

INFLUENȚA IRIGAȚIEI ASUPRA CANTITĂȚII ȘI CALITĂȚII PRODUCȚIEI DE PORUMB ÎN CÂMPIA CRIȘURILOR

IRRIGATION INFLUENCE ON QUANTITY AND QUALITY OF THE MAIZE YIELD IN THE CRIȘURILOR PLAIN

CRISTIAN DOMUȚA¹, CORNEL DOMUȚA²,
GHEORGHE CIOBANU², MARIA ȘANDOR²,
ALINA DORA SAMUEL³, IOANA BORZA¹,
RADU BREJEA¹, ADRIAN VUȘCAN²

Abstract

The paper is based on the researches carried out in Oradea, during 2006-2008 in the following variants: V₁ = Irrigated, without irrigation suspending; V₂ = Irrigated, irrigation suspending in May; V₃ = Irrigated, irrigation suspending in June; V₄ = Irrigated, irrigation suspending in July; V₅ = Irrigated, irrigation suspending in August; V₆ = Unirrigated. The hybrid used: Fundulea 376. Total nitrogen of the maize kernels was determined in the laboratory of the Agricultural and Development Research Station Oradea. In the variant with optimum irrigation, water reserve on 0-75 cm depth was maintained between easily available water content and field capacity. Pedological drought was determined every year and the irrigation was need, too. The irrigation determined the increase of the total water consumption and yield gain in comparison with unirrigated variant. Irrigation suspending in different months determined statistically very significant yield losses. The biggest protein content was registered in the variant without the irrigation suspending; the values registered in both variants with irrigation suspending in May, June, July and August and unirrigated one are smaller, with differences statistically assured. There were a direct link between de Martonne aridity index values and water consumption, yield and protein content and an inverse link between pedological drought and yield quantity and protein content. These are the arguments for irrigation opportunity in maize from Crișurilor Plain.

Key words: de Martonne aridity index, irrigation, maize, pedological drought, protein, water consumption, yield.

INTRODUCERE

Câmpia Crișurilor se situează în partea centrală a Câmpiei de Vest, unde porumbul și grâul ocupă cele mai mari suprafețe. Primele cercetări privind irigarea

¹Universitatea Oradea, Facultatea de Protecția Mediului, e-mail: cristian_domuta@yahoo.com

²Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Oradea, Universitatea Oradea, Facultatea de Protecția Mediului e-mail: domuta_cornel@yahoo.com; scdaoradea@yahoo.com

³Universitatea Oradea, Facultatea de Biologie, e-mail: samuelalina@rdslink.ro

porumbului în această zonă au fost realizate începând cu anul 1967 de către Stepănescu și Mihăilescu, la Girișu de Criș, și au vizat regimul de irigare prin scurgere la suprafață la cultura porumbului (D o m u ț a, 2003). S t e p ă n e s c u și M a t e (1972) au efectuat cercetări referitoare la plafonul minim (50% și 70% IUA) și adâncimea de udare (0,50 m; 0,85 m; 1,2 m) a porumbului pe cernoziomul cambic de la Girișu de Criș, obținând cea mai mare producție (94,0 q/ha) prin folosirea plafonului minim de 70% IUA și adâncimea de udare de 0,85 m. De asemenea, s-au realizat cercetări de agrotehnică a culturilor irigate privind comportarea diferiților hibrizi, fertilizarea culturilor etc. (S t e p ă n e s c u și M a t e, 1972; D o m u ț a, 1995, 1998).

În perioada 1973-1975 tot la Girișu de Criș, Stepănescu a efectuat cercetări privind consumul de apă al porumbului irigat și neirigat, sursele de acoperire ale acestuia, coeficienții de transformare a evaporației Bac și evapotranspirației de referință Thornthwaite în consum optim de apă a porumbului și relația consum de apă – producție.

Începând cu 1976, cercetările au continuat pe preluvosolul de la Oradea, fiind coordonate de către Stepănescu (1976-1980), Buta Mihaela (1981-1982), Maria Colibaș (1983-1986), Maria Șandor (1986) și Domuța Cornel (1987-2008). Cercetările realizate până în anul 1985 au fost publicate de G r u m e z a și colaboratorii (1987); ele susțin oportunitatea irigației porumbului și stabilesc parametrii necesari proiectării amenajărilor de irigații și prognozei și avertizării udărilor cu ajutorul evaporimetrului Bac (D o m u ț a, 1995).

Aportul stratului subiacent adâncimii de udare a porumbului la consumul de apă, seceta pedologică și seceta pedologică accentuată la porumbul neirigat în întreaga perioadă de funcționare a câmpului de cercetare (1976-2008) și corelațiile acestor indicatori cu producția și sporul de producție produs de irigare, modificările microclimatului, turgescenței frunzelor și nutriției plantelor de porumb sub influența irigației, influența reducerii normei de udare asupra consumului de apă, producției și valorificării apei de către porumb, eficiența economică a irigației porumbului pentru boabe au făcut obiectul unor lucrări publicate de G r u m e z a și K l e p ș (2005), D o m u ț a (2005, 2009). Borza (2006, 2007) a publicat rezultate ale cercetărilor privind influența unor factori fitotehnici – asolament, buruieni, desime, fertilizare, regimul apei – asupra producției de porumb și asupra eficienței valorificării apei de către această cultură. Despre aceste aspecte din literatura internațională sunt citate lucrările publicate de K a m a r a et al. (2009), C a v e r o et al. (2009), H s i a o T h e o d o r e et al. (2009) și alții.

În lucrarea de față se prezintă influența suspendării udărilor în diferite luni ale sezonului de irigație a porumbului asupra stării de aprovizionare cu apă a solului, microclimatului, consumului total de apă, producției de porumb, conținutului boabelor în proteină și corelațiile indicatorilor: seceta pedologică, indicele de ariditate de Martonne și consumul de apă cu producțiile de porumb și conținutul în proteină al acestora. S-a avut în vedere evidențierea posibilităților de reducere a normelor de irigare la cultura porumbului în contextul resurselor de apă tot mai limitate și a tendințelor de aridizare a climei și în zona de vest a României.

MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Cercetările s-au efectuat în perioada 2006-2008 la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Oradea pe un preluvosol cu următorul profil de sol: Ap = 0-24 cm; E1 = 24-34 cm; Bt₁ = 34-54 cm; Bt₂ = 54-78 cm; Bt/c = 78-95 cm; C = 95-145 cm. Pe stratul arat, solul are o hidrostabilitate mare a agregatelor mai mari de 0,25 mm (47,5%), densitatea aparentă, de 1,41 g/cm³, caracterizează solul ca slab tasat, iar porozitatea totală este mijlocie. Pe adâncimile subiacente stratului arat, densitatea aparentă caracterizează solul ca moderat și puternic tasat, iar porozitatea totală este mijlocie și mică. Conductivitatea hidraulică este mare pe adâncimea de 0-20 cm (21,0 mm/h), mijlocie pe adâncimile 20-40 cm (10,5 mm/h) și 40-60 cm (4,4 mm/h), mică și foarte mică pe adâncimile următoare: 1,0 mm/h pe 60-80 cm; 0,5 mm/h pe 80-100 cm și 0,1 mm/h pe 100-150 cm. Capacitatea de câmp (CC) are o valoare mijlocie pe întreg profilul de sol, iar coeficientul de ofilire (CO) are, de asemenea, valoare mijlocie până la adâncimea de 80 cm și valoare mare sub această adâncime; pe adâncimea de udare a porumbului (0-75 cm), capacitatea de câmp are valoarea de 24,2% (2782 m³/ha), iar coeficientul de ofilire are valoarea de 10,1% (1158 m³/ha).

