
TEZA DE DOCTORAT

Cercetări privind influența aplicării unor fertilizanți inovativi la cultura porumbului în Podișul Transilvaniei

Doctorand **Gabriel BARȘON**

Conducător de doctorat **Prof.univ.dr. Marcel M. DUDA**



1. Porumbul

1.1. Importanța economică

Din punct de vedere al suprafețelor cultivate porumbul ocupă locul doi, pe plan mondial și primul loc ca producție, fiind devansat ca suprafață doar de grâu. Împreună cu grâul, porumbul reprezintă cele mai importante cereale din lume (SOARE și colab, 2018) În continuare omenirea este în mare măsură dependentă de porumb, în asigurarea hranei, aspect confirmat prin suprafețele mari, pe care le ocupă, dar mai ales prin producțiile ce le realizează. Datorită potențialului său de producție, cel mai ridicat printre cereale, este cunoscut la nivel mondial drept regină a cerealelor (TAJAMUL și colab., 2016).

1.4. Situația suprafețelor și a producțiilor de porumb în România

În trei decenii, suprafața rezervată culturii nu a scăzut niciodată sub 2 milioane de hectare. În schimb, în 10 ani (1992, 1992, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2003, 2004), suprafața a fost mai mare de 3 milioane de hectare, recordul absolut fiind înregistrat în 1992, când s-au cultivat 3,3 mil. ha cu porumb boabe (<https://www.lumeasatului.ro/articole-revista/agrotehnica/7471-evolutia-suprafetelor-si-recoltelor-de-porumb-in-ultimii-30-de-ani.html>)

În anul 2019 cele mai mari suprafețe cu porumb s-au înregistrat în regiunea Sud-Muntenia (534.443 ha), urmată de Sud-Est (502.721 ha).

Pe județe, cele mai întinse suprafețe cu porumb s-au regăsit în Arad (198.249 ha), Timiș (165.643 ha), Călărași (127.300 ha), Brăila (125.418 ha), Ialomița (112.242 ha), Botoșani (108.669 ha), Buzău (106.283 ha) și Tulcea (101.749 ha) (<https://www.lumeasatului.ro/articole-revista/agrotehnica/7471-evolutia-suprafetelor-si-recoltelor-de-porumb-in-ultimii-30-de-ani.html>)

În 2019, pe regiuni de dezvoltare, cele mai mari recolte s-au înregistrat în Sud-Muntenia (3.579.476 tone) și Vest (3.337.845 tone)

Cele mai mari producții au fost realizate în cei mai favorabili ani din punct de vedere climatic, respectiv, 2018 - 7.644 kg/ha, 2019 - 6.502 kg/ha și 2017 - 5.959 kg/ha. Peste 4.000 kg la unitatea de suprafață au mai fost obținute în anii 1991 - 4.072 kg/ha, 1997 - 4.171 kg/ha, 2004 - 4.441 kg/ha, 2010 - 4.309 kg/ha, 2011 - 4.525 kg/ha, 2013-4.488 kg/ha și 2014 - 4.770 kg/ha. Recordul negativ s-a consemnat în anul 2007, când fermierii au recoltat o medie de 1.526 kg de porumb la hectar, urmat de anul 2000, cu 1.603 kg/ha. Pentru anul 2019, pe regiuni de dezvoltare, cele mai mari medii la hectar provind din zona de Vest (<https://www.lumeasatului.ro/articole-revista/agrotehnica/7471-evolutia-suprafetelor-si-recoltelor-de-porumb-in-ultimii-30-de-ani.html>).

2. Rolul fertilizanților în creșterea și dezvoltarea culturii porumbului

Elementele nutritive minerale contribuie major la creșterea producției culturilor de porumb și la menținerea productivității solului, precum și la prevenirea degradării solului. Îmbunătățirea stării nutriționale a plantelor prin aplicarea îngrășămintelor și menținerea fertilității solului a fost pasul critic în producția de alimente de la începutul „Revoluției Verzi”, atât în țările dezvoltate, cât și în țările în curs de dezvoltare (HUANG și colab., 2020).

