistemul convențional. După Halvorson și colaboratorii (2004), pentru menținerea unui potențial productiv ridicat, în cazul sistemelor culturale mult mai intensive bazate pe no-tillage ar putea fi necesară fertilizarea cu doze mai mari de azot pentru compensarea azotului sechestrat în resturile vegetale reținute pe suprafața solului.

La toate cele trei culturi, EVP a fost foarte semnificativ influențată de condițiile climatice ( $P < 0,001$ ). Sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au determinat o influență semnificativă asupra EVP în cazul culturii de grâu ( $P < 0,05$ ) și ne semnificativă la culturile de porumb și soia ( $P > 0,05$ ) (Tabelele 1, 2 și 3). Prin urmare, în majoritatea cazurilor, culturile de grâu, porumb și soia se caracterizează prin valori diferite ale EVP. Aceste diferențe se pot datora în mare măsură unor densități diferite ale masei radiculare, care împiedică evaporarea sau infiltrația rapidă a precipitațiilor. De asemenea, este posibil ca acoperirea diferențiată a solului de către



culturi și resturi vegetale să reducă pierderile prin evaporare și să îmbunătățească înmagazinarea pe termen scurt a apei din precipitații, oferind plantelor un timp mai îndelungat de folosire a acesteia. De consemnat în acest sens este și considerația formulată de Farahani și colaboratorii (1998): eficiența valorificării precipitațiilor poate fi îmbunătățită prin intensificarea și diversificarea sistemelor culturale și reducerea perioadelor fără vegetație.

Consumul de apă, adică evapotranspirația (ET), al celor trei culturi a fost influențat foarte semnificativ ( $P < 0,001$ ) de schimbările anuale ale regimului precipitațiilor și în general ale condițiilor climatice. Surprinzător însă este faptul că ET nu s-a dovedit a fi proporțională cu producția de boabe (Tabelele 1, 2 și 3). În relație cu aceasta se poate însă presupune că ET ar putea fi proporțională mai mult cu producția de biomasă. Sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au determinat o influență nesemnificativă asupra ET înregistrate la culturile de grâu și porumb ( $P > 0,05$ ) și semnificativă numai pentru cultura de soia ( $P < 0,05$ ). În acest sens menționăm că Halverson și colaboratorii (2000), într-o experiență de câmp pe durata a 5 ani, nu au găsit diferențe între ET în sistemele no-tillage și convențional.

La toate cele trei culturi, EVA a fost foarte semnificativ influențată de condițiile climatice ( $P < 0,001$ ). Sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au determinat o variație semnificativă asupra EVA doar în cazul culturii de grâu ( $P < 0,05$ ) și nesemnificativă la culturile de porumb și soia ( $P > 0,05$ ) (Tabelele 1, 2 și 3). Hatfield și colaboratorii (2001) au sugerat posibilitatea sporirii EVA cu 25-40% prin practicile de management ce cuprind lucrarea solului. Bonfil și colaboratorii (1999) au arătat că în zonele în care precipitațiile anuale depășesc 200 mm, sistemul no-tillage poate fi folosit pentru mărirea rezervei de apă din sol și a EVA. Tanaka și colaboratorii (2005) au raportat faptul că intensificând sistemul cultural prin introducerea unei culturi leguminoase, se pot obține cantități mari de N biologic, care ar determina creșterea EVA de către cultura succesivă de grâu, ca urmare a reducerii frecvenței bolilor și a dezvoltării unor rădăcini sănătoase de grâu, datorită substanțelor stimulative de creștere rezultate din descompunerea resturilor vegetale de leguminoase (Stevenson și Van Kessel, 1996).

## CONCLUZII

În zona Câmpiei Române, creșterea și dezvoltarea culturilor de grâu, porumb și soia au loc în perioada când evapotranspirația depășește frecvent volumul precipitațiilor. Ca urmare, la fel ca și în alte zone în care apa constituie factorul limitativ al succesului culturilor, este necesar să se urmărească păstrarea și folosirea ei cât mai eficient de către plantele cultivate. În perioada de stabilizare a “semănatului direct”, la culturile de grâu după soia și porumb după grâu, eficiența valorificării precipitațiilor (EVP) și eficiența valorificării apei (EVA) au fost mai mari în sistemul zero tillage cu reținerea pe suprafața solului a resturilor vegetale (întinse sau ancorate) decât în cazul lucrării tradiționale cu cizelul și cu încorporarea resturilor vegetale. În ce privește utilizarea apei și nivelul producțiilor de boabe, fermierii nu trebuie să se aștepte în această perioadă de

tranziție la diferențe mari între valorile înregistrate în agricultura conservativă (AC) și sistemul convențional (lucrarea cu cizelul). Mai evidente decât diferențele din câmp sunt diferențele economice semnificative dintre beneficiile raportate la costurile pe care le reclamă fiecare sistem și, anume, reducerea cheltuielilor de producție în practicile bazate pe AC comparativ cu practicile ce implică lucrările convenționale ale solului.

### REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- AMIR, J., KRIKUN, J., ORION, D., PUTTER, J. And KLITMAN, S., 1991 – *Wheat production in an arid environment: Water use efficiency, as affected by management practices*. Field Crops Res., 27: 351-364.
- ANGUS, J.F., and VAN HERWAARDEN, A.F., 2001 – *Increasing water use and water use efficiency in dryland wheat*. Agron. J., 93: 290-298.
- ASSENG, S., TURNER, N.C., and KEATING, B.A., 2001 – *Analysis of water and nitrogen-use efficiency of wheat in a Mediterranean climate*. Plant Soil, 233: 127-143.
- BONFIL, D.J., MUFRADI, I., KLITMAN, S. and ASIDO, S., 1999 – *Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till arid environment*. Agron. J., 91: 368-373.
- COCIU, A.I., 2015 – *Influența lucrării solului și a managementului resturilor vegetale asupra rezervei de apă din sol, în sistemul cultural grâu-porumb-soia*. An. I.N.C.D.A. Fundulea, LXXXIII: 79-96.
- CONACHER, A.J., and SALA, M., 1998 – *Land degradation in Mediterranean environments of the world: Nature and extent, causes, and solution*. Wiley, Chichester, UK.
- FARAHANI, H.J., PETERSON, G.A. and WESTFALL, D.G., 1998 – *Dryland cropping intensification: A fundamental solution to efficient use of precipitation*. Adv. Agron., 64: 197-223.
- HALVORSON, A.D., BLACK, A.L., KRUPINSKY, J.M., MERRILL, S.D., WIENHOLD, B.J. and TANAKA, D.L., 2000 – *Spring wheat response to tillage system and nitrogen fertilization within a crop-fallow system*. Agron. J., 92: 288-294.
- HALVORSON, A.D., NIELSEN, D.C. and REULE, C.A., 2004 – *Nitrogen fertilization and rotation effects on no-till dryland wheat production*. Agron. J., 96: 1196-1201.
- HATFIELD, J.L., SAUER, T.J. and PRUEGER, J.H., 2001 – *Managing soils to achieve greater use efficiency: A review*. Agron. J., 93: 271-280.
- HUANG, M., SHAO, M. ZHANG, L. and LI, Y., 2003 – *Water use efficiency and sustainability of different long-term crop rotation systems in the Loess Plateau of China*. Soil tillage Res., 72: 95-104.
- NIELSEN, D.C., VIGIL, M.F., ANDERSON, R.L., BOWMAN, R.A., BENJAMIN, J.G. and HALVORSON, A.D., 2002 – *Cropping system influence on planting water content and yield of winter wheat*. Agron. J., 94: 962-967.
- NIELSEN, D.C., UNGER, P.W. and MILLAR, P.R., 2005 – *Efficient water use in dryland cropping systems in the Great Plains*. Agron. J., 97: 364-372.
- SCHLEGEL, A.J., DHUYVETTER, K.C., THOMPSON, C.R. and HAVLIN, J.L., 1999 – *Agronomic and economic impacts of tillage and rotation on wheat and sorghum*. J. Prod. Agric., 12: 629-636.
- STEPHENS, D., 2002 – *National land and water resources audit. National and regional assessments of crop yield trends and relative production efficiency. Theme 5.1. Land use change and diversification*. Dep. Agric., Western Australia, South Perth.
- STEVENSON, F.C., and VAN KESSEL, C., 1996 – *The nitrogen and non-nitrogen rotation benefits of pea to succeeding crops*. Can. J. Plant Sci., 76: 735-745.
- TANAKA, D.L., ANDERSON, R.L. and RAO, S.C., 2005 – *Crop sequencing to improve use of precipitation and synergize crop growth*. Agron. J., 97: 385-390.
- TURNER, N.C. 2004 – *Agronomic options for improving rainfall-use efficiency of crops in dryland farming systems*. J. Exp. Bot., 55: 2413-2425.

Prezentată Comitetului de redacție la 8 aprilie 2015