Plafonul minim (PM) a fost stabilit în funcție de textură (G r u m e z a și colab., 1989; C a n a r a c h e, 1990) după formula: $PM = CO + 2/3 (CC - CO)$.

Reacția solului este slab acidă (6,11-6,8) pe întregul profil de sol; aprovizionarea cu humus este slabă (1,44-1,75 %), iar cea cu azot total este slabă-mijlocie (0,127-0,157). Ca urmare a folosirii unei agrotehnici specifice câmpurilor de cercetare a bilanțului apei în sol, în perioada 1976-2005, conținutul solului în fosfor pe stratul arat a crescut de la 22,0 ppm (sol mijlociu aprovizionat) la 150,8 ppm (sol foarte bine aprovizionat); pe profil, valorile conținutului în fosfor sunt mai mici: 126,8 ppm la 0-20 cm; 40,6 ppm la 20-40 cm; 26,1 ppm la 40-60 cm; 23,4 ppm la 80-100 cm. Conținutul în potasiu mobil este mic-mijlociu, cu valori ce cresc de la 0-20 cm (124,5 ppm), spre profunzime (145,4 ppm la 80-100 cm). Solul este mijlociu aprovizionat cu magneziu pe întregul profil, iar conținutul în mangan este mijlociu până la 40 cm și mic sub această adâncime.

Sursa de apă de irigare este un foraj subteran adânc de 15 m. Apa are un pH (7,2) care o încadrează în categoria celor corespunzătoare pentru irigat, un conținut de sodiu scăzut (12,9%), reziduu mineral fix (0,5 g/l) sub limita admisibilă de 0,8-1 g/l). Indicele CSR (-1,7) indică un potențial de salinizare redus (clasa C₁), iar indicele SAR (0,52; clasa S₁) este de asemenea redus, apa putând fi folosită fără restricții. Apa de irigare folosită în câmpul de cercetare se încadrează în categoria II „ape foarte bune pentru irigații”, după clasificarea Florea (D o m u ț a, 2003).

Precipitațiile anuale au depășit valoarea mediei multianuale 1931-2005 (621,1 mm) cu 19,2% în 2006 și au fost mai puține decât aceasta în anul 2007 cu 10,5% și cu 5,7% în 2008. Repartiția lunară a precipitațiilor înregistrate în perioada de vegetație a porumbului este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1

Precipitații lunare (mm) înregistrate în perioada de vegetație a porumbului.**Oradea, 2006-2008**

(Monthly rainfall registered during the maize vegetation period.

Oradea, 2006-2008)

Specificare	Luna						IV-IX	Total an agricol
	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Media multianuală 1931-2005	47,2	61,4	85,2	71,0	58,0	44,6	367,4	621,1
2006	90,1	79,8	77,2	28,8	139,0	5,0	414,9	684,7
2007	3,2	80,6	50,5	67,6	82,4	91,2	375,5	556,1
2008	43,3	38,9	92,1	69,3	27,3	46,0	316,9	585,7

Cercetările s-au efectuat în următoarele variante de aprovizionare cu apă:

V₁ – neirigat ;

V₂ – irigat, fără suspendarea udărilor în sezonul de irigație al porumbului;

V₃ – irigat, cu suspendarea udărilor în luna mai;

V₄ – irigat, cu suspendarea udărilor în luna iunie;

V₅ – irigat, cu suspendarea udărilor în luna iulie;

V₆ – irigat, cu suspendarea udărilor în luna august.

Suprafața unei parcele experimentale a fost de 50 m², numărul de repetiții – 4, metoda de irigare – aspersiune, cu un dispozitiv adaptat pentru parcele rectangulare; a fost folosit hibridul Fundulea 376, iar sistemul de fertilizare: N₁₂₀P₉₀K₆₀.

Din 10 în 10 zile, în toate variantele, s-a determinat umiditatea solului pe adâncimea de 0-75 cm, iar lunar, pe adâncimea de 0-150 cm. În varianta fără suspendarea udărilor, s-a irigat în momentul în care, pe adâncimea de 0-75 cm, rezerva de apă a ajuns la nivelul plafonului minim. În variantele cu suspendarea udărilor în lunile respective nu s-a irigat, iar în lunile următoare s-a irigat odată cu irigarea variantei fără suspendarea udărilor.

Indicele de ariditate de Martonne (I_{dM}) s-a calculat după formula:

$$I_{dM} = \frac{12 \cdot p}{t + 10}$$

în care:

p = precipitațiile lunare (mm);

t = temperatura medie lunară a aerului (°C).

În condiții de irigare, la precipitații s-a adăugat norma de irigare, iar interpretarea datelor s-a făcut după clasele de caracterizare propuse de Domuța (1995).

Consumul total de apă al culturii porumbului s-a determinat prin metoda bilanțului apei în sol (Grumeză și colab., 1989), adâncimea de bilanț fiind 0-150 cm.

Conținutul în proteină s-a determinat în laboratorul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Oradea după metodologia specifică.

Prelucrarea datelor experimentale s-a realizat prin analiza varianței (D o m u ț a, 2006).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Seceta pedologică la cultura porumbului

C o n e a și colaboratorii (1977) definesc seceta pedologică ca „secetă considerată a fi datorată umidității reduse a solului, care, chiar în condiții atmosferice satisfăcătoare, nu permite absorbția de către plante a unei cantități suficiente de apă din sol”. D o m u ț a (2004) consideră termenul de „umiditate redusă” prea vag și propune ca noțiunea de secetă pedologică să fie legată de noțiunea de plafon minim propusă de Botzan în 1953 (C a n a r a c h e, 1990), care reprezintă „punctul din intervalul umidității accesibile până la care umiditatea din sol poate să scadă fără ca recolta să fie sensibil afectată”. Ca urmare, a propus noțiunile:

➤ seceta pedologică, definită ca perioada în care rezerva de apă a solului pe adâncimea de udare (fixă sau variabilă) se situează sub nivelul plafonului minim;

➤ seceta pedologică accentuată, considerată a fi perioada în care rezerva de apă pe adâncimea de udare a culturilor se situează sub nivelul coeficientului de ofilire, înțelegând coeficientul de ofilire ca un punct dintr-un interval și nu ca un punct fix.

Pe baza datelor decadale de umiditate a solului s-au realizat grafice de dinamică a rezervei de apă pe adâncimea de 0-75 cm, care au permis stabilirea numărului de zile cu rezerva de apă sub plafonul minim, respectiv sub coeficientul de ofilire.

