

Proiect component: PN 23-18.01.02

Mărirea capacității de atenuare a impactului schimbărilor climatice la hibrizii
românești de porumb

Anul 2023

Responsabil proiect

Dr. ing. Horia Iordan

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT

Obiectivul fazei:

- înființarea experiențelor fiziologice pentru testare, inclusiv boli și dăunători;
- stabilirea metodologiei lucru pentru sistemul DSSAT;
- calibrarea coeficienților dependenți de cultivar pentru modelul CERES-Maize.

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT

- În anul 2023, în cadrul câmpurilor de ameliorare de la INCDA Fundulea au fost înființate experiențe cu hibrizi de porumb autohtoni și de perspectivă cu martori românești și străini pentru testări fiziologice, inclusiv boli și dăunători (condiții naturale de infestare).
- Materialul genetic ales pentru experiențele de ameliorare a fost foarte divers, cu caracteristici agronomice bine cunoscute (hibrizi consacrați) în ceea ce privește adaptabilitatea la condițiile climatice din diferite faze de vegetație și influența acestora asupra producției.
- A fost stabilită metodologia de fenotipare și s-a început calibrarea coeficienților dependenți de cultivar pentru modelul CERES-Maize a hibrizilor de porumb realizați la INCDA-Fundulea până în anul 2022;
- S-a început prelevarea de date cu ajutorul observațiilor vizuale în câmpurile experimentale cu hibrizi în faze timpurii de vegetație a porumbului (5-6 frunze). Pentru caracterizarea cât mai corectă a genotipurilor au fost folosite tehnici autohtone (observații la plantă) și moderne (UAV-dronă) pentru caracterizarea cât mai corectă a genotipurilor.
- Scopul acestui experiment este întregirea profilului agronomic prin observarea și analiza comportamentului plantulelor de porumb la influența condițiilor de mediu în diferite faze de vegetație.

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT



Pregătirea pentru semănat a experiențelor fiziologice



Experiența cu hibrizi de porumb pentru fiziologie din câmpul de ameliorare de la INCDA Fundulea

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT



Drona (Diji Mini SE) cu care au fost făcute observațiile aeriene

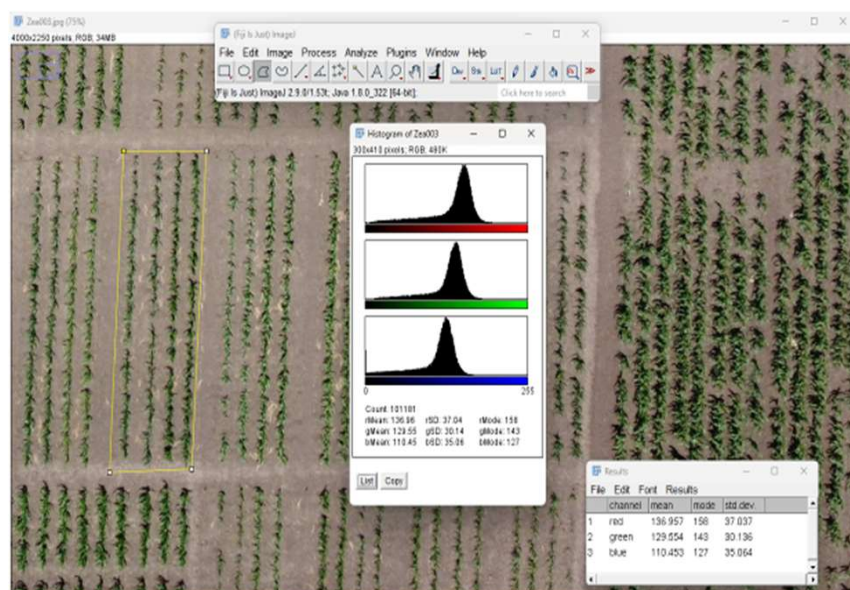


Imagine de ansamblu a câmpului experimental

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT

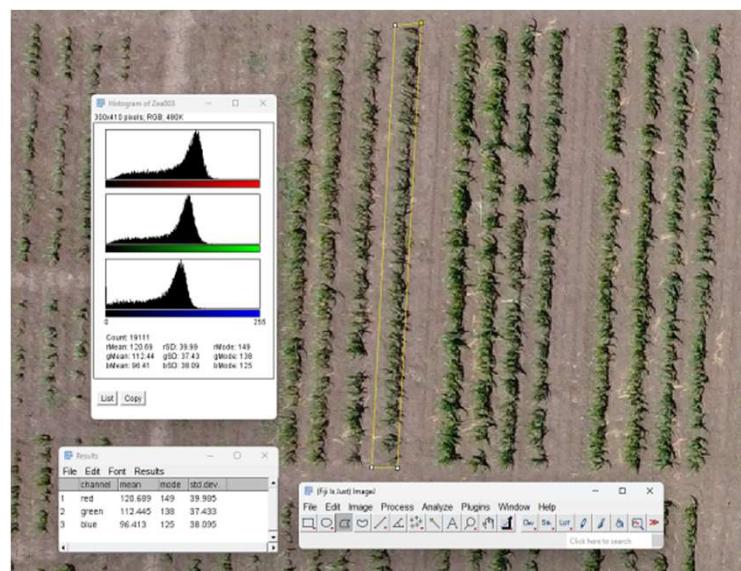
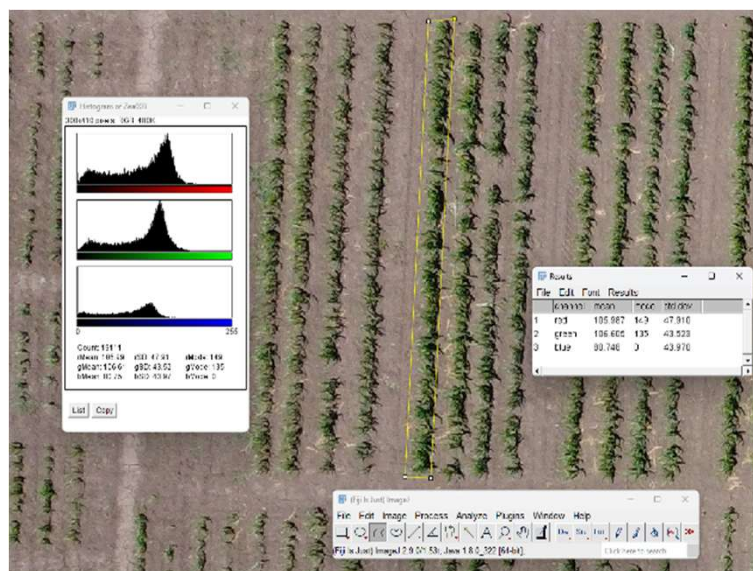
Datele fenologice au fost colectate prin vizite periodice în câmp și observații din drone. Chiar în domeniul RGB, utilizarea dronelor permite o cuantificarea a nivelului de neuniformitate imprimat de o răsărire eşalonată, dar, în condițiile din 2023 plantele din aceeași experiență au avut o bună sincronizare iar diferențele cauzate de datele semănat diferite au creat diferențe vizibile în dezvoltarea aparatului foliar.

