

ANALIZA UNOR PARAMETRI DETERMINANȚI ÎN REALIZAREA POTENȚIALULUI ȘI CAPACITĂȚII DE PRODUCȚIE LA PORUMB

**OPTIMUM DENSITY AND STAND UNIFORMITY AS DETERMINANT
PARAMETERS OF CROP YIELD POTENTIAL AND PRODUCTIVITY IN
MAIZE HYBRIDS**

VOICHIȚA HAȘ¹, IOANNIS TOKATLIDIS²,
IOAN HAȘ¹, IOANNIS MYLONAS²

Abstract

A generally held view is that maize yield per unit area responds to density changes in a curvilinear pattern. Non-uniform stand in the field has also been reported to be negatively associated with productivity. Objective of the study was to assess how hybrids' yield respond to density changes, as well as to estimate their optimum density for maximum grain yield per unit area. Moreover, the density impact on stand uniformity was evaluated. Seven single-cross hybrids were grown under the densities of 2.5, 4.2 and 8.3 plants/m² at the Agricultural Research and Development Station, Turda, Romania. Experimental design was split-plot RCB with density as main plot and the hybrids as subplots. Each block was replicated three times. One hybrid except, maximum yield per hectare was obtained under the middle density of 4.2 plants/m². However, optimum density was found to be 4.7 plants/m² in four out of the seven hybrids, and 4.2, 4.8 and 5.0 plants/m² for the other three hybrids. Additionally, optimum density was found too narrow, excepted one hybrid whose yield loss at the lower and the higher density was considerably lower compared to the rest of hybrids. CV values for three agronomic traits (yield per plant, ear length, and ear kernel row number) considerably increased as density increased. The aforementioned impacts highlight the following. Regarding the breeding, selection of superior genotypes is expected to be more effective under lower densities where lower CV values reflect lower environmental impact on phenotypic expression. Comparative evaluation of different hybrids under a single density to estimate crop yield potential may lead to biased judgement, due to strong hybrid by density interaction. Alternative models to predict crop yield potential are needed and these preliminary data constitute part of such a project being under way.

Maize breeding should aim to hybrids that are affected the less possible by density changes (i.e., density-independent hybrids) to avoid adverse effects of high densities on stand uniformity. As far corn cultivation in the field is concerned, producers should take the necessary measures to achieve both optimum density for the hybrid they choose and the most possible uniform stand.

Key words: maize, plant density, grain yield.

¹ Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda, județul Cluj, Romania,
e-mail: hasvoichita@yahoo.com

² University of Thessaly, Orestiada, Grecia, itokatl@agro.duth.gr

INTRODUCERE

Valorificarea la maximum a potențialului biologic al unor hibrizi simpli și al liniilor consangvinizate, forme parentale, impune studiul acestora la densități mari, în condiții tehnologice optime pentru a nu afecta negativ capacitatea de producție. Densitățile mari creează condiții pentru exprimarea unor caracteristici deosebit de utile hibrizilor creați, cum ar fi: rezistența la secetă, rezistența la cădere, procentul de plante sterile, acoperirea știuleților cu boabe. Densitatea plantelor constituie unul din factorii de producție cei mai dinamici (Duvick, 1992), putând fi foarte bine exploatată prin intermediul hibrizilor mai timpurii și de tip prolific (Haș, 2001).

În general, reacția hibrizilor de porumb la schimbarea densității urmează un model curbiliniu. Densitatea optimă a plantelor pentru obținerea unei producții maxime de boabe pe unitatea de suprafață diferă de la un hibrid la altul datorită interacțiunii semnificative dintre hibrid și diferite densități (Farnham, 2001; Widdicombe și Thelen, 2002; Tokatlidis și colab., 2005). Densitatea optimă poate fi reprezentată prin panta regresiei liniare între logaritmul natural al producției pe plantă și densitatea plantelor (Duncan, 1984; Tollenaar, 1989), precum și prin regresia pătratică polinomială dintre producția de boabe/ha și densitate (Wiersma, 2002).