2.1. Clasificarea fertilizanților

Fertilizanții sunt produse naturale sau de sinteză, minerale sau organice, simple sau complexe, aplicate în sol, pe sol sau pe plantă și destinate a completa rezerva de elemente nutritive a solului, pentru asigurarea creșterii normale a plantelor.

Clasificarea fertilizanților:

- după natura lor: fertilizanți minerali și fertilizanți organici;
- după modul de obținere: fertilizanți chimici sau de sinteză și fertilizanți naturali
- după mărimea dozelor în care se folosesc: fertilizanți cu macroelemente (N, P, K, S, Mg), aplicate în doze de zeci sau chiar sute de kg substanță activă (s.a.)/ha, de regulă în fiecare an, și fertilizanți cu microelemente, aplicate de ordinul kg element/ha o dată la câțiva ani.
- după numărul de elemente nutritive esențiale care interesează sistemul de fertilizare: fertilizanți simpli, cu un singur element esențial de interes pentru fertilizare, și fertilizanți complecși sau micști, cu două sau mai multe elemente esențiale.
- după modul de condiționare: fertilizanți solizi (cristalizate, pulbere, granulate, sub formă de tablete), fertilizanți lichizi și fertilizanți sub formă de suspensii (BUDOI, 2001).

3. Obiectivele urmărite

În scopul realizării acestui obiectiv general s-au urmărit trei direcții principale:

3.1. Influența fertilizării diferențiate asupra caracterelor biologice la trei hibrizi de porumb comerciali

3.2. Calitatea și cantitatea producției de porumb, în funcție de fertilizarea aplicată

3.3. Atacul de *Fusarium* sp. și de *Ostrinia nubilalis* la hibridii comerciali de porumb, în funcție de fertilizarea aplicată.

4. Particularitățile mediului natural în care a avut loc experimentarea

4.7 Regimul termic și pluviometric în anii de experimentare

Datorită temperaturilor înregistrate, anul 2018 a fost caracterizat ca fiind un an cald iar din punct de vedere al precipitațiilor căzute a fost un an normal. Anul 2019 a fost un an cald, din punct de vedere al temperaturilor înregistrate și normal, din punct de vedere al precipitațiilor căzute, cu un deficit de apă în lunile iunie și iulie. În anul 2020 temperaturile înregistrate au depășit ușor media pe 60 ani dar din punct de vedere pluviometric în luna iulie au căzut cele mai multe precipitații, depășind media lunară pe 60 de ani cu aproximativ 100 mm.

5. Materialul și metodele folosite

5.1. Materialul biologic - au fost utilizații următorii hibrizi: TURDA 332 - FAO 380, TURDA 344 - FAO 380, PR37N01 - FAO: 380

5.2. Metodele de cercetare în câmp în câmp

Factorul A: anul

◆ A1 - 2018; ◆ A2 - 2019; ◆ A3 - 2020

Factorul B: hibridul de porumb

◆ B1. Turda 332; ◆ B2. Turda 344; ◆ B3. Pioneer PR 37N01;

Factorul C: fertilizarea

◆ C1. Fertilizare de bază; ◆ C2. Eurofertil Top 51 NPK; ◆ C3. Synertec NK35 N; ◆ C4. Fertiactyl Starter; ◆ C5. Rootip Basic +Energievo; ◆ C6. Novatec Clasic

5.3. Observații și determinări efectuate

5.3.1 Observații și notări

Biometrizări în câmp: ► înălțimea plantelor; ► înălțimea de inserție a știuletelui; ► numărul de frunze deasupra știuletelui, ► lățimea frunzelor; ► lungimea frunzelor;

Biometrizări la recoltare și după recoltare:

► frecvența și intensitatea atacului de *Fusarium* sp.; ► s-a determinat MMB; ► masa hectolitrică; ► analizele de calitate (100 g/variantă); ► s-a calculat frecvența atacului de *Ostrinia nubilalis*.