În condiții de neirigare, cele mai puține zile cu secetă pedologică s-au determinat în anul 2006 (46 zile); în anul 2007 s-au înregistrat 110 zile, iar în anul 2008, 76 zile. Cele mai multe zile cu secetă pedologică s-au înregistrat în luna iulie: 31 zile în anul 2006 și 28 zile în anul 2007, precum și în luna august, în anul 2008 (31 zile) (tabelul 2).

În variantele cu suspendarea udărilor rezerva de apă din sol din luna respectivă a scăzut sub nivelul plafonului minim, însă numărul de zile cu secetă pedologică a fost mai mic decât în condiții de neirigare; totodată, în luna următoare s-au mai înregistrat câteva zile cu secetă pedologică.

Seceta pedologică accentuată a fost prezentă doar în condiții de neirigare, rezerva de apă scăzând sub nivelul coeficientului de ofilire un număr de 5 zile în 2006, 9 zile în 2007 și de 7 zile în 2008. Fenomenul s-a înregistrat în lunile iulie și august (tabelul 3).

Tabelul 2

Numărul de zile cu secetă pedologică la cultura porumbului în diferite variante de aprovizionare cu apă, în condițiile de la Oradea, în perioada 2006-2008

(Number of days with pedological drought in maize, in different variants of water supply, under conditions from Oradea during 2006-2008)

Varianta	Luna					IV-VIII
	IV	V	VI	VII	VIII	
2006						
V ₁	0	0	0	0	0	0
V ₂	0	0	0	0	0	0
V ₃	0	0	0	0	0	0
V ₄	0	0	0	20	3	23
V ₅	0	0	0	0	6	6
V ₆	0	0	5	31	10	46
2007						
V ₁	0	0	0	0	0	0
V ₂	0	10	2	0	0	12
V ₃	0	0	17	4	0	21
V ₄	0	0	0	20	5	24
V ₅	0	0	0	0	17	17
V ₆	14	22	26	28	20	110
2008						
V ₁	0	0	0	0	0	0
V ₂	0	8	2	0	0	10
V ₃	0	0	14	0	0	14
V ₄	0	0	0	21	3	24
V ₅	0	0	0	0	28	28
V ₆	0	8	16	21	31	76

V₁ – Irigat, fără suspendarea udărilor;

V₂ – Irigat, cu suspendarea udărilor în mai (4-9 frunze);

V₃ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iunie (10-18 frunze);

V₄ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V₅ – Irigat, cu suspendarea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară);

V₆ – Neirigat.

Tabelul 3

Regimul de irigare al culturii porumbului în diferite variante de aprovizionare cu apă, în condițiile de la Oradea, în perioada 2006-2008

(Irrigation regime of the maize from different variants of water supply, under conditions from Oradea, during 2006-2008)

Varianta	IV		V		VI		VII		VIII		IV-VIII	
	Σm	n	Σm	n	Σm	n	Σm	n	Σm	n	Σm	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2006												
V ₁	-	-	-	-	-	-	1160	3	-	-	1160	3
V ₂	-	-	-	-	-	-	1160	3	-	-	1160	3
V ₃	-	-	-	-	-	-	1160	3	-	-	1160	3
V ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V ₅	-	-	-	-	-	-	1160	3	-	-	1160	3

Tabelul 3 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2007												
V ₁	300	1	400	1	500	1	1200	4	550	1	2950	8
V ₂	300	1	-	-	500	1	1200	4	550	1	2550	7
V ₃	300	1	400	1	-	-	1200	4	550	1	2450	7
V ₄	300	1	400	1	500	1	-	-	550	1	1750	4
V ₅	300	1	400	1	500	1	1200	4	-	-	2400	7
2008												
V ₁	-	-	500	1	1020	2	1100	3	700	2	3320	8
V ₂	-	-	-	-	1020	2	1100	2	700	2	2820	6
V ₃	-	-	500	1	-	-	1100	2	70	2	2300	5
V ₄	-	-	500	1	1020	2	-	-	700	2	2220	5
V ₅	-	-	500	1	1020	2	1100	2	-	-	2620	5

V₁ – Irigat, fără suspendarea udărilor;

V₂ – Irigat, cu suspendarea udărilor în mai (4-9 frunze);

V₃ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iunie (10-18 frunze);

V₄ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iulie (apariția paniculului – umplerea boabelor);

V₅ – Irigat, cu suspendarea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară);

Σm = norma de irigare;

n = numărul de udări.

Regimul de irigare al porumbului

Pentru menținerea rezervei de apă pe adâncimea de 0-75 cm între plafonul minim și capacitatea de câmp în anul 2006, s-a folosit o normă de irigare de 1160 m³/ha. Aceasta a fost aplicată în trei udări, în luna iulie. În anul 2007, norma de irigare a fost de 2950 m³/ha, iar numărul de udări de opt; s-a irigat în toate lunile perioadei aprilie-august, cea mai mare normă de irigare lunară, de 1200 m³/ha în patru udări s-a înregistrat în luna iulie; suspendarea udărilor în lunile sezonului de irigare a determinat scăderea valorii normei de irigare și a numărului de udări.

Cea mai mare valoare a normei de irigare (3320 m³/ha) s-a folosit în anul 2008, numărul de udări fiind tot opt, ca în 2007. A fost nevoie de irigare în perioada mai-august, cea mai mare normă de irigare, de 1120 m³/ha, s-a folosit în iulie, însă și norma de irigare folosită în iunie are o valoare ridicată (1020 m³/ha). Suspendarea udărilor, în lunile perioadei mai-august a determinat diminuarea valorilor normelor de irigare și a numărului de udări.

Influența irigației asupra microclimatului

Pentru caracterizarea microclimatului porumbului neirigat și irigat s-a folosit indicatorul climatic „indicele de ariditate de Martonne” (I_{dm}), cel mai cunoscut indicator climatic din România (D o m u ț a, 2005).

În condiții de neirigare, perioada aprilie-august s-a caracterizat ca „moderat umedă II” în anul 2006 (I_{dm} = 35,6) și ca semiaridă în anii 2007 (I_{dm} = 21,9) și 2008 (I_{dm} = 22,8) (tabelul 4).

Irigarea a determinat creșterea valorii indicelui de ariditate comparativ cu varianta neirigată cu 28% în 2006, microclimatul realizat fiind caracterizat ca „umed”. În anii 2007 și 2008, diferențele au fost mult mai mari, 105% și 115%, microclimatul culturii porumbului irigat la nivel optim fiind caracterizat, de asemenea, ca „umed”. În variantele cu suspendarea udărilor, valorile indicelui de ariditate de Martonne au scăzut, însă se situează în aceeași clasă de interpretare, „umed”, cu excepția situației din luna iulie 2007, când microclimatul porumbului din varianta cu suspendarea udărilor, în această lună a fost caracterizat ca „moderat umed II”.