Densitatea are influență și asupra uniformității plantelor din cadrul unei parcele (Tokatlidis și colab., 2005). Neuniformitatea unei parcele din cadrul experienței se cunoaște a fi corelată negativ cu capacitatea de producție (Tollenaar și Wu, 1999; Troyer, 2001) și reflectă impactul major al condițiilor de mediu asupra exprimării fenotipice a genotipurilor (Modarres și colab., 1998; Fasoula și Fasoula, 2002).

Obiectivul acestei lucrări constă în determinarea densității optime, la șapte hibrizi simpli de porumb, pentru obținerea unei producții maxime/ha, precum și a densității care afectează uniformitatea plantelor/parcelă pentru trei caractere cu importanță agronomică.

MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Experimentarea s-a efectuat în condiții naturale, fără irigare, la S.C.D.A. Turda, în anul 2006. Șapte hibrizi simpli de porumb (FAO 320-450) au fost cultivați la trei densități. Modelul experimental a fost o experiență polifactorială cu parcele subdivizate, cu factorul densități ca parcelă mare, randomizate în trei blocuri complete, iar hibrizii au constituit parcela subdivizată. Parcela subdivizată a fost constituită din patru rânduri a 5 m lungime cu 70 cm distanță între rânduri. Distanța între plante pe rând a fost de 57, 34 și 17 cm, pentru a se obține densitățile de 2,5, 4,2 și 8,4 plante/m². Au fost recoltate câte 20 plante de pe cele două rânduri centrale ale fiecărei parcele subdivizate pentru a se determina producția de boabe pe plantă, lungimea știuletelui principal și numărul de rân-

duri de boabe pe știulete. Compararea mediilor s-a efectuat pe baza gradului de semnificație al diferențelor (DL) după calculul analizei varianțelor pentru o experiență polifactorială cu parcele subdivizate. Densitatea optimă pentru obținerea unei producții maxime a fost calculată prin determinarea coeficientului de regresie **b**, a regresiei liniare dintre logaritmul natural al producției pe plantă în grame și densitatea plantelor exprimată în plante/m² $\{\ln(Y_p) = \alpha - b D\}$, unde **Y_p** este producția pe plantă exprimată în grame, **D** este densitatea plantelor, densitatea optimă de plante fiind egală cu **1/b** (Duncan, 1984; Tollenaar, 1989).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Prin reducerea densității plantelor producția pe plantă a fost mai mare, un impact normal, având în vedere resursele de mediu mai favorabile aflate la dispoziția fiecărei plante (tabelul 1). În cazul fiecărei densități, diferențele dintre hibrizi au fost semnificative pentru producția pe plantă. Diferențierile dintre hibrizi au crescut pe măsură ce s-a redus densitatea (tabelul 1). Primul impediment apărut la această experiență a fost exprimarea fenotipică și diferențierile mari apărute ca urmare a reducerii densității, punând în evidență importanța densităților mici în alegerea genotipurilor superioare ca fenotip în cazul unui proces de selecție aflat în derulare. În cazul în care producția de boabe pe plantă a fost corectată cu producția de boabe la hectar, s-a observat că producția maximă a fost obținută la densitatea medie de 4,2 plante/m². Un singur hibrid a făcut excepție (H5), realizând cea mai mare producție la densitatea cea mai mică. Cu toate acestea, datele din tabelul 1 arată că prin verificarea celor șapte hibrizi la diferite densități optime, cuprinse între 4,13 și 5,02 plante/m², la patru hibrizi s-a observat că au densitatea optimă similară ($\approx 4,7$ plante/m²).