5.3.2 Determinările efectuate

► au fost determinați indicii calitativi, cu ajutorul aparatului NIR Tango.

5.4. Metodele statistico-matematice utilizate

- ❖ atacul de fuzarioză și de sfredelitorul porumbului s-a notat în procente;
- ❖ compoziția chimică a bobului (amidon și proteină) au fost redată în procente (%);
- ❖ producția a fost exprimată în kg/ha, pentru prelucrearea statistică iar pentru reprezentarea grafică s-a folosit exprimarea în t/ha;
- ❖ calculul statistic, reprezentarea grafică și corelațiile s-au făcut cu ajutorul programelor POLIFACT și EXCEL.

6. Rezultate și discuții

Ingrășămintele minerale, chimice sau organice, sunt componentele care cresc productivitatea și ajută la dezvoltarea plantelor. În teza de față ne-am propus un studiu privind efectul fertilizării diferențiate asupra calității și cantității producției de porumb, asupra unor caractere biologice dar și influența acestora asupra atacului principalelor boli ale porumbului (fuzariozele), dar și a dăunătorului *Ostrinia nubilalis*.

6.1. Rezultate privind efectul fertilizării diferențiate asupra caracterelor biologice la hibridii studiați

6.1.1. Rezultate privind talia plantelor și înălțimea de inserție a știuletelui

În condițiile climatice din cei trei ani experimentali, talia plantelor de porumb a avut înălțimi diferite, de la 2,38 m în anul 2018 până la 2,73, în anul 2020. Cei trei hibridi, în anul 2018 au avut cea mai redusă talie, iar condițiile climatice din anul 2019 și 2020 au favorizat plantele de porumb, cea mai înaltă talie medie s-a înregistrat în anul 2020. Dintre hibridii studiați, cel mai înalt hibrid a fost Turda 344, cu o înălțime medie de 2,66 m.

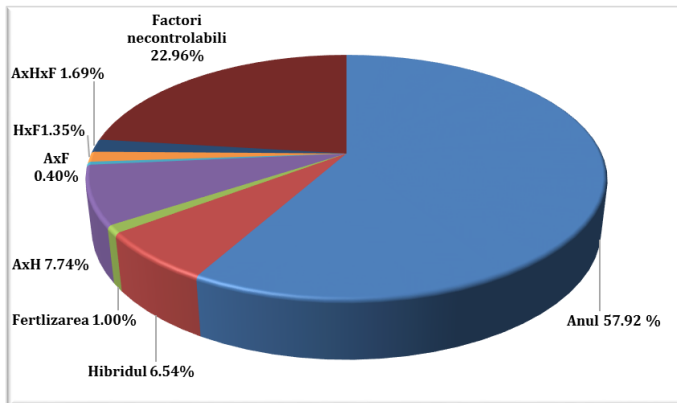


Fig. 6.1 Cota de participare (%) a unor factori implicați în înălțimea plantelor (2018-2020)

În figura 6.1 este prezentată analiza statistico-matematică a ponderii factorilor implicați în creșterea plantelor (talia plantelor). Figura relevă acțiunea preponderentă a condițiilor climatice (57,92%) fiind urmată de interacțiunea an x hibrid (7,74%) și factorul genetic (6,54%). O participare mult mai redusă la varianța totală cu valori relative apropiate se constată în cazul interacțiunilor dintre factori (an x hibrid x fertilizare 1,69%, hibrid x fertilizare 1,35 %) (fig. 6.1).