Tabelul 4

Valorile indicelui de ariditate de Martonne (I_{dM}) în condițiile suspendării udărilor în diferite luni ale sezonului de irigație al porumbului. Oradea, 2006-2008

(The values of the de Martonne aridity index (I_{dM}) under conditions of the irrigation suspending in different months of the maize irrigation season. Oradea, 2006-2008)

Varianta	Indicele de ariditate de Martonne		
	Valoarea I_{dM}	%	%
2006			
V ₁	35,6	100	-
V ₂	45,6	128	100
V ₃	45,6	128	100
V ₄	45,6	128	100
V ₅	35,6	100	78
V ₆	45,6	128	100
2007			
V ₁	21,9	100	-
V ₂	44,9	205	100
V ₃	41,5	189	93
V ₄	41,2	188	92
V ₅	36,4	166	81
V ₆	40,9	187	91
2008			
V ₁	22,8	100	-
V ₂	48,9	215	100
V ₃	44,5	195	91
V ₄	41,1	180	84
V ₅	40,4	177	83
V ₆	43,7	192	89

V₁ – Neirigat;

V₂ – Irigat, fără suspendarea udărilor;

V₃ – Irigat, cu suspendarea udărilor în mai (4-9 frunze);

V₄ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iunie (10-18 frunze);

V₅ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V₆ – Irigat, cu suspendarea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară).

Influența irigației asupra consumului total de apă al culturii porumbului

În anul 2006, irigarea a determinat creșterea consumului total de apă cu 12,2-13,4%. Ponderea irigației în acoperirea consumului total de apă a fost 19,0-19,2%; cea mai mare pondere în acoperirea consumului total de apă au avut-o precipitațiile din perioada de vegetație a porumbului (58,6-58,8%). În variantele irigate, porumbul a consumat din rezerva solului o cantitate mai mică de apă comparativ cu porumbul neirigat, de 1320-1358 m³/ha față de 1822-1862 m³/ha (tabelul 5).

Tabelul 5

Consumul total de apă al culturii porumbului neirigat și irigat și sursele de acoperire în condițiile de la Oradea, în perioada 2006-2008

(Total water consumption of the unirrigated and irrigated maize and their covering sources under conditions from Oradea, during 2006-2008)

Varianta	Consumul total de apă $\Sigma(e+t)$			Sursele de acoperire					
	m ³ /ha	%	%	Ri-Rf			Pv	Σm	
				m ³ /ha	%	%	m ³ /ha	m ³ /ha	%
2006									
V ₁	5372	100	-	1822	100	-	3550	-	-
V ₂	6030	112	100	1320	72	100	3550	1160	100
V ₃	6070	113	101	1360	75	103	3550	1160	100
V ₄	6068	112	102	1358	74	103	3550	1160	100
V ₅	5412	100	91	1862	102	141	3550	-	-
V ₆	6096	113	101	1386	76	105	3550	1160	100
2007									
V ₁	4302	100	-	490	100	-	3812	-	-
V ₂	6719	156	100	143	-	100	3812	2950	100
V ₃	6492	151	97	130	27	102	3812	2550	87
V ₄	6540	152	98	198	40	156	3812	2450	83
V ₅	5909	137	88	347	71	273	3812	1750	59
V ₆	6467	150	96	255	52	201	3812	2400	81
2008									
V ₁	4410	100	-	1300	100	-	3110	-	-
V ₂	6942	158	100	512	39	100	3110	3320	100
V ₃	6521	148	94	591	37	115	3110	2820	85
V ₄	6065	138	87	655	50	128	3110	2300	69
V ₅	6000	136	86	690	53	134	3110	2200	66
V ₆	6454	146	93	724	56	141	3110	2620	79

V₁ – Neirigat;

V₂ – Irigat, fără suspendarea udărilor;

V₃ – Irigat, cu suspendarea udărilor în mai (4-9 frunze);

V₄ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iunie (10-18 frunze);

V₅ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V₆ – Irigat, cu suspendarea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară);

Ri – Rf = rezerva solului;

Pv = precipitații în perioada de vegetație;

Σm = norma de irigare.

Aprovizionarea optimă cu apă a porumbului cu ajutorul irigației a determinat în anii 2007 și 2008 valori ale consumului total de apă mai mari decât în condiții de neirigare cu 56% și 58%. În variantele cu suspendarea udărilor, valorile consumului total de apă au scăzut comparativ cu varianta aprovizionată optim cu apă. Ponderea irigației în acoperirea consumului total de apă a fost cuprinsă între 29,6 și 43,9% în 2007 și între 37,9 și 47,8% în 2008. Din rezerva solului, porumbul neirigat a consumat cele mai mari cantități de apă: în varianta fără suspendarea udărilor, porumbul a consumat cea mai mică cantitate de apă din rezerva solului, iar în variantele cu suspendarea udărilor, valorile au fost mai mari, fără a depăși cantitatea de apă consumată din rezerva solului de porumbul neirigat (tabelul 5).

Influența irigației asupra producției

În anul 2006, în varianta fără suspendarea udărilor în sezonul de irigare al porumbului s-a obținut o producție cu 42,9% mai mare decât producția variantei neirigate. Irigațiile au fost necesare doar în luna august, iar suspendarea lor în această lună a determinat o pierdere de producție față de varianta irigată optim de 3870 kg/ha (29,4%), foarte semnificativă statistic (tabelul 6).

Tabelul 6

Influența asupra producției a suspendării irigației în diferite luni ale sezonului de irigație a culturii de porumb, în condițiile de la Oradea, în perioada 2006-2008

(Influence, on yield, of the irrigation suspending in different months of the maize irrigation season, under conditions from Oradea, during 2006-2008)

Varianta	Producția		Diferența		Semnificația statistică
	kg/ha	%	kg/ha	%	
1	2	3	4	5	6
2006					
V ₁	13200	100	-	-	mt.
V ₂	13110	99,3	-90	-0,7	-
V ₃	13410	101,6	+210	+1,6	-
V ₄	9330	70,6	3870	-29,4	ooo
V ₅	13340	101,1	140	1,1	-
V ₆	9240	70,0	3960	-30,0	ooo
DL 5% = 230; DL 1% = 410; DL 0,1% = 670.					
2007					
V ₁	13120	100	-	-	mt.
V ₂	12100	92,2	-1020	-7,8	ooo
V ₃	7900	60,2	-5220	-39,8	ooo
V ₄	8300	63,6	-4820	-36,4	ooo
V ₅	10490	79,9	-2630	-20,1	ooo
V ₆	6470	49,3	-6650	-50,7	ooo
DL 5% = 240; DL 1% = 410; DL 0,1% = 790.					

Tabelul 6 (continuare)

1	2	3	4	5	6
2008					
V ₁	14200	100	-	-	mt.
V ₂	13180	92,8	-1020	-7,2	ooo
V ₃	11620	81,8	-2580	-18,2	ooo
V ₄	11540	81,3	-2660	-18,7	ooo
V ₅	10340	72,8	-3860	-27,2	ooo
V ₆	7610	51,5	-6590	-48,5	ooo
DL 5% = 190; DL 1% = 310; DL 0,1% = 680.					

V₁ – Irigat, fără suspendarea udărilor;

V₂ – Irigat, cu suspendarea udărilor în mai (4-9 frunze);

V₃ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iunie (10-18 frunze);

V₄ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V₅ – Irigat, cu suspendarea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară);

V₆ – Neirigat.