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT



Spectre RGB la nivel de parcelă

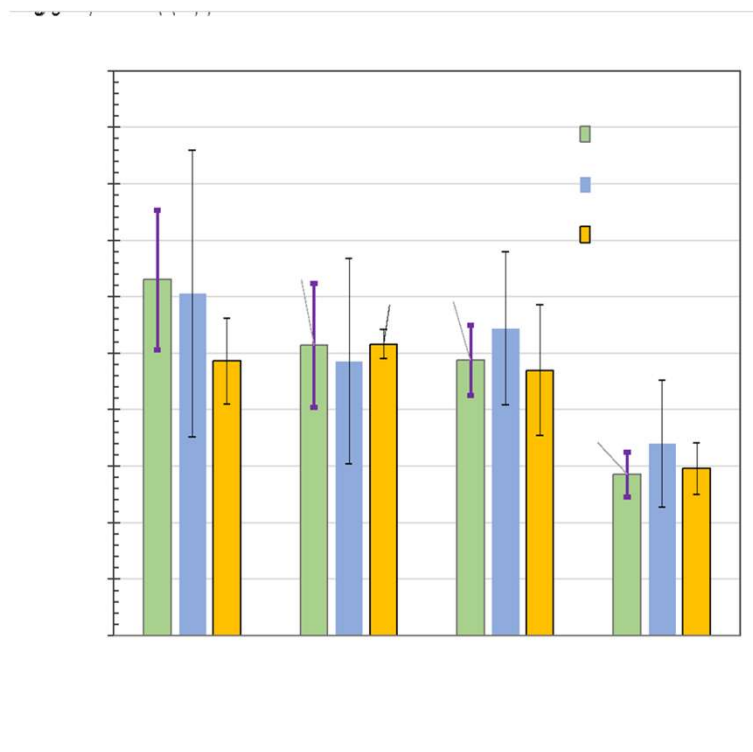
Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT



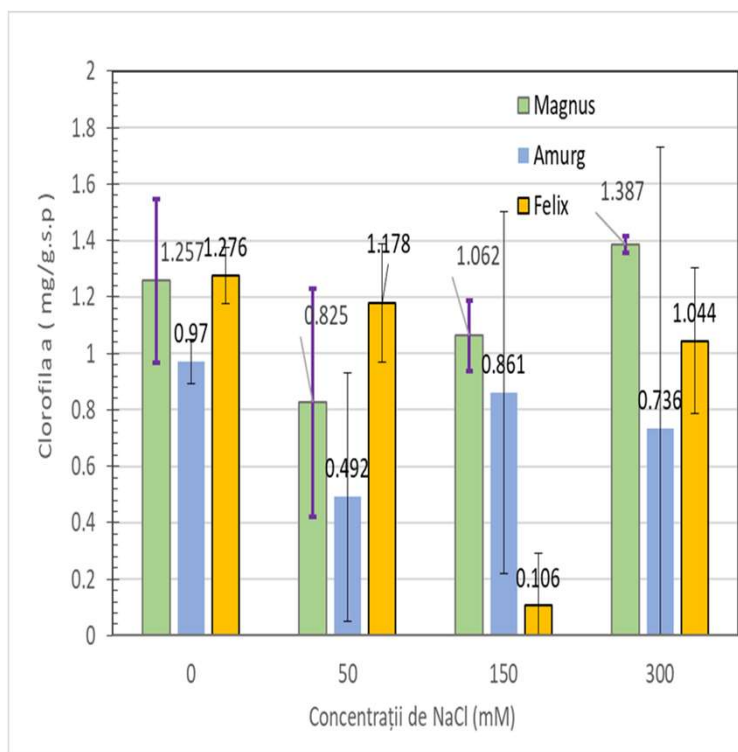
Analiza histogramelor de culoare (efectuată cu softul FIJI bazat pe Image J) pentru primele faze de vegetație este mult mai avantajoasă pentru decupajele de segmente cu imagini de rânduri decât pentru decupaje de parcele.

Spectre RGB la nivel de rând.

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT



Stres salin (diferite concentrații) pentru hibrizi de porumb

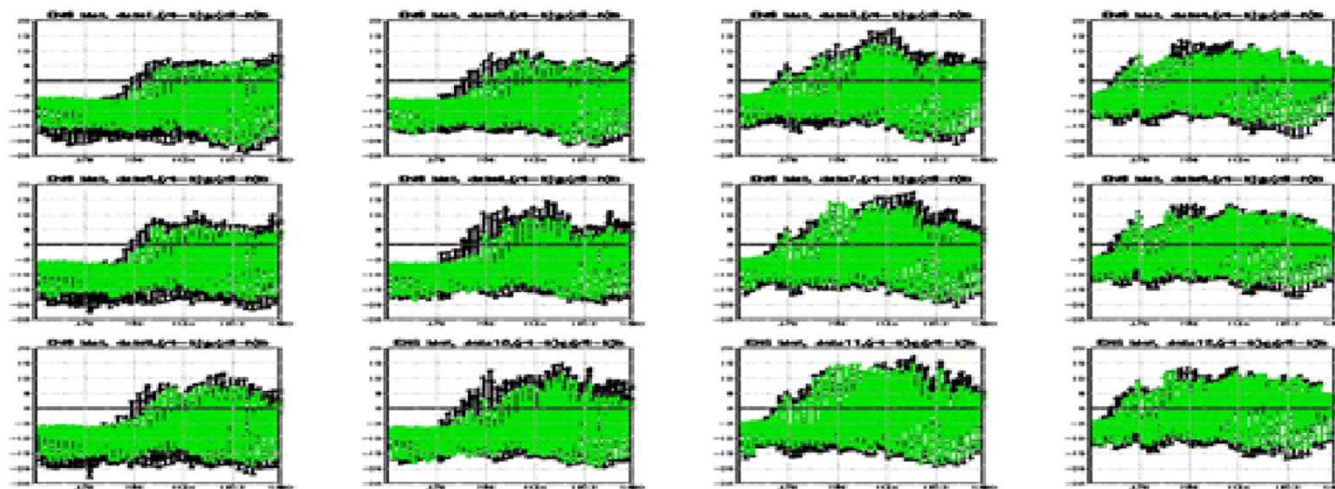


Pentru studiile de laborator fost testată posibilitatea de a estima toleranța la stresul osmotic prin expunere la diferite nivele de stres salin. Primele rezultate indică perspective favorabile pentru utilizarea acestei variante mai ieftine, dar este necesară reducerea abaterilor standard prin uniformizarea mai bună a condițiilor de testare și mărirea numărului de repetiții.

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT

Analiza aprofundată a răspunsului ideotipului pentru orizontul 2030 la interacțiunea condiții meteorologice x măsuri agrotehnice