6.1.2. Rezultate privind numărul de frunze deasupra știuletelui, lungimea și lățimea frunzelor

Datele din literatura de specialitate relevă faptul că majoritatea caracterelor care prezintă interes din punct de vedere agronomic manifestă o variabilitate continuă, fiind controlate poligenic (COPÂNDEAN ANA, 2012). Cu toate că este un caracter determinat genetic, numărul de frunze superioare știutetelui, se poate modifica an de an în funcție de talia plantelor, la plantele cu talie mai înaltă și numărul de frunze deasupra știutetelui este mai mare. În ceea ce privește numărul mediu de frunze deasupra știutetelui la cei trei hibrizi luați în studiu, din datele prezentate în tabelul 6.11 putem concluziona că nu există diferențe semnificative între aceștia, dar hibridul cu cele mai multe frunze deasupra știutetelui a fost PR37N01, cu o medie de 5,75 frunze.

Variantele de fertilizare au influențat diferit numărul de frunze deasupra știutetelui, cele mai multe frunze superioare știutetelui s-au notat la varianta la care s-a aplicat NPK+CAN (5,76 frunze) iar cel mai redus număr de frunze superioare știutetelui s-a notat la varianta la care fertilizarea s-a făcut cu Novatec Clasic (5,57).

Tabelul 6.11

Numărul mediu de frunze deasupra știutetelui la hibridii comerciali (2018-2020)

Nr.crt No.	Hibridul Hybrid	Nr. frz. deasupra șt. Leaves no. above the cob	% față de martor % to control	Dif. față de mt. Dif. to control	Semnif. dif. Signif. of the dif.
1.	PR37N01	5.75	100.0	0.00	Mt.
2.	Turda 332	5.60	97.4	-0.15	-
3.	Turda 344	5.59	97.3	-0.16	-
DL (p 5%)				0.16	
DL (p 1%)				0.22	
DL (p 0.1%)				0.31	

6.2. Rezultate privind efectul fertilizării diferențiate asupra caracterelor de productivitate la hibridii studiați

6.2.1 Rezultate privind masa a o mie de boabe

Tabelul 6.27

Influența condițiilor climatice asupra masei a o mie de boabe

Nr.crt No.	Anul Year	MMB TKW (g)	% față de martor % to control	Dif. față de mt. Dif. to control	Semnif. dif. Signif. of the dif.
1.	Media	294	100.0	0.00	Mt.
2.	2018	321	109	27	***
3.	2019	254	86	-40	000
4.	2020	307	105	13	**
DL (p 5%)				7.64	
DL (p 1%)				12.64	
DL (p 0.1%)				23.66	

Tabelul 6.29

Influența variantei de fertilizare asupra MMB-ului

Nr.crt No.	Varianta de fertilizare Fertilization variant	MMB TKW (g)	% față de mator % to control	Dif. față de mt. Dif. to control	Semnif. dif. Signif. of the dif.
1.	NPK +CAN	290	100.0	0.00	Mt.
2.	Eurofertil+CAN	306	105.4	14	**
3.	NPK+Sinertec	297	102.2	7	-
4.	NPK +CAN+Fertiactyl Starter	294	101.4	4	-
5.	NPK+CAN+Rootip+Energevo	295	101.7	5	-
6.	Novatec Clasic	281	96.9	-9	-
DL (p 5%)				9.70	
DL (p 1%)				12.83	
DL (p 0.1%)				16.58	

În condițiile climatice din anul 2018 și 2020 masa a o mie de boabe a fost mai ridicată, cu diferențe foarte semnificativ pozitive față de mator (tabelul 6.27). În anul 2019, precipitațiile scăzute din lunile iunie și iulie au influențat negativ formarea boabelor, astfel că greutatea acestora a fost mai scăzută, cu diferențe foarte semnificativ negative față de mator.

Fertilizarea suplimentară a influențat diferit masa a o mie de boabe. După cum putem observa în tabelul 6.29 acest parametru a avut valori superioare matorului la patru din variantele experimentale, dar doar la varianta la care s-a aplicat Eurofertil+CAN, aceasta a depășit matorul cu diferențe asigurare statistic (306g) (tabelul 6.29).