Sporul de producție obținut în anul 2007 în varianta cu folosirea optimă a irigației a fost de 6650 kg/ha, diferența relativă față de varianta neirigată fiind de 102,8%. Întrucât irigațiile au fost necesare în fiecare lună a sezonului de irigare, suspendarea a determinat pierderi de producție față de varianta fără suspendarea udărilor, diferențele fiind foarte semnificative statistic în toate cazurile; cea mai mare pierdere de producție (5220 kg/ha; 39,8%) s-a înregistrat în varianta cu suspendarea udărilor în luna iunie.

În anul 2008, în varianta fără suspendarea udărilor în lunile sezonului de irigare a porumbului s-a obținut o producție de 14200 kg/ha, cu 86,5% mai mare față de varianta neirigată, fiind foarte semnificativă statistic. Suspendarea udărilor în perioada mai-august a determinat pierderi de producție foarte semnificative statistic față de varianta fără suspendarea udărilor, cea mai mare pierdere (3860 kg/ha; 27,2%) s-a înregistrat în varianta cu suspendarea udărilor în luna august.

Influența irigației asupra conținutului în proteină al producției de porumb

Conținutul în proteină al boabelor de porumb a avut cele mai ridicate valori în varianta irigată la nivel optim (12,2% în 2006, 11,12% în 2007 și 11,38% în 2008) și cele mai scăzute, în condiții de neirigare (8,27% în 2006, 7,00 % în 2007 și 6,75% în 2008) (tabelul 7).

Suspendarea udărilor în luna mai nu a determinat diferențe asigurate statistic ale conținutului boabelor în proteină, comparativ cu varianta fără suspendarea udărilor; suspendarea udărilor a determinat diferențe distinct semnificative statistic, iar suspendarea udărilor în lunile iulie, respectiv august, a determinat diferențe foarte semnificative statistic, cele mai mari diferențe (28,6% în 2007 și 30,2% în 2008), înregistrându-se prin suspendarea udărilor în luna august. În

anul 2006 a fost nevoie de irigare doar în luna iulie, iar suspendarea udărilor în această lună a determinat o scădere foarte semnificativă statistic a conținutului în proteină.

Tabelul 7

Influența suspendării irigației în diferite luni ale sezonului de irigație asupra conținutului în proteină al boabelor de porumb, în condițiile de la Oradea, în perioada 2006-2008

(Influence of the irrigation suspending in different months of the irrigation season on content of the maize protein kernels, under conditions from Oradea, during 2006-2008)

Varianta	Proteină		Diferența		Semnificația statistică
	kg/ha	%	kg/ha	%	
2006					
V ₁	12,20	100	-	-	mt.
V ₂	12,16	99,6	-0,04	-0,4	-
V ₃	11,96	98,0	-0,24	-2,0	-
V ₄	8,4	68,9	-3,8	-31,3	ooo
V ₅	12,21	100,1	0,01	+0,1	-
V ₆	8,27	67,8	3,93	-32,2	ooo
DL 5% = 0,61; DL 1% = 1,02; DL 0,1% = 2,29.					
2007					
V ₁	11,12	100	-	-	mt.
V ₂	10,44	93,9	-0,67	-6,1	-
V ₃	8,56	77,0	-2,56	-23,0	oo
V ₄	8,39	75,4	-2,73	-24,6	ooo
V ₅	7,93	71,4	-3,19	-28,6	ooo
V ₆	7,00	63,0	-4,12	-37,0	ooo
DL 5% = 0,81; DL 1% = 1,56; DL 0,1% = 2,63.					
2008					
V ₁	11,38	100	-	-	mt.
V ₂	10,94	96,1	-0,44	-3,9	-
V ₃	9,50	83,5	-1,88	-16,5	oo
V ₄	9,19	80,8	-2,19	-19,2	ooo
V ₅	7,94	69,8	-3,44	-30,2	ooo
V ₆	6,75	59,4	-5,13	-40,6	ooo
DL 5% = 0,50; DL 1% = 1,06; DL 0,1% = 2,00.					

V₁ – Irigat, fără suspendarea udărilor;

V₂ – Irigat, cu suspendarea udărilor în mai (4-9 frunze);

V₃ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iunie (10-18 frunze);

V₄ – Irigat, cu suspendarea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V₅ – Irigat, cu suspendarea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară);

V₆ – Neirigat.

Calcularea producției de proteină a condus la accentuarea diferențelor relative dintre variante. Astfel, diferențele dintre varianta fără suspendarea udărilor și varianta neirigată au fost de -52,6% în 2006, de -69,1% în 2007 și de -67,9% în 2008 față de diferența de -30% în 2006, -50,7% în 2007 și de -48,5% în 2008 înregistrate între producțiile de boabe din cele două variante. Același fenomen s-a înregistrat și în variantele cu suspendarea udărilor (tabelul 8).

Tabelul 8

Influența suspendării irigației în diferite luni ale sezonului de irigație asupra producției de proteină din boabele de porumb, în condițiile de la Oradea, în perioada 2006-2008
 (Influence of the irrigation suspending in different month of the irrigation season, on protein yield from maize kernels, under conditions from Oradea, during 2006-2008)

Varianta	Producția		Diferența		Semnificația statistică
	kg/ha	%	kg/ha	%	
2006					
1. Irigat, fără suspendarea udărilor	1610	100	-	-	mt.
2. Irigat, cu suspendarea udărilor în Mai (4-9 frunze)	1594	99,0	-16	-1	-
3. Irigat, cu suspendarea udărilor în Iunie (10-18 frunze)	1602	98,5	-8	-1,5	-
4. Irigat, cu suspendarea udărilor în Iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor)	783	48,6	-827	-51,4	ooo
5. Irigat, cu suspendarea udărilor în August (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară)	1629	101,2	+19	1,2	-
6. Neirigat	764	47,4	-846	-526	ooo
DL 5% = 130; DL 1% = 276; DL 0,1% = 568.					
2007					
1. Irigat, fără suspendarea udărilor	1490	100	-	-	mt.
2. Irigat, cu suspendarea udărilor în Mai (4-9 frunze)	1263	84,7	-227	-15,3	o
3. Irigat, cu suspendarea udărilor în Iunie (10-18 frunze)	676	45,4	-814	-44,6	ooo
4. Irigat, cu suspendarea udărilor în Iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor)	658	44,2	-832	-45,8	ooo
5. Irigat, cu suspendarea udărilor în August (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară)	831	55,8	-659	-44,2	ooo
6. Neirigat	453	30,4	-1037	-69,6	ooo
DL 5% = 170; DL 1% = 315; DL 0,1% = 730.					
2008					
1. Irigat, fără suspendarea udărilor	1616	100	-	-	mt
2. Irigat, cu suspendarea udărilor în Mai (4-9 frunze)	1442	89,2	-174	-10,8	o
3. Irigat, cu suspendarea udărilor în Iunie (10-18 frunze)	1096	67,8	-520	-32,2	oo
4. Irigat, cu suspendarea udărilor în Iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor)	1060	65,6	-556	-34,4	oo
5. Irigat, cu suspendarea udărilor în August (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară)	821	50,8	-795	-49,2	ooo
6. Neirigat	514	31,8	-1102	-68,2	ooo
DL 5% = 160; DL 1% = 290; DL 0,1% = 630.					