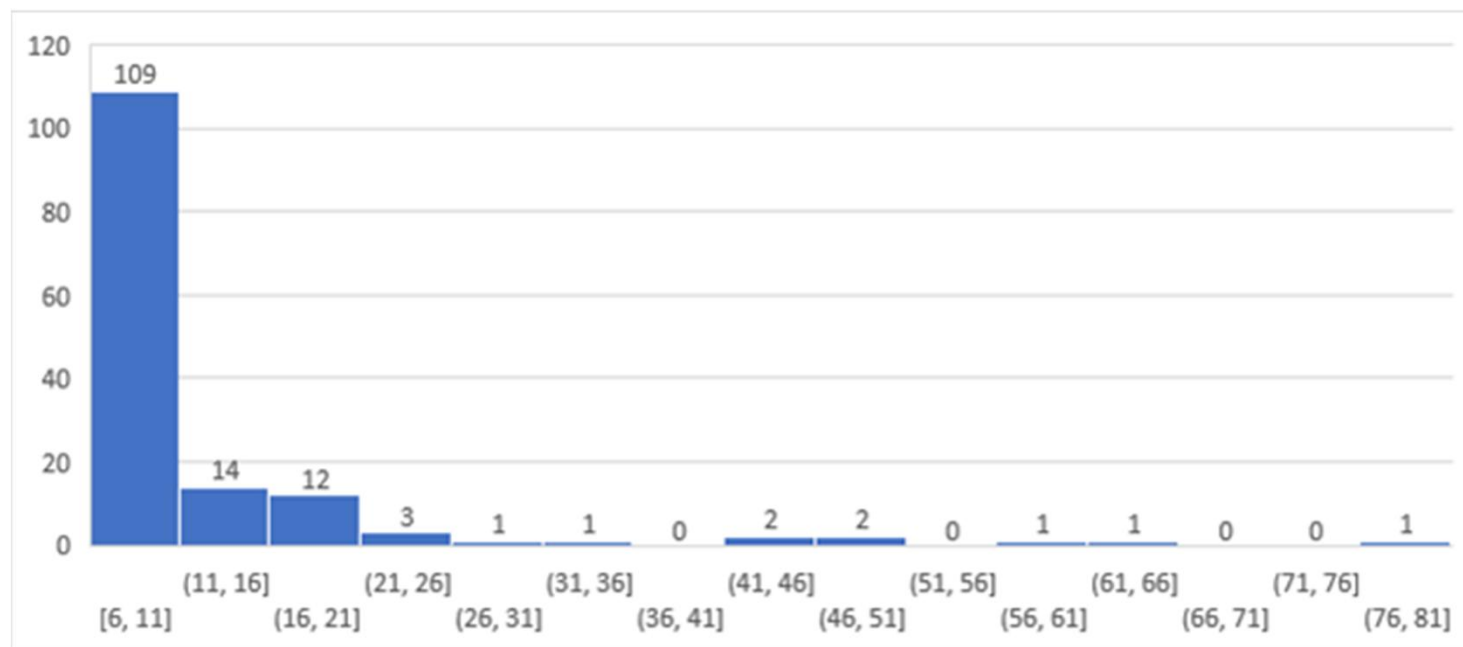
Folosindu-se (conform planului din propunerea de proiect) instrumentarul soft și baza de date create în cadrul unui proiect anterior (PREPCLIM) este în curs de aprofundare studiul interacțiunii dintre condițiile meteorologice (din RCP 4.5 și RCP 8.5) și unele măsuri agrotehnice (data de semănat și nivelul de fertilizare la porumb). Rezultatele vor fi publicate într-o serie de articole elaborate în colaborare cu colegii de la ANM.



Schimbări în data simulată a maturității în funcție de combinațiile coeficienților dependenți de cultivar

Faza I/2023. Metodologie de fenotipare a materialului genetic disponibil în laboratorul de ameliorare porumb compatibilă cu integrarea în platforma DSSAT

Calibrarea coeficienților dependenți de cultivar pentru modelul CERES-Maize a hibrizilor de porumb realizați la INCDA-Fundulea până în anul 2022



Un număr de 24 de hibrizi cu mai mult de 15 seturi de valori au intrat în activitatea de calibrare pentru caracterele care controlează fenologia.

Histograma numărului de seturi de valori disponibile pentru diferiți hibrizi cultivați în perioada 2019-2022

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

Obiectivul fazei:

- corelarea datelor obținute în experiențe fiziologice pentru testare din câmp cu rezultate de laborator;
- calibrarea coeficienților dependenți de cultivar pentru modelul CERES-Maize.
- aplicarea analizei de imagini pentru interpretarea rapidă a testelor de laborator;

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

- Au fost evaluate datele prelevate în experiențele de câmp și s-au prelucrat rezultatele analizelor de laborator pentru selecționarea indicatorilor cu grad mare de corelare pentru mărirea vitezei de fenotipare și sporirea volumului de material genetic analizat fără pierderi semnificative de informație.
- Folosirea de baze de date despre culturi, sol și vreme cu modele de culturi și programe de aplicare pentru a simula rezultatele multianuale ale strategiilor de management al culturilor de câmp.
- Au fost recoltate și analizate genotipuri de porumb din experiența de fiziologie cu ajutorul softului ImageJ din platforma FIJI.

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

Testele de laborator efectuate pentru secetă și arșiță au fost efectuate pe plantule crescute în rulouri în trei repetiții. Deoarece materialul de testare a inclus numeroase genotipuri, a fost necesară repartizarea acestora în serii experimentale care, în ciuda eforturilor depuse, au crescut în condiții posibil diferite de la o serie experimentală la alta. Pentru micșorarea erorilor experimentale, fiecare serie a inclus un genotip martor care a fost inclus în toate tratamentele de la toate seriile experimentale. Toate valorile au fost exprimate ca procente din martorul nestresat și valorile rezultate în fiecare tratament au fost normalizate. Au fost calculați indici de stres normalizați specifici pentru următorii indicatori:

- Lungime tulpină
- Lungime rădăcină
- Suprafață foliară
- Substanță uscată tulpină
- Substanță uscată rădăcină
- Conținut de clorofilă (estimare rapidă cu clorofilmetru SPAD)
- Volumul radicular (doar pentru secetă)

Obiectivul acestei activități a fost de a constata măsura în care acești indicatori obținuți prin studii pe plantule oferă un avantaj direct și constant pentru nivelul producției și dacă este posibilă reducerea numărului acestor indicatori în cazul în care s-ar observa o redundanță a informației aduse de indicatori puternic corelați (din acest motiv pe lângă indicatorii de secetă au fost analizați și cei de arșiță). Datele de la laborator folosite în studiul de față au provenit din analizele din 2022, datele de laborator din 2023 fiind în curs de prelucrare.

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

	Indicatori normalizați de performanță însumată (condiții normale și stres) pentru:						Indice sintetic pentru arșiță
AN	Lungime tulpină	Lungime radacină	Suprafață foliară	Substanță uscată tulpină	Substanță uscată rădacină	Conținut de clorofilă	
	<i>IA1Norm</i>	<i>IA2Norm</i>	<i>IA3Norm</i>	<i>IA4Norm</i>	<i>IA5Norm</i>	<i>IA6Norm</i>	<i>IndArs</i>
2022	0.005	-0.081	-0.231	-0.109	-0.364	0.031	-0.222
2021	-0.02	-0.224	-0.037	-0.063	-0.144	0.014	-0.146
2020	-0.366	-0.469	-0.007	0.136	-0.166	0.536	-0.041
2019	0.695	0.042	0.314	0.322	-0.322	-0.445	0.178

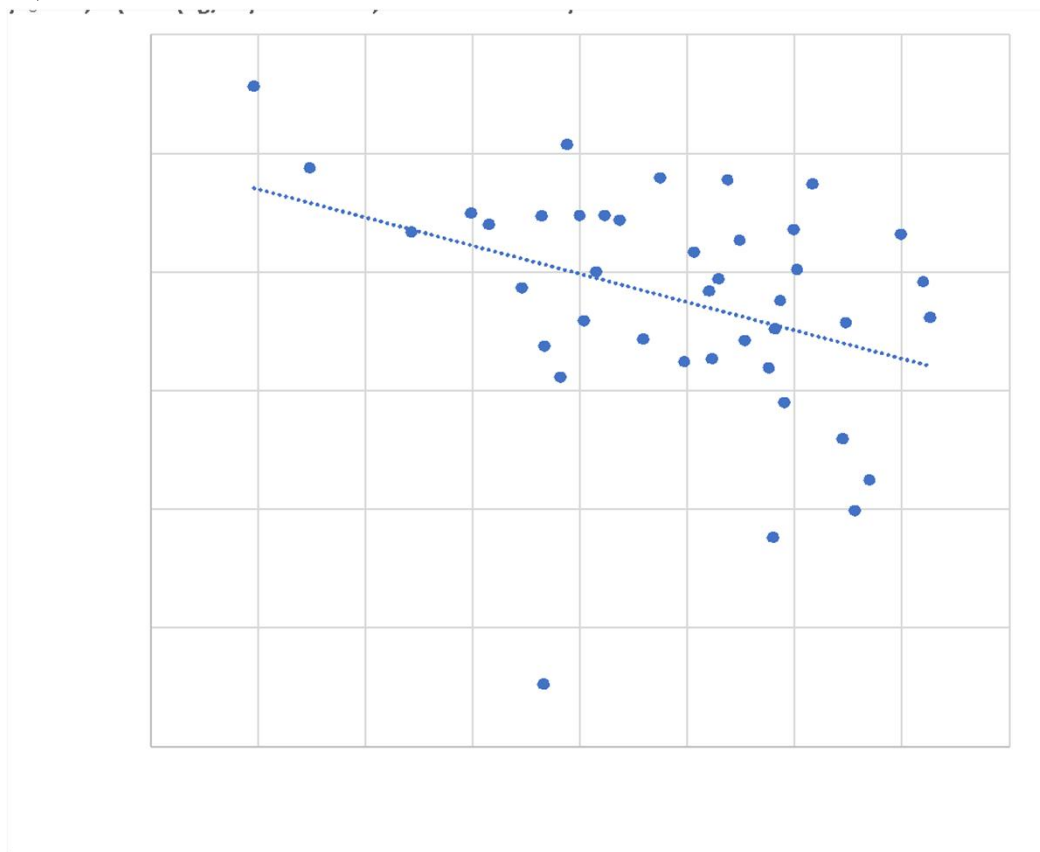
Coeficienți de corelație (r) între indicatorii normalizați pentru arșiță și media producțiilor hibrizilor de porumb din perioada 2019-2022