6.2.3 Rezultate privind producția

Producția este un caracter determinat genetic dar este influențată în mare măsură de condițiile climatice din timpul perioadei de vegetație și tehnologia aplicată. De cele mai multe ori condițiile climatice influențează pozitiv sau negativ producțiile obținute la culturi. Pe fondul condițiilor climatice din anul 2018, producția medie a fost de 10965 kg/ha, cu diferență distinct semnificativ negativă față de mator (tabelul 6.39). În condițiile climatice din anul 2019 producțiile au fost scăzute, media pe experiență nu a depășit 8000 kg iar diferența față de mator a fost foarte semnificativ negativă. Acest aspect poate fi explicat prin precipitațiile scăzute din lunile iunie și iulie și temperaturile medii foarte ridicate în aceste luni. În anul 2020 s-au obținut cele mai ridicate producții cu diferențe foarte semnificativ pozitive față de mator (tabelul 6.39). În ceea ce privește producția medie a celor trei hibrizi luați în studiu putem observa că doar la hibridul Turda 344 s-a înregistrat o valoare medie mai redusă, cu diferențe foarte semnificativ negative față de hibridul mator (tabelul 6.40).

Tabelul 6.39

Influența condițiilor climatice asupra producției

Nr.crt No.	Anul Year	Producția Yield (kg/ha)	% față de martor % to control	Dif. față de mt. Dif. to control	Semnif. dif. Signif. of the dif.
1.	Media	10293	100.0	0.00	Mt.
2.	2018	10965	106.5	672	**
3.	2019	7482	72.7	-2811	000
4.	2020	12432	120.8	2139	***
DL (p 5%)				381	
DL (p 1%)				630	
DL (p 0.1%)				1179	

Tabelul 6.40

Producția medie a hibrizilor comerciali (2018-2020)

Nr.crt No.	Hibridul Hybrid	Producția Yield (kg/ha)	% față de martor % to control	Dif. față de mt. Dif. to control	Semnif. dif. Signif. of the dif.
1.	PR37N01	10478	100.0	0.00	Mt.
2.	Turda 332	10608	101.2	130	-
3.	Turda 344	9794	93.5	-684	000
DL (p 5%)				252	
DL (p 1%)				353	
DL (p 0.1%)				498	

Cota de participare a factorilor experimentali în formarea producției este prezentată în figura 6.7. În cei trei ani experimentali, cea mai mare influență asupra producției au avut-o condițiile climatice, implicarea acestui factor în obținerea producției a fost în proporție de 84,09%. În procente mai mari a contribuit și hibridul, 2,49%, interacțiunea dintre acesta și condițiile climatice (an x hibrid 2,44) dar și interacțiunea dintre an x fertilizare (2,86%) (figura 6.6).

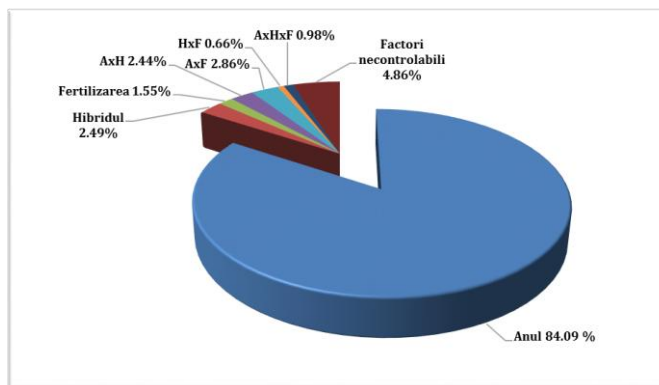


Fig. 6.6 Cota de participare (%) a unor factori implicați în producția de porumb (2018-2020)

În figura 6.7 este prezentată relația pozitivă care există între masa a o mie de boabe și producție. Relația pozitivă dintre cei doi parametri este confirmată și de

valoarea coeficientului de regresie "r", acestuia fiind asigurată statistic. În figură putem observa că cele mai ridicate valori ale producției se regăsesc în dreptul valorilor ridicate ale MMB.