Corelațiile indicatorului „numărul de zile cu secetă pedologică”

Dintre cele cinci tipuri de funcții de care dispune programul Windows – liniară, logaritmică, polinomială, putere și exponențială – funcția polinomială a avut coeficientul de regresie cel mai ridicat pentru legătura inversă dintre numărul de zile cu secetă pedologică și producțiile de porumb din varianta neirigată, respectiv din variantele cu suspendarea udărilor (figura 1).

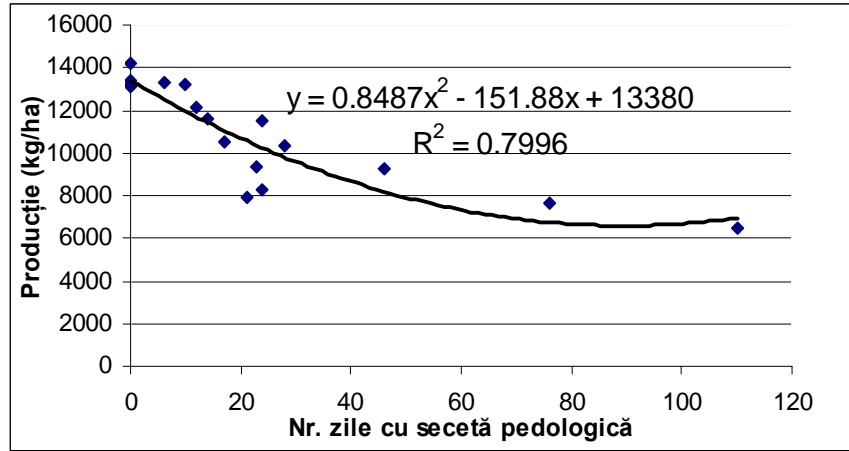


Fig. 1 – Corelația dintre numărul de zile cu secetă pedologică și producția de porumb
(Correlation between number of days with pedological drought and yield in maize)

Creșterea numărului de zile cu secetă pedologică a determinat scăderea conținutului de proteină; corelația fiind foarte semnificativă statistic, de formă polinomială. Tot inversă și de formă polinomială este și corelația dintre numărul de zile cu secetă pedologică și producția totală de proteină (figurile 2 și 3).

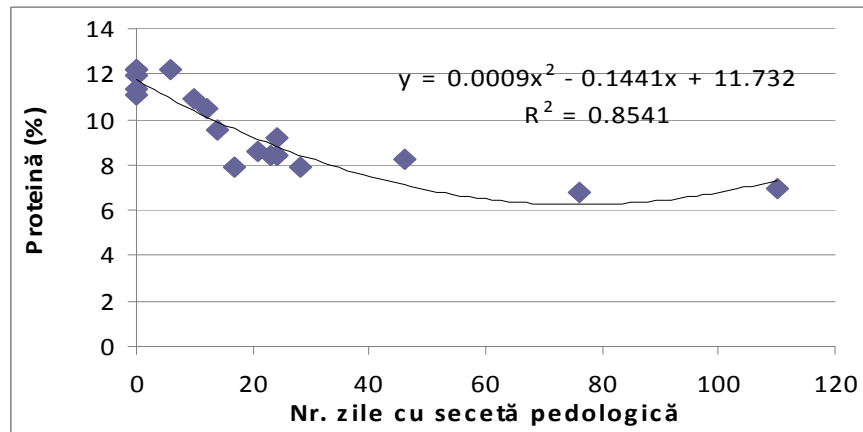


Fig. 2 – Corelația dintre numărul de zile cu secetă pedologică și conținutul în proteină al boabelor de porumb
(Correlation between number of days with pedological drought and protein content of the maize kernels)

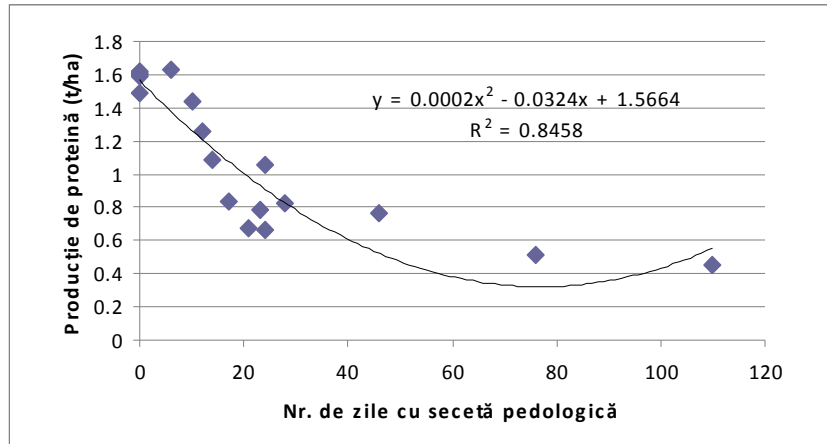


Fig. 3 – Corelația dintre numărul de zile cu secetă pedologică și producția de proteină al boabelor de porumb
 (Correlation between number of days with pedological drought and protein production of the maize kernels)

Corelațiile indicatorului climatic „indicele de ariditate de Martonne”

Între valorile indicelui de ariditate de Martonne și consumul total de apă al porumbului din cele 6 variante s-a cuantificat o corelație directă, foarte semnificativă statistic, de forma putere (figura 4).

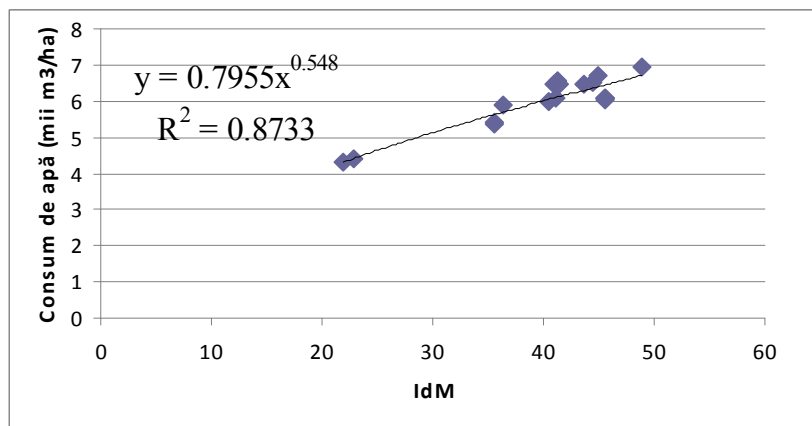


Fig. 4 – Corelația dintre Indicele de ariditate de Martonne și consumul de apă al porumbului
 (Correlation between de Martonne aridity index and water consumption)

Corelația indicelui de ariditate de Martonne cu producția de porumb este directă (figura 5).