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

Indicatori normalizați de performanță însumată (condiții normale și stres) pentru:							Indice sintetic pentru secetă
Lungime tulpină	Lungime radacină	Suprafață foliară	Substanță uscată tulpină	Substanță uscată rădacină	Conținut de clorofilă	Volumul radicular	
<i>IS1Norm</i>	<i>IS2Norm</i>	<i>IS3Norm</i>	<i>IS4Norm</i>	<i>IS5Norm</i>	<i>IS6Norm</i>	<i>IS7Norm</i>	<i>IndSec</i>
-0.063	-0.018	-0.214	-0.148	-0.208	-0.103	-0.126	-0.237
-0.196	-0.06	0.106	0.192	0.075	0.2	0.195	0.122
-0.656	-0.465	-0.609	-0.048	-0.428	0.65	-0.036	-0.34
-0.131	-0.608	-0.667	-0.547	-0.476	-0.432	-0.471	-0.743

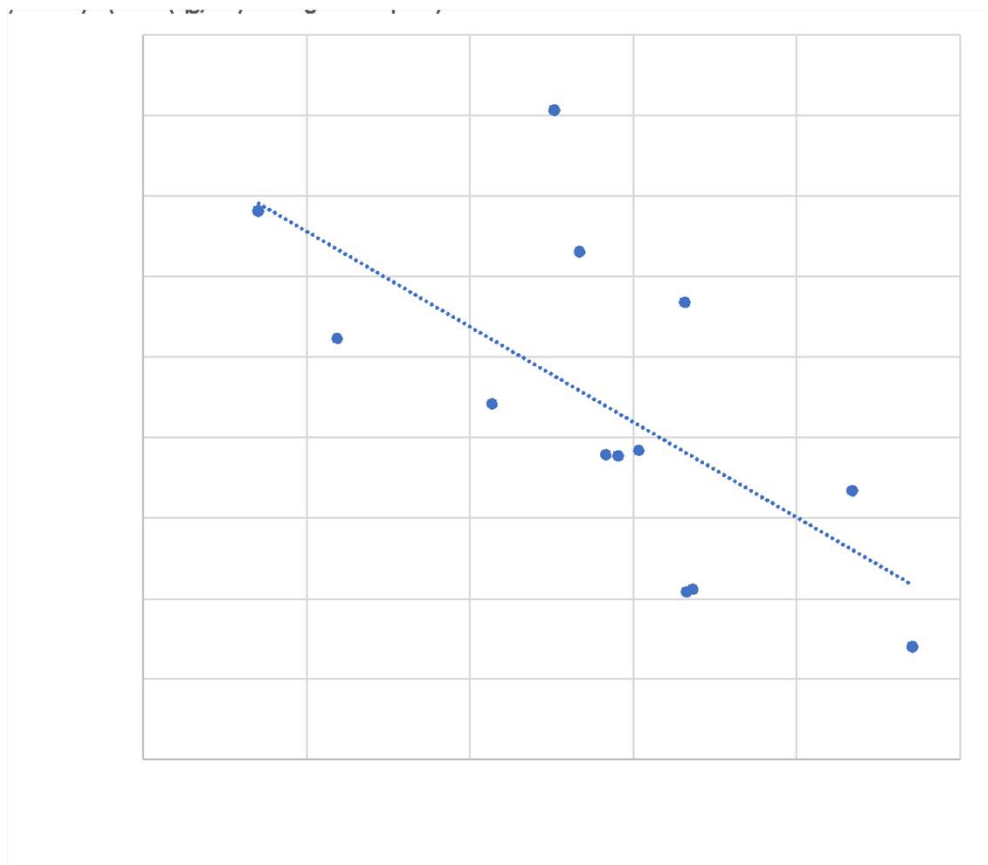
Coeficienți de corelație (r) între indicatorii normalizați pentru secetă și media producțiilor hibrizilor de porumb din perioada 2019-2022

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



Relația dintre valorile indicelui normalizat de stres la arșiță asupra masei uscate a rădăcinii și nivelul producției medii a 41 hibrizi de porumb cultivați în câmpurile experimentale de la INCDA-Fundulea în anul 2022

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



Relația dintre valorile indicelui normalizat de stres la secetă asupra lungimii tulpinii și nivelul producției medii a 13 hibrizi de porumb cultivați în câmpurile experimentale de la INCDA-Fundulea în anul 2020

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

	IA1Norm	IA2Norm	IA3Norm	IA4Norm	IA5Norm	IA6Norm	IndArs	IS1Norm	IS2Norm	IS3Norm	IS4Norm	IS5Norm	IS6Norm	IS7Norm	IndSec
IA1Norm	1.000														
IA2Norm	0.474	1.000													
IA3Norm	0.484	-0.049	1.000												
IA4Norm	0.463	0.064	0.713	1.000											
IA5Norm	0.161	-0.068	0.628	0.676	1.000										
IA6Norm	-0.471	-0.551	-0.198	-0.183	0.075	1.000									
IndArs	0.669	0.407	0.680	0.783	0.712	-0.084	1.000								
IS1Norm	0.513	0.465	-0.029	-0.009	-0.166	-0.219	0.250	1.000							
IS2Norm	0.373	0.435	0.088	0.102	-0.002	-0.194	0.307	0.495	1.000						
IS3Norm	0.496	0.284	0.381	0.023	-0.047	-0.485	0.172	0.433	0.471	1.000					
IS4Norm	-0.181	-0.524	0.469	0.206	0.296	0.267	0.045	-0.343	0.087	0.062	1.000				
IS5Norm	-0.212	-0.411	0.353	0.094	0.367	0.404	0.113	-0.237	0.145	0.094	0.597	1.000			
IS6Norm	-0.120	-0.493	0.051	0.053	0.064	0.558	-0.001	-0.215	-0.142	-0.272	0.276	0.254	1.000		
IS7Norm	-0.450	-0.530	0.123	-0.093	0.201	0.572	-0.113	-0.313	0.010	-0.079	0.547	0.879	0.235	1.000	
IndSec	0.169	-0.131	0.365	0.092	0.170	0.214	0.239	0.348	0.632	0.506	0.532	0.713	0.251	0.585	1.000