Tabelul 1

Producția pe plantă, în grame, la densitățile de 2,5, 4,2 și 8,4 plante/m² și densitatea optimă (D_{opt}), în plante/m², valorificate prin analiza regresiei liniare a logaritmului natural al producției pe plantă în funcție de densitate (D_{opt} = 1/b)

(The yield/plant, in grams, at densities of 2.5, 4.2 and 8.4 plants/m² and at optimum one (D_{opt}) in plants/m², improved by analyzing linear regression of natural logarithm in yield per plant depending on density (D_{opt} = 1/b))

Hibridul	2,5	4,2	8,4	D_{opt}
H1 : TC316 x TA419	210 c	132 cd	50,7 b	4,13±0,15
H2 : TD268 x TA426	228 b	147 ab	69,9 a	5,02±0,44
H3 : TC243 x TC399	184 d	130 d	53,5 b	4,69±0,05
H4 : TA428 x TC385A	247 a	158 a	70,8 a	4,72±0,33
H5 : Lo3Berg x TC344	198 c	116 e	55,0 b	4,67±0,65
H6 : TC365 x P1940	205 c	145 abc	59,3 ab	4,67±0,06
H7 : TA367 x TB329	199 c	137 bcd	59,2 ab	4,80±0,06

Mediile urmate de litere similare nu diferă semnificativ (DL_{0,05} = 13,5)

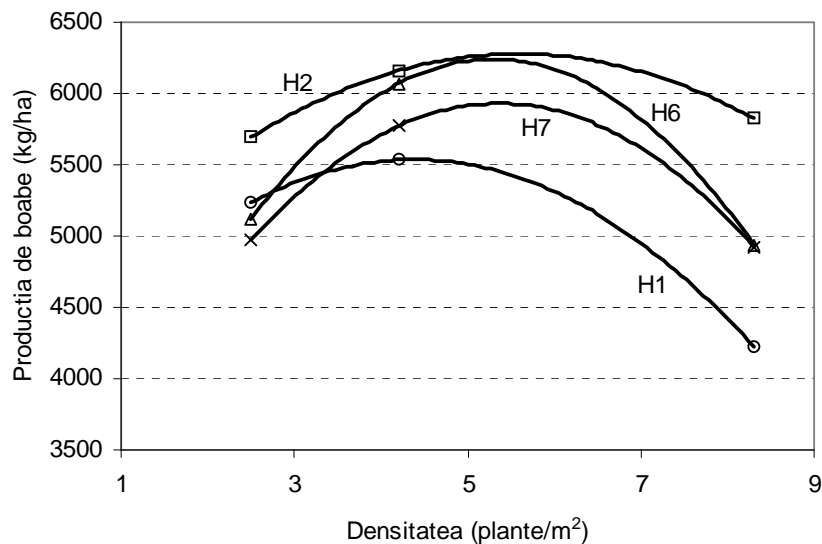


Fig. 1 – Efectul densității plantelor asupra producției/ha la patru hibrizi (ecuația pătratică polinomială, $y = ax^2 + bx + c$, $R^2 = 1$)
(The crop yield per unit area response on plant density of four hybrids curvilinear, $R^2 = 1$)

În figura 1 este reprezentată regresia pătratică a producției de boabe la hectar la patru din cei șapte hibrizi față de cele trei densități (Tokatlidis și Koutroubas, 2004), unde se poate observa, de asemenea, și densitatea optimă pentru fiecare hibrid. Prin urmare, se ridică o întrebare: „la ce densitate ar trebui efectuată estimarea comparativă a potențialului de producție pentru cei șapte hibrizi?” Se pare că evaluarea diferiților hibrizi la o singură densitate ar putea conduce la o apreciere greșită. Figura 1 redă faptul că pentru fiecare hibrid există limite destul de strânse ale densităților la care să se realizeze producția maximă la hectar. Cu alte cuvinte, hibrizii pot fi caracterizați ca fiind dependenți de densitate dacă luăm în considerare potențialul de producție relativ mic pe plantă. Impactul este mai puternic la hibrizii de tip nou, târzi, la care în procesul de ameliorare nu s-a acordat suficientă importanță pentru îmbunătățirea parametrului, potențialul de producție (Tokatlidis și Koutroubas, 2004). Din acest motiv, mai mulți autori (Duvick, 1992; Troyer, 1994, 2001; Haș, 2001; Tokatlidis și Koutroubas, 2004) sugerează îmbunătățirea în procesul de ameliorare a potențialului de producție pe plantă ca un parametru determinant pentru stabilitate (deoarece în cazul existenței plantelor lipsă, care sunt o problemă obișnuită în experiențe, plantele vecine de la hibrizii la care s-a realizat îmbunătățirea producției pe plantă compensează producția plantelor lipsă). Compararea celor doi hibrizi H2 și H6 din figura 1 este relevantă arătând că deși ambii hibrizi par să realizeze producții apropiate la hectar, când nu a fost realizată densi-

tatea lor optimă, pierderea de producție este mai redusă la hibridul H2, care se caracterizează prin capacitatea de producție semnificativ mai mare la densitatea cea mai mică, de 2,5 plante/m².