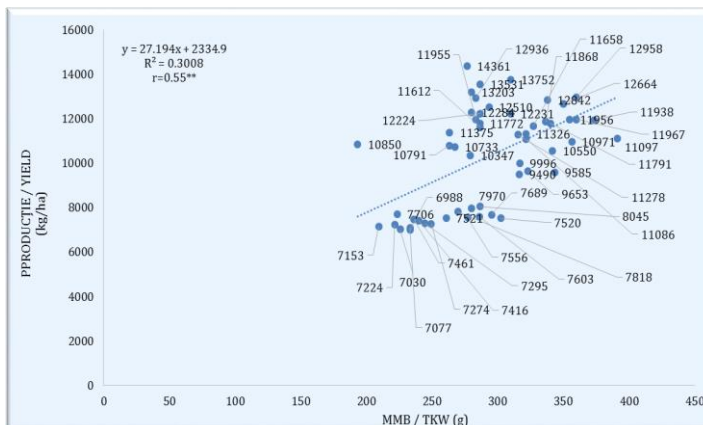


Fig. 6.7 Relația dintre producție și MMB (2018-2020)

6.3. Rezultate privind efectul fertilizării diferențiate asupra calității producției

6.3.1 Rezultate privind conținutul de proteină

O imagine de ansamblu privind relația negativă care există între conținutul de proteină și producție ne este oferită de figura 6.9. Înclinarea dreptei de regresie ne confirmă încă odată această legătura inversă între producție și proteină, valoarea coeficientului de regresie fiind asigurată statistic ca foarte semnificativ negativă.

Relația pozitivă dintre producție și conținutul de amidon este prezentată în figura 6.11. Valoarea coeficientului de regresie, este asigurată statistic, foarte semnificativ pozitivă. În figură se poate observa că valorile cele mai ridicate ale producției sunt corelate cu cele mai ridicate valori ale conținutului de amidon.

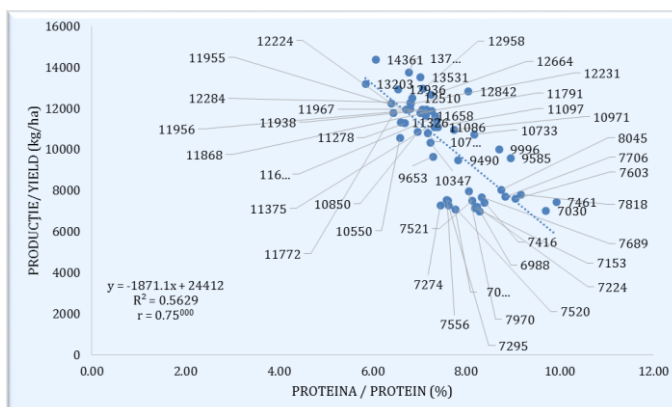


Fig. 6.9 Relația dintre producție și conținutul de proteină (2018-2020)

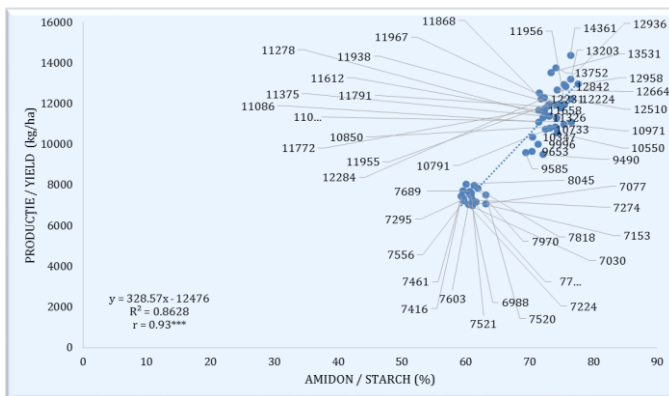


Fig. 6.11 Relația dintre producție și conținutul de amidon (2018-2020)