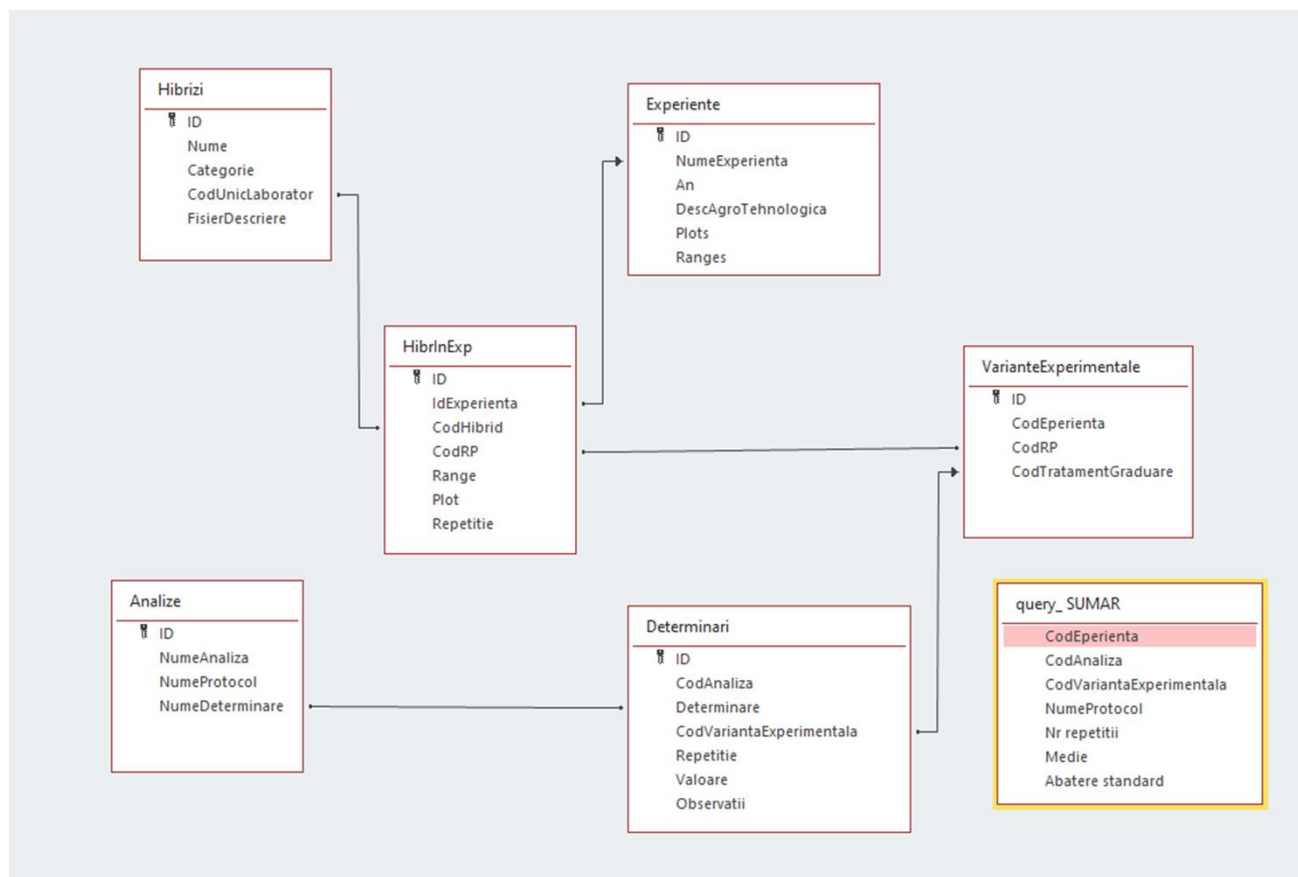
Corelațiile dintre indicatorii de stres obținuți prin prelucrarea analizelor de laborator

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

Proiectarea bazei de date și testarea interfeței cu utilizatorul

Pentru acest studiu au fost folosite baze de date despre culturi, sol și vreme, liste pentru imaginile preluate cu UAV, date de laborator, date agro-meteorologice (istorice sau provenite din scenariile climatice) și fișierele zilnice (date observate la INCDA-Fundulea) de vreme în format DSSAT rezultate din acestea, date pentru scenarii agrotehnice (utilizate pentru generarea automată a fișierelor agrotehnice - fișierele de tip .MZX utilizate de DSSAT pentru studiul influenței datelor semănat, fertilizării cu azot și a regimului de irigare asupra comportamentului simulat al genotipurilor virtuale în noile condiții climatice), date simulate în cadrul platformei DSSAT (producția finală, data înfloririi, data maturității fiziologice, indicatori de stres), tabela cu lista de rulări/experimente, date provenite din simulări de referință pentru producțiile agricole la nivel european (Agri4Cast de la JRC Ispra), pentru a simula rezultatele multianuale ale strategiilor de management al culturilor de câmp.

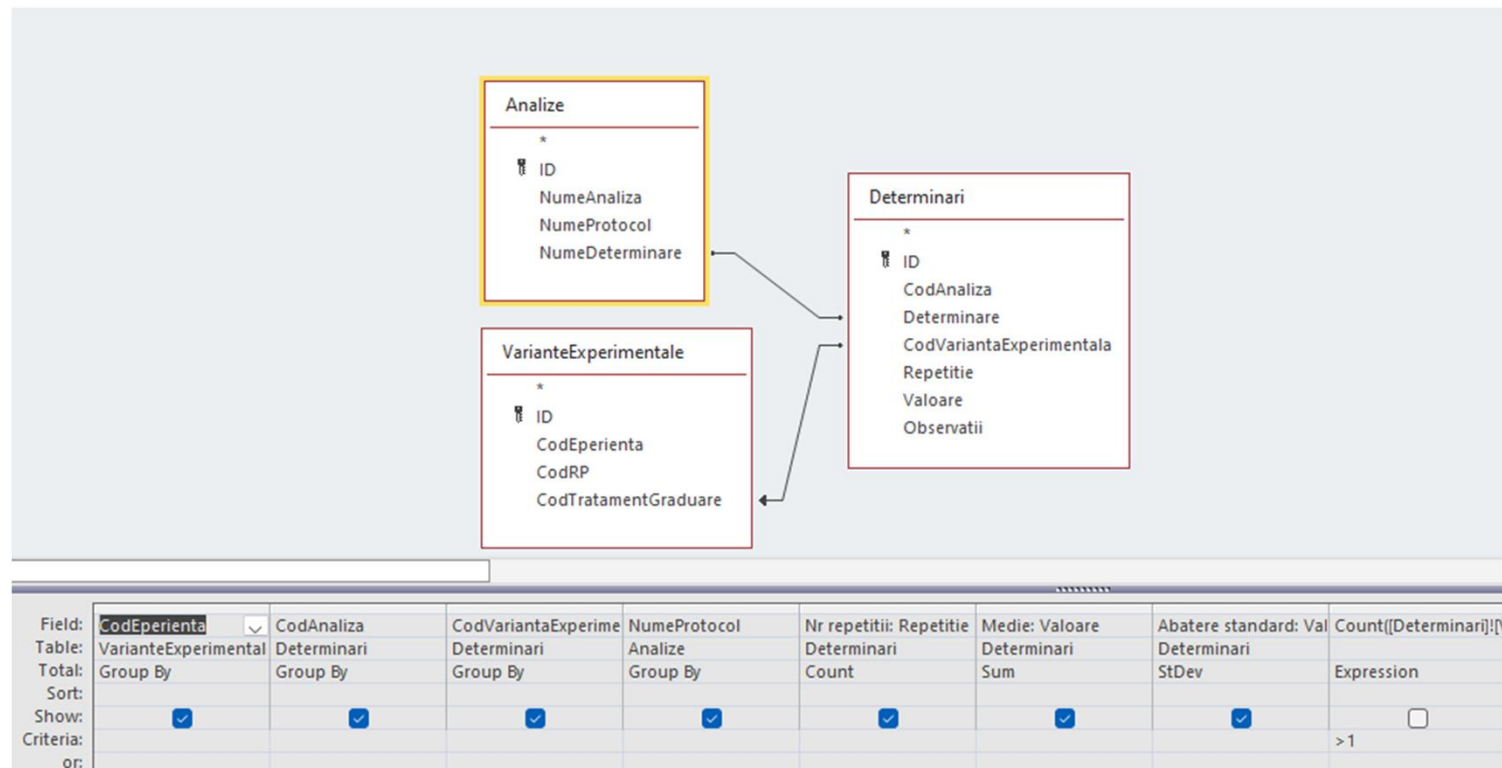
Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



Datele componente ale bazelor de date pot fi vizualizate prin interogări specifice, fiind exemplificate printr-un „query” simplu.