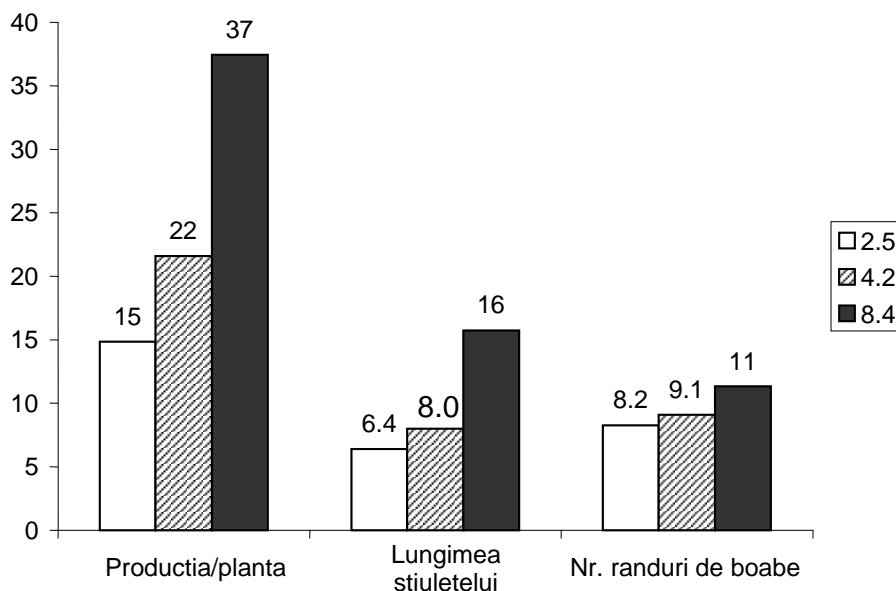


Fig. 2 – Valorile coeficientului de variabilitate (CV) la media hibridilor pentru trei caractere la trei densități (2,5, 4,2 și 8,4 plante/m²)
(Average hybrids' CV values for three traits at the densities of 2.5, 4.2 and 8.4 plants/m²)

Analizând figura 2, constatăm că pe măsură ce densitatea se reduce, valoarea coeficientului de variabilitate (CV) pentru cele trei caractere cu importanță agronomică (producția pe plantă, lungimea știuletelui și numărul de rânduri de boabe pe știulete) a scăzut, de asemenea, ilustrând faptul că densitățile mai mari influențează starea de echilibru (uniformitatea). Uniformitatea este asociată și cu marea capacitate de producție (T o l l e n a r și W u, 1999). Acest efect pune în evidență importanța hibridilor nedependenți de densitate care ar putea fi cultivați la densități mai reduse, dar să atingă o mai bună uniformitate (T o k a t l i d i s și colab., 2005).

În concluzie, având în vedere importanța aplicării unei tehnologii corecte în cultura porumbului, cultivatorii trebuie să ia măsurile adecvate realizării în câmp atât a densității optime pe care hibridii o cer, cât și a uniformității acesteia.

În privința ameliorării porumbului, selecția genotipurilor superioare este de așteptat să fie mult mai eficientă la densități mai mici unde valoarea mai redusă a coeficientului de variabilitate reflectă impactul mai slab al mediului asupra exprimării fenotipice. Evaluarea comparativă a diferiților hibridi la o singură den-

sitate pentru estimarea potențialului de producție ar putea conduce la apreciere incorectă, datorită interacțiunii puternice a hibridului cu densitatea. Prin urmare, sunt necesare modelele alternative pentru prognozarea potențialului de producție. Y a n și W a l l a c e (1995) sugerează testarea hibrizilor la mai multe densități pentru evaluarea potențialului lor de producție. Autorii disting două componente în evaluarea potențialului de producție: potențialul de producție pe plantă și toleranța la densitate. Pe de altă parte, F a s o u l a și F a s o u l a (2002) sugerează un model de studiu al potențialului de producție la o singură densitate redusă, în care să se elimine total competiția dintre plante.