6.4. Rezultate privind efectul fertilizării diferențiate asupra atacului de *Fusarium sp.* și *Ostrinia nubilalis* Hübn.

În figura 6.16 este prezentată relația dintre frecvența și intensitatea atacului de *Fusarium sp.* și producțiile din cei trei ani experimentali. Atacul de fuzarioză pe știulete nu a influențat semnificativ producția celor trei hibrizi de porumb, în condițiile de experimentare, aspect confirmat de înclinarea dreptei de regresie dar și de valorile coeficientului de regresie care nu au fost asigurate statistic.

Între frecvența atacului de *Ostrinia nubilalis* și producția hibrizilor de porumb există relație inversă, aspect confirmat de înclinarea dreptei de regresie și de valoarea coeficientului de regresie ($r=0,41^{00}$), valoare asigurată statistic ca distinct semnificativ negativă. (figura 6.17). Din datele prezentate în figură putem concluziona că la o frecvență mai redusă a atacului de sfredelitorul porumbului s-au obținut producții mai mici, în funcție de condițiile climatice și de fertilizarea aplicată.

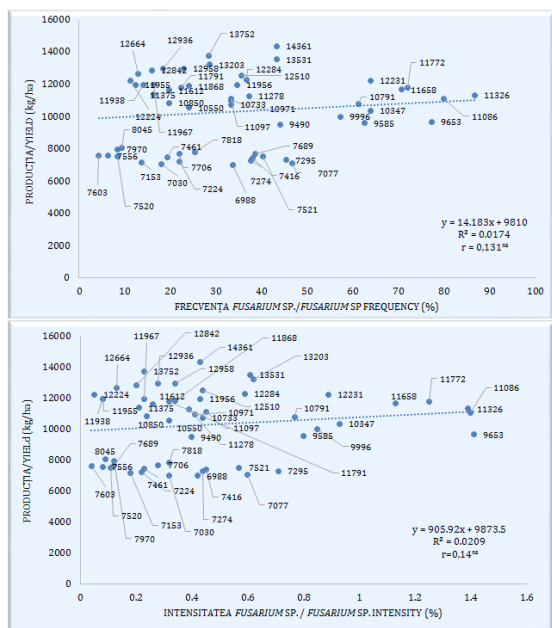


Fig. 6.16 Relația dintre frecvența și intensitate atacului de *Fusarium* sp. și producție (2018-2020)

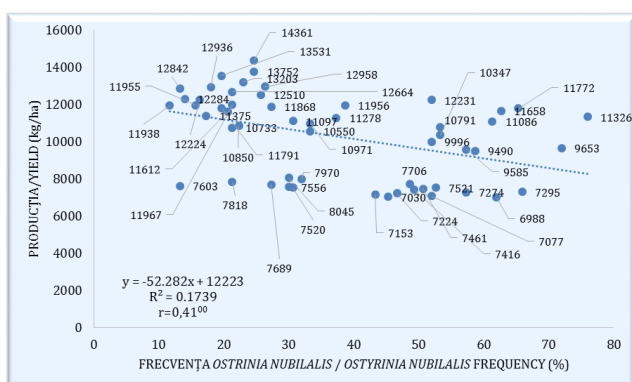


Fig. 6.17 Relația dintre frecvența atacului de *Ostrinia nubilalis* producție (2018-2020)
 Fig. 6.17 The relationship between the of *Ostrinia nubilalis* attack and yield (2018-2019)

7. Concluzii

În urma studiului efectuat se pot desprinde următoarele concluzii:

- ❖ în anul 2019 s-a înregistrat o ușoară creștere a valorilor taliei plantelor doar la varianta la care s-a aplicat NPK+CAN+Fertiactyl Starter, diferență semnificativ pozitivă; pe fondul condițiilor climatice din anul 2020 cea mai ridicată valoarea a taliei plantelor s-a înregistrat la varianta la care s-a aplicat Eurofertil+CAN, (2,79 m);
- ❖ cele mai multe frunze superioare știuletelui s-au notat la varianta la care s-a aplicat NPK +CAN (5,76 frunze); la hibridul PR37N01 s-a notat cel mai mare număr de frunze superioare știuletelui, în toate variantele de fertilizare (5,62-5,89);
- ❖ masa a o mie de boabe medie a fost cea mai ridicată la varianta la care s-a

aplicat Eurofertil+CAN;

❖ cea mai ridicată valoare a masei a o mie de boabe s-a înregistrat la hibridul PR37N01, prin fertilizarea cu NPK +CAN+Fertiactyl Starter;

❖ aplicarea unor fertilizanți inovativi duc la obținerea unor sporuri de producție superioare, mai ales în interacțiune cu un an favorabil din punct de vedere climatic; fertilizarea în anul 2018 și 2020 au adus sporuri de producție superioare matorului, la majoritatea variantelor de fertilizare;

❖ conținutul mediu de proteină la cei trei hibrizi, diferă, hibridul cu cel mai redus conținut de proteină a fost Turda 332 iar la polul opus s-a situat hibridul Turda 344 cu un conținut mai ridicat de proteină;

❖ fertilizarea suplimentară a influențat conținutul de proteină, la varianta la care s-a aplicat NPK+CAN+Rootip+Energevo, conținutul de proteină a fost cel mai ridicat (7,83%) iar la varianta la care s-a aplicat Novatec Clasic, conținutul de proteină a fost cel mai redus (6,98%);

❖ condițiile din anii de experimentare au influențat producția de porumb dar și conținutul de amidon; s-a înregistrat o scădere a conținutului de amidon în anul 2019 (60,80%), an în care s-au înregistrat cele mai reduse producții și o creștere în anii 2018 și 2020 ani în care și producțiile au fost mai mari;

❖ în condițiile climatice din anul 2018 s-a manifestat atacul de *Fusarium* sp. la toți cei trei hibrizi și în toate variantele experimentale;

❖ cel mai favorabil an pentru atacul de *Ostrinia nubilais* a fost anul 2018, frecvența atacului pe știulete fiind de 48,44%.

Bibliografia selectivă

1. BUDOI GH., 2001, *Agrochimie II – Îngrășăminte, tehnologii, eficiență, Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București.*
2. COPÂNDEAN ANA, 2012, Variabilitatea Unor Caractere Morfoproductive La Unele Linii Consangvinizate De Porumb, *An. I.N.C.D.A. Fundulea, Vol. Lxxx, Electronic (Online) Issn 2067-7758, Genetica Și Ameliorarea Plantelor.*
3. HUANG F., Z. LIU, P. ZHANG, Z. JIA , 2020, Hydrothermal effects on maize productivity with different planting patterns in a rainfed farmland area, *Soil & Tillage Research, 1-12.*
4. SOARE E., I.A. CHIURCIU, A. V. BĂLAN, L. DAVID, 2018, World Market Research On Maize, "Agriculture For Life Life For Agriculture" Conference Proceedings 1(1):216-222, DOI: 10.2478/Alife-2018-0032
5. TAJAMUL R., K. SHAH, K. PRASAD, P. KUMAR, 2016, Maize—A Potential Source Of Human Nutrition And Health: A Review, *Cogent Food & Agriculture, 2:1, 1166995, DOI: 10.1080/23311932.2016.116699*

***<https://www.lumeasatului.ro/articole-revista/agrotehnica/7471-evolutia-suprafetelor-si-recoltelor-de-porumb-in-ultimii-30-de-ani.html>].