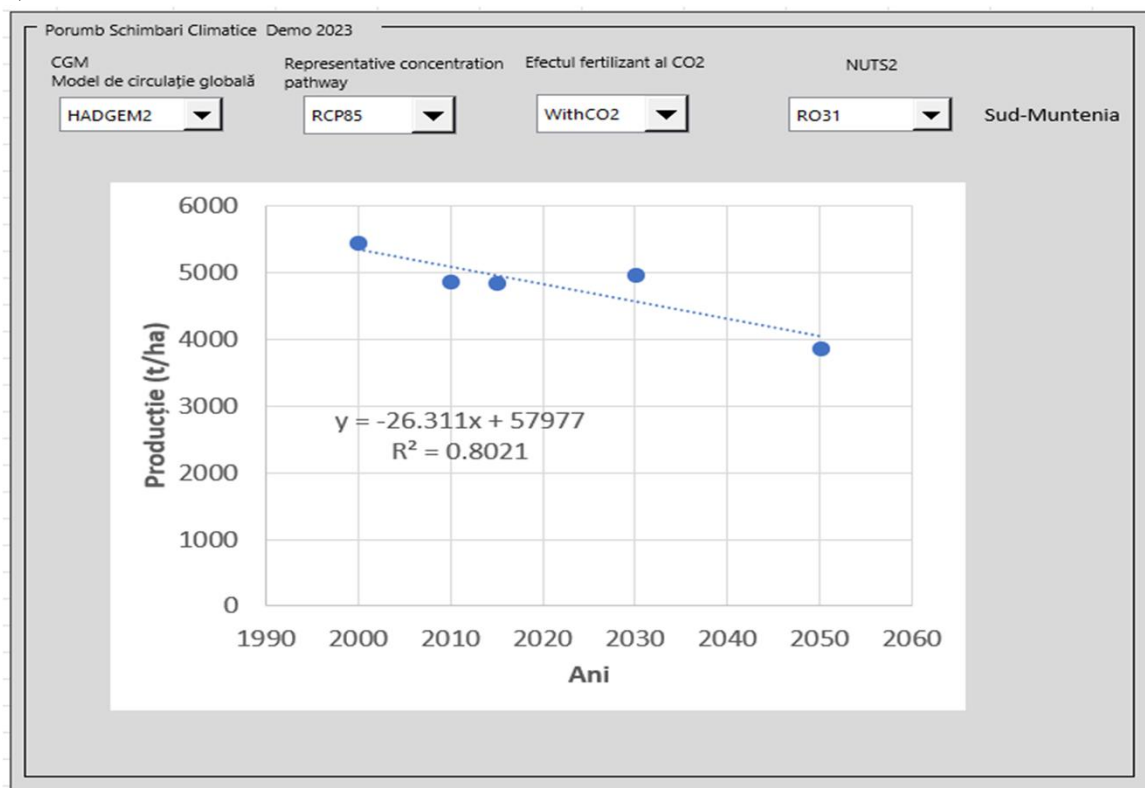
Schema relațiilor dintre tabelele cu observații experimentale de câmp

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



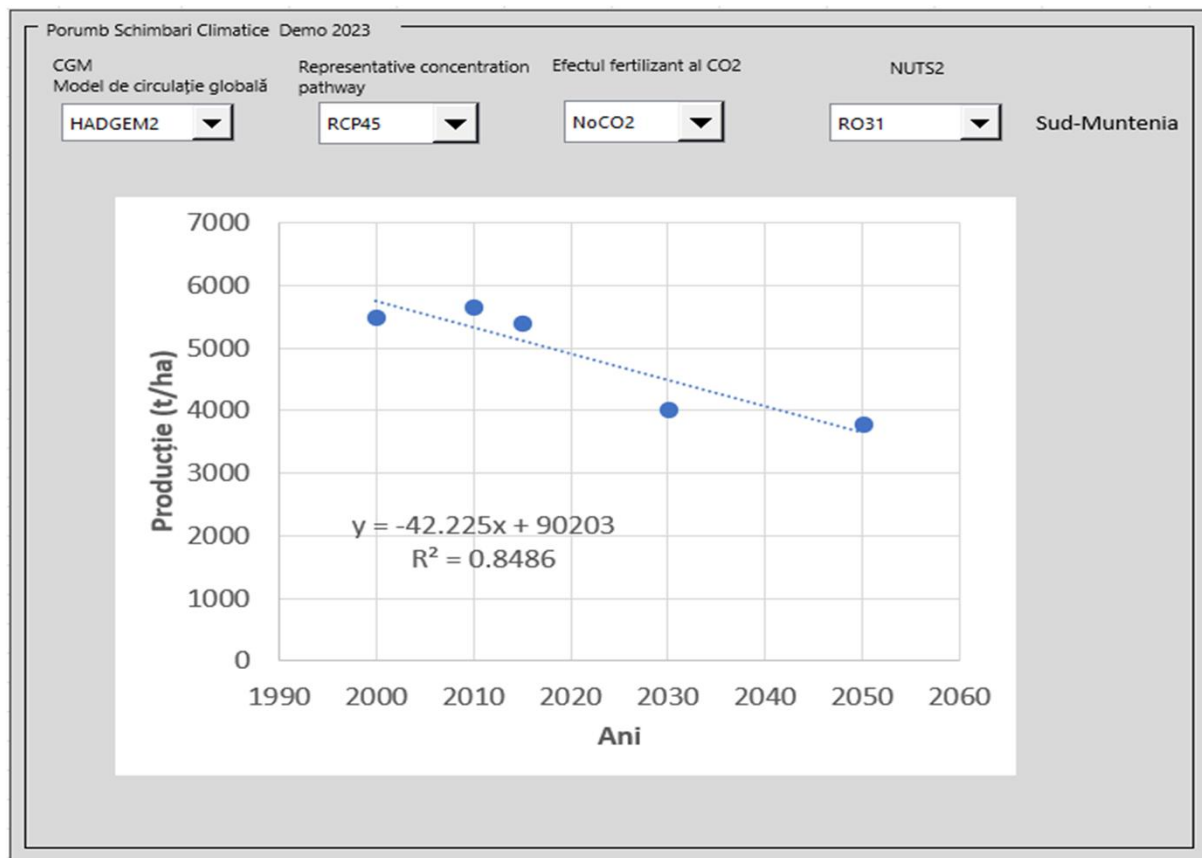
Exemplu de interogare simplă (medie, abatere standard, număr de valori)