CONCLUZII

Ținând cont de acest model, potențialul de producție este determinat de trei componente: potențialul de producție pe plantă, toleranța la factorii biotici și abiotici și reacția la inputuri. Datele preliminare ale prezentului studiu constituie parte a unui proiect care și-a propus să analizeze astfel de posibilități.

Este de așteptat ca hibrizii având caracteristicile de mai sus să fie mai puțin dependenți de densitate și să-și exprime potențialul lor de producție între limite mai largi de variație ale densității.

În ameliorarea porumbului ar trebui să se determine care sunt hibrizii cu posibilități mai reduse de acomodare la schimbările de densitate (hibridi dependenți de densitate), pentru estimarea efectelor densităților mari asupra uniformității plantelor la acești hibrizi, în vederea evitării efectelor nedorite pe care le poate avea asupra semănatului la densități mari și pentru reducerea pierderilor la producția de boabe datorate lipsei de plante (T o k a t l i d i s și K o u t r o u b a s, 2004).

* * *

Datele prezentei lucrări constituie parte a unui proiect finanțat de Ministerul Educației și Cercetării din România și Secretariat for Research & Technology of the Greek Ministry for Development, în cadrul „Bilateral & Multilateral RTD Cooperation”, cofinanțat de Uniunea Europeană.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- DUNCAN, W.G., 1984 - *A theory to explain the relationship between corn population and grain yield*. Crop Science, 24: 1141-1145.
- DUVICK, D.N., 1992 - *Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize*. Maydica, XXXVII: 69-79.
- FARNHAM, D.E., 2001 - *Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture*. Agronomy Journal, 93: 1049-1053
- FASOULA, V.A., FASOULA, D.A., 2002 - *Principles underlying genetic improvement for high and stable crop yield potential*. Field Crops Research, 75: 191-209.
- HAS, I., 2001 - *Priorități în ameliorarea hibrizilor de porumb timpurii*. Probl. genet. teor. aplic., XXXIII (1-2): 1-25.

Analiza unor parametri determinanți în realizarea potențialului și capacității de producție 41

- MODARRES, A.M., HAMILTON, R.I., DIJAK, M., DWYER, L.M., STEWART, D.W., MATHER, D.E., SMITH, D.L., 1998 - *Plant population density effects on maize inbred lines grown in short-season environments*. Crop Science, 38: 104-108.
- TOKATLIDIS, I.S., KOUTROUBAS, S.D., 2004 - *A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability*. Field Crops Research, 88: 103-114
- TOKATLIDIS, I.S., KOUTSIKA-SOTIRIOU, M., TAMOUTSIDIS, E., 2005 - *Benefits from using maize density-independent hybrids*. Maydica, 50: 9-17.
- TOLLENAAR, M., 1989 - *Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988*. Crop Science, 29: 1365-1371.
- TOLLENAAR, M., WU, J., 1999 - *Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance*. Crop Science, 39: 1597-1604.
- TROYER, A.F., 1994 - *Breeding early corn*. In: *Specialty corns*. Edited by A.R. Hallauer, C.R.C. Press Boca Raton London, New York, Washington, D.C.: 341-396.
- TROYER, A.F., 2001 - *Temperate corn – Background, behaviour, and breeding*. CRC Press Boca Raton London, New York, Washington, D.C.
- WIDDICOMBE, W.D., THELEN, K.D., 2002 - *Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt*. Agronomy Journal, 94: 1020-1023.
- YAN, W., WALLACE, D.H., 1995 - *Breeding for negatively associated traits*. Plant Breeding Reviews, 13: 141-177.

Prezentată Comitetului de redacție la 2 iulie 2008