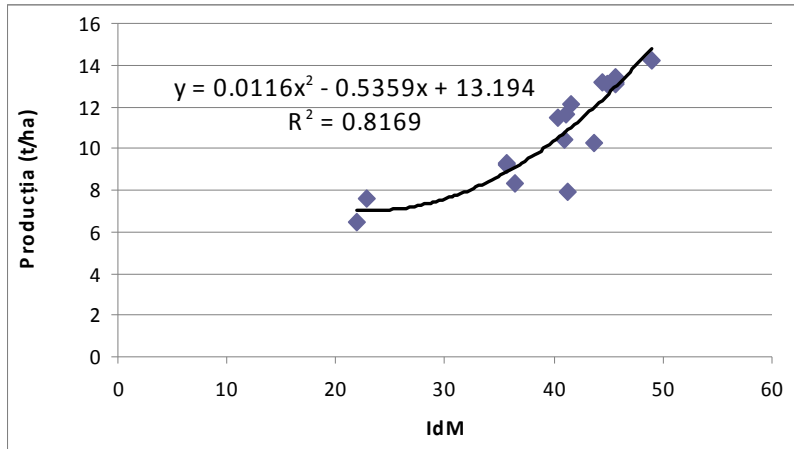


Fig. 5 – Corelația dintre Indicele de ariditate de Martonne și producția de porumb (Correlation between de Martonne aridity index and maize yield)

Corelația dintre indicele de ariditate de Martonne și conținutul în proteină al boabelor de porumb, respectiv producția de proteină, sunt de formă polinomială, foarte semnificative statistic (figurile 6 și 7).

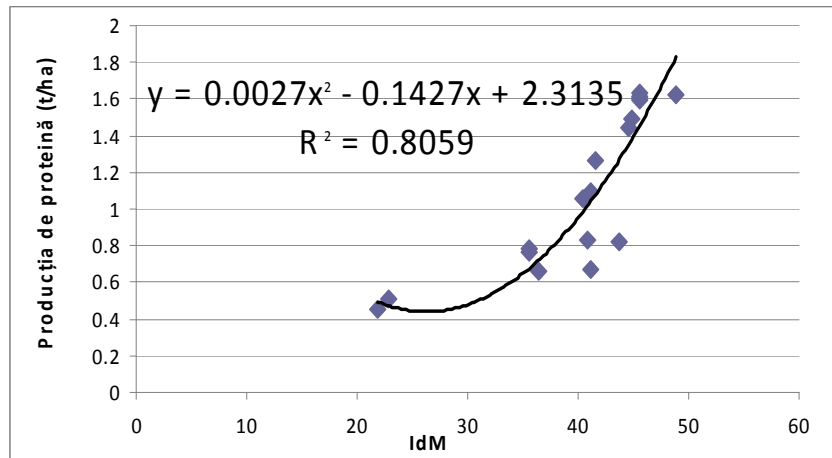


Fig. 6 – Corelația dintre Indicele de ariditate de Martonne și producția de proteină la cultura porumbului (Correlation between de Martonne aridity index and protein yield in maize)

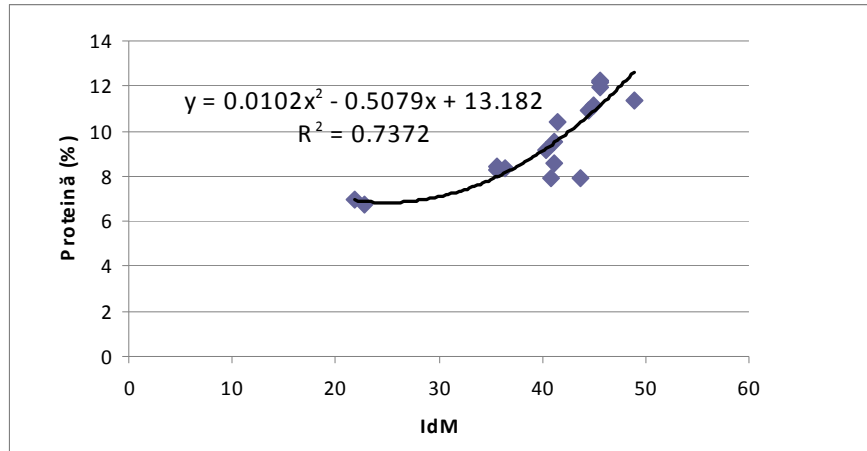


Fig. 7 – Corelația dintre Indicele de ariditate de Martonne și conținutul în proteină al boabelor de porumb
(Correlation between de Martonne aridity index and protein content in maize)

Corelațiile indicatorului „consumul total de apă al plantelor”

Între consumul total de apă al culturii porumbului și producțiile obținute în variantele studiate s-a cuantificat o corelație directă asigurată statistic de tip putere (figura 8).

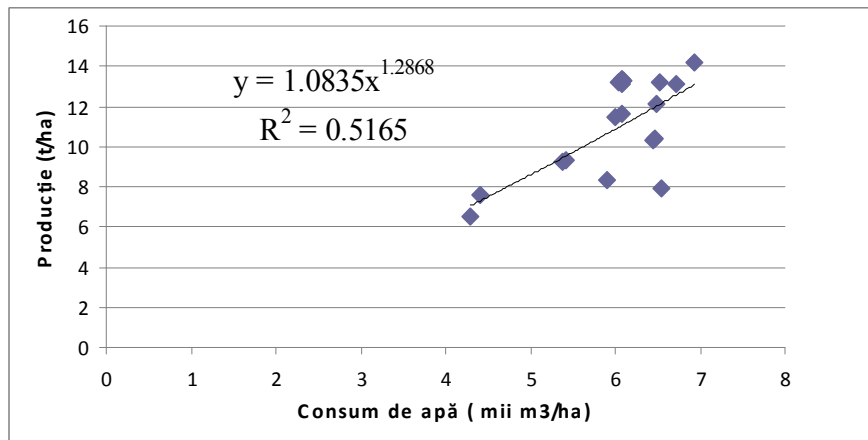


Fig. 8 – Corelația dintre consumul de apă al porumbului și producție
(Correlation between maize water consumption and yield)

CONCLUZII

Cercetările s-au efectuat în perioada 2006-2008 la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Oradea în condițiile unui preluvosol, fiind studiate 6 variante experimentale privind regimul apei.

□ În condiții de neirigare, în sezonul de interes pentru irigații, pe adâncimea de 0-75 cm, la cultura porumbului s-a înregistrat scăderea rezervei de apă sub nivelul plafonului minim (secetă pedologică) în fiecare an: 46 zile în anul 2006, 110 zile în 2007 și 76 de zile în 2008. Suspendarea udărilor în lunile sezonului de irigare a porumbului a făcut să apară fenomenul de secetă pedologică în aceste luni și în câteva zile din luna următoare. La porumbul neirigat, rezerva de apă din sol pe adâncimea de 0-75 cm a scăzut sub nivelul coeficientului de ofilire în fiecare an.

□ Pentru menținerea rezervei de apă pe adâncimea de udare, între plafonul minim și capacitatea de câmp s-au folosit norme de irigație de 1160 m³/ha în anul 2006, de 2950 m³/ha 2007 și de 3320 m³/ha în anul 2008. În variantele cu suspendarea udărilor, normele de irigare au avut valori mai mici.