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



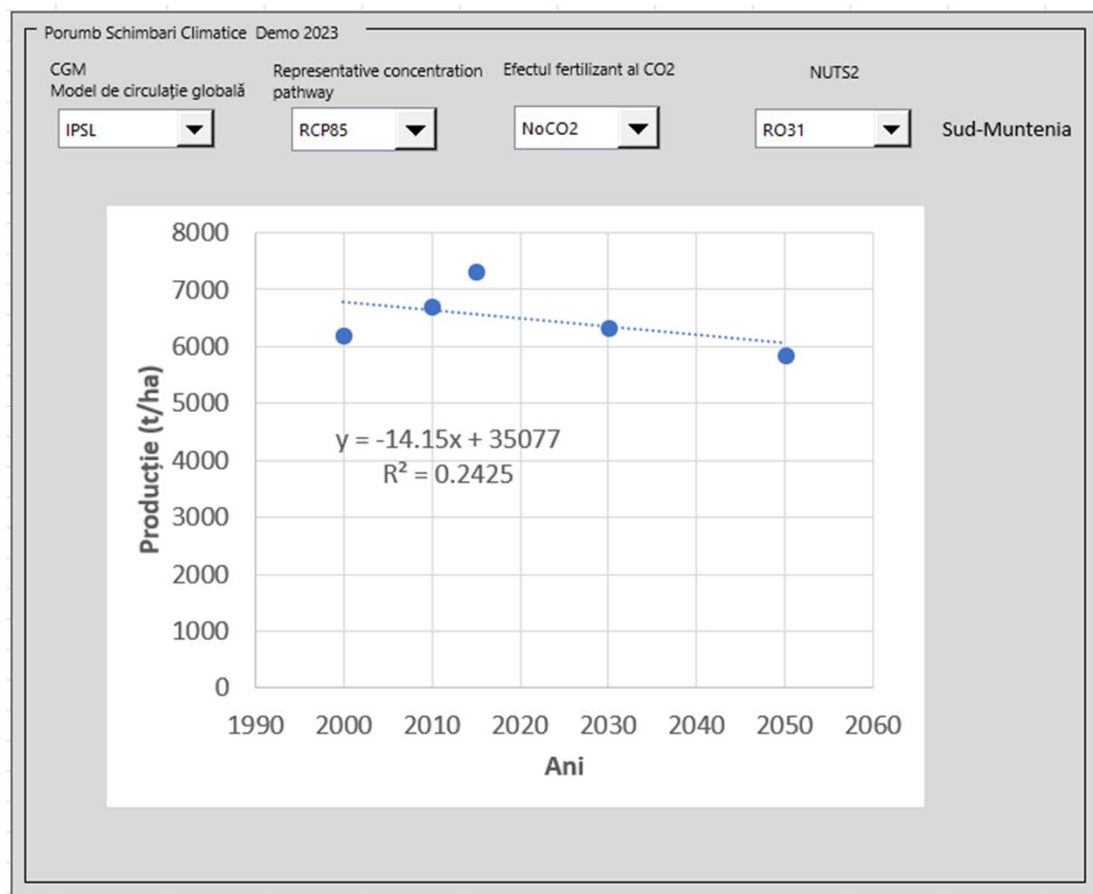
Producții de porumb simulate cu modelul WOFOST (JRC-Ispra) pe baza datelor HADGEM2 + RCP85 considerând efectul fertilizant al CO2 pentru regiunea Sud-Muntenia

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



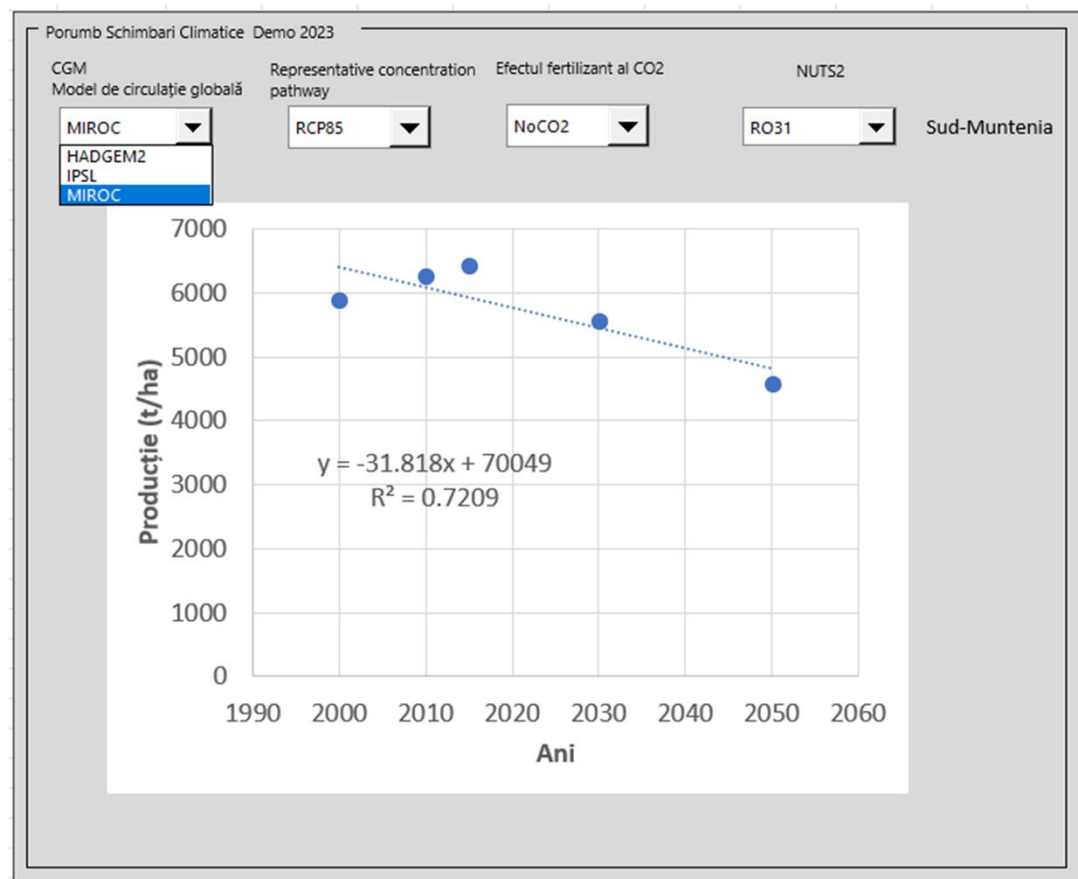
Producții de porumb simulate cu modelul WOFOST (JRC-Ispira) pe baza datelor HADGEM2 + RCP45 neglijând efectul fertilizant al CO2 pentru regiunea Sud-Muntenia

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



Producții de porumb simulate cu modelul WOFOST (JRC-Ispira) pe baza datelor IPSL + RCP85 neglijând efectul fertilizant al CO2 pentru regiunea Sud-Muntenia

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



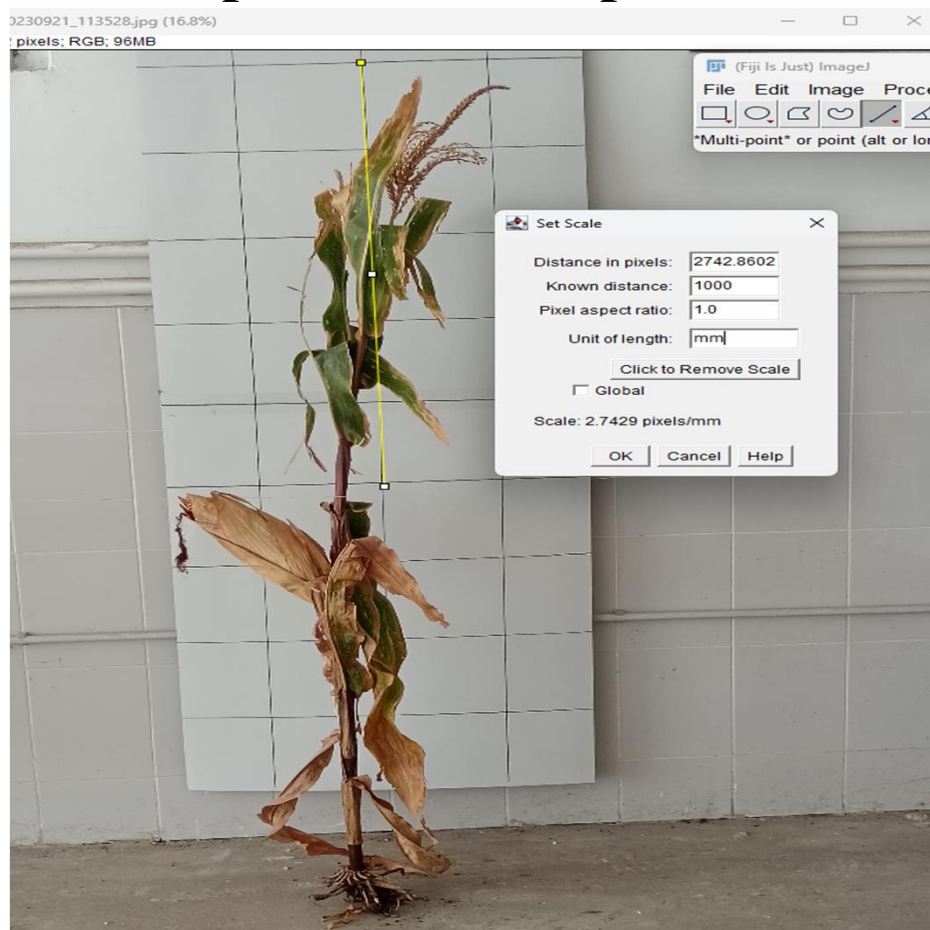
Producții de porumb simulate cu modelul WOFOST (JRC-Ispira) pe baza datelor MIROC + RCP85 neglijând efectul fertilizant al CO2 pentru regiunea Sud-Muntenia

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției

Aplicarea analizei de imagini pentru interpretarea rapidă a testelor de laborator

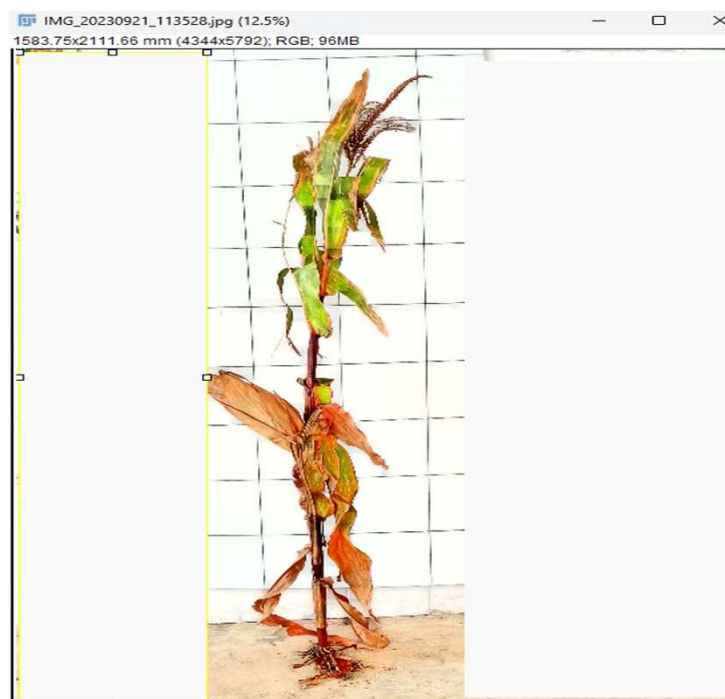
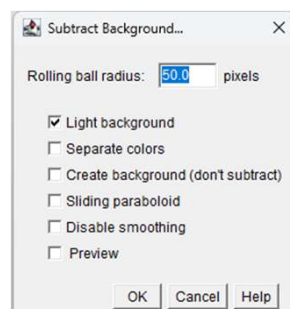
- A fost abordată problema obținerii rapide a unei estimări a suprafeței de proiecție a plantei pe direcția vântului, deoarece forța care acționează asupra tulpini este proporțională cu suprafața aflată în bătaia vântului, atunci când caracteristici aerodinamice ale plantei sunt relativ constante.
- Pentru efectuarea acestei determinări plantele recoltate din câmp au fost aduse în laborator unde au fost fotografiate pe un fond alb cu un caroiaj de referință. Folosind softul ImageJ din platforma FIJI a fost efectuată o scalare din pixeli în milimetri.

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



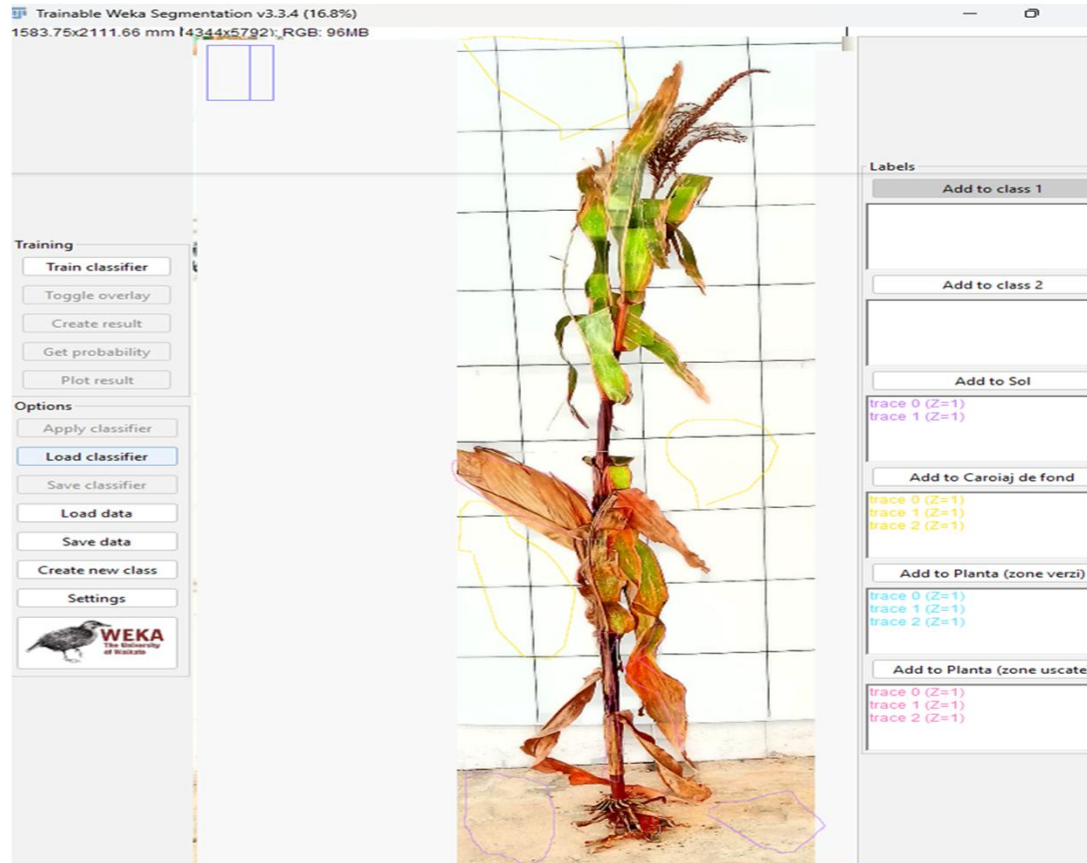
Scalarea din pixeli în milimetri folosind softul ImageJ

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



Înlăturarea (parțială) a fondului

Faza II/2023. Estimarea relevanței diferitelor teste de estimare indirectă a toleranței la diferite tipuri de secetă pentru stabilitatea producției



Antrenamentul pentru segmentarea Weka

Aplicarea unei segmentări pe baza unui antrenament anterior (Plugins – Segmentation – Trainable Weka Segmentation) în care sunt identificate principalele clase de interes.