□ Folosirea irigațiilor a determinat îmbunătățirea raportului apă/temperatură, indicele de Martonne din lunile cu irigații având valori substanțial mai mari decât în condiții de neirigare. În variantele cu suspendarea udărilor, valorile indicelui de ariditate de Martonne au scăzut comparativ cu valorile din varianta aprovizionată optim cu apă.

□ Irigarea a determinat creșterea valorilor consumului total de apă. În variantele irigate, ponderea cea mai mare în acoperirea consumului de apă au avut-o precipitațiile înregistrate în perioada de vegetație, urmată de irigație și de apa folosită din rezerva solului. În variantele cu suspendarea irigației în diferite luni ale sezonului de irigare a porumbului a scăzut valoarea consumului total de apă comparativ cu varianta fără suspendarea udărilor. În ce privește sursele de acoperire a consumului total de apă, în aceste variante s-a înregistrat creșterea cantităților de apă folosite din rezerva solului.

□ În toate cele 5 variante cu irigații producțiile de porumb au fost mai mari decât producțiile variantei neirigate în toți cei 3 ani studiați. Comparativ cu varianta aprovizionată optim cu apă, în anul 2006, cea mai mare pierdere de producție s-a înregistrat în varianta cu suspendarea udărilor în luna iulie, în anul 2007, cea mai mare pierdere de producție s-a înregistrat în varianta cu suspendarea udărilor din luna iunie, iar în anul 2008 cea mai mare pierdere de producție s-a înregistrat în varianta cu suspendarea udărilor în luna august.

□ Irigarea a determinat creșterea conținutului de proteină comparativ cu varianta neirigată. Ca urmare, diferențele relative dintre producțiile totale de proteină s-au mărit comparativ cu diferențele relative dintre producțiile brute. În variantele cu suspendare udărilor, conținutul de proteină a scăzut comparativ cu varianta fără suspendarea udărilor, diferențele fiind asigurate statistic.

□ Cea mai mare cantitate de producție principală la 1 m³ apă consumată s-a obținut în varianta aprovizionată optim cu apă; comparativ cu aceasta, în varian-

tele cu suspendarea udărilor, valorificarea apei s-a înrăutățit. În condiții de neirigare, eficiența valorificării apei consumate a fost mai mică decât varianta optim aprovizionată cu apă în toți cei 3 ani studiați, însă nu în toate cazurile a fost mai mică decât eficiența valorificării apei din variantele cu suspendarea udărilor.

□ Cel mai mare spor de producție la 1 m³ apă de irigație s-a obținut în varianta fără suspendarea udărilor. Suspendarea udărilor în lunile sezonului de irigație au produs scăderea eficienței valorificării apei de irigație.

□ Corelațiile cuantificate în sistemul sol – apă – lantă – atmosferă susțin, de asemenea, oportunitatea irigației la cultura de porumb din Câmpia Crișurilor. S-au cuantificat corelații asigurate statistic, directe, între indicii de ariditate de Martonne și consumul de apă, între producție și conținutul în proteină, între consumul de apă și producție și corelații inverse între numărul de zile cu secetă pedologică și consumul de apă și între producțiile de porumb și conținutul în proteină.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BORZA, IOANA MARIA, 2006 – *Cercetări privind influența unor măsuri fitotehnice asupra valorificării apei de către cultura porumbului în condițiile Câmpiei Crișurilor*. Teză de doctorat, U.S.A.M.V. Cluj- Napoca: 189-201.
- BORZA, IOANA MARIA, 2007 – *Valorificarea apei de către cultura porumbului din Câmpia Crișurilor*. Editura Universității Oradea: 195-208.
- BORZA, IOANA, 2008 – *Researches Regarding the Influence of the Plant Density on Yield and Water Use Efficiency in Maize Crop from Crisurilor Plain*. Analele Universității Oradea Fascicula Protecția Mediului, vol. XIII, anul 13: 17-24.
- BORZA, IOANA, 2008 – *Study Regarding the Weeds Influence on Water Use Efficiency in Maize Crop from Crișurilor Plain*. Analele Universității Oradea, Fascicula Protecția Mediului, vol. XIII, anul 13: 25-30.
- BOTZAN, M., 1966 – *Culturi irigate*. Editura Agro-Silvică, București: 70-88.
- CANARACHE, A., 1990 – *Fizica solurilor agricole*. Editura Ceres, București: 95-96.
- CAVERO, J., MEDINA, E.T., PUIG, M., MARTINEZ, COB, 2009 – *Sprinkler Irrigation Changes Maize Canopy Microclimate and Crop Water Status, Transpiration and Temperature*. Agronomy Journal, July-August 2009, vol. 101, no. 4: 854-864.
- CONEA, A., VINTILĂ, I., CNARACHE, A., 1977 – *Dicționar de știință a solului*. Edit. Științifică și Enciclopedică, București: 407.
- DOMUȚA, C. și col., 2009 – *Irigațiile în Câmpia Crișurilor 1967-2008*. Editura Universității din Oradea: 253-265.
- DOMUȚA, C., 2006 – *Tehnică experimentală*. Editura Universității din Oradea: 112-150.
- DOMUȚA, C., 2009 – *Irigarea culturilor*. Editura Universității din Oradea: 264-294.
- DOMUȚA, C., 1995 – *Contribuții la stabilirea consumului de apă al principalelor culturi din Câmpia Crișurilor*. Teză de doctorat, A.S.A.S. „Gheorghe Ionescu-Șișești”, București: 140-162.
- DOMUȚA, C., 1998 – *Cercetări și criterii de apreciere a oportunității irigării porumbului pentru boabe în condițiile zonei moderat subumede din centrul Câmpiei de Vest*. Analele ICCPT Fundulea, LXV: 203-222.
- DOMUȚA, C., 2003 – *Oportunitatea irigațiilor în Câmpia Crișurilor*. Editura Universității din Oradea: 50-72.
- GRUMEZA, N., KLEPS CR., 2005 – *Amenajările de irigații din România*. Editura Ceres, București: 151-158.
- GRUMEZA, N., MERCULIEV, O., KLEPS, CR., 1989 – *Prognoza și programarea udărilor în*

- sistemele de irigații*. Editura Ceres, București: 162-164
- HSIAO THEODORE C. et. al., 2009 – *AquaCrop - The FAO CropModel to Stimulate Yield Response to Water: III. Parameterization and Testing for Maize*. Agronomy Journal, May-June 2009, vol. 101, no. 3: 448-459.
- KAMARA, A. Y., EKELEME, F., CHIKOYE, D., OMOIGUI, L. O., 2009 – *Planting Data and Cultivar, Effects on Grain Yield in Dryland Corn Production*. Agronomy Journal, January-February 2009, vol.101, no. 1: 91-99.
- STEPĂNESCU, E., MATE, ȘT., 1972 – *Irigațiile – mijloc de sporire a producțiilor la principalele culturi*. În vol.: „Zece ani de activitate în sprijinul producției, 1962-1972” Stațiunea Experimentală Agricolă Oradea: 63-68.

Prezentată Comitetului de redacție la 19 iulie 2009