
TEZA DE DOCTORAT

Evaluarea particularităților de interes ecologic și peisager a unor genotipuri de plante ornamentale și răspunsul lor la acțiunea unor factori de stres abiotic

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Doctorand **Diana-Maria Mircea**

Conducători de doctorat

Prof. univ. dr. Adriana F. Sestraș

Prof. univ. dr. Óscar Vicente Meana



INTRODUCERE

Pe măsură ce populația globului continuă să crească și urbanizarea globală să se dezvolte, iar efectele schimbărilor climatice sunt din ce în ce mai vizibile, ecosistemele și peisajele viitorului vor fi din ce în ce mai mult domesticate și proiectate sau 'antropizate' (MIRCEA și colab., 2023 a). Dezvoltarea și întreținerea peisajelor sustenabile reprezintă una dintre cele mai provocatoare și imperative deziderate pentru oamenii de știință, specialiștii și părțile interesate în înfrumusețarea peisajului și asigurarea sustenabilității în gestionarea resurselor. Pentru a îndeplini aceste deziderate, ecologia peisajului și peisagistica pot și trebuie să joace un rol esențial (MIRCEA și colab., 2023 a, b).

Factorii de stres abiotic cuprind o serie de condiții de mediu nefavorabile, inclusiv seceta, salinitatea și temperaturile extreme, toate putând avea un impact negativ asupra creșterii și supraviețuirii plantelor (MIRCEA și colab., 2023 c). Printre factorii limitativi care acționează în mod nefavorabil asupra plantelor, stresul hidric, caracterizat prin disponibilitatea inadecvată a apei, este esențial datorită faptului că se manifestă pe o scară largă, în numeroase zone ale globului, limitând distribuția, potențialul peisager sau impactul plantelor ornamentale în amenajarea spațiilor verzi (MIRCEA și colab., 2023 a, c).

Plantele ornamentale, ca elemente-cheie în proiectarea peisajului, trebuie să prezinte o bună comportare la factorii de stres abiotic, în special în regiunile predispuse la lipsa apei sau cu precipitații neregulate (MIRCEA și colab., 2023 c, d). În timp ce multe plante ornamentale sunt native în regiunile în care sunt cultivate, comerțul horticol global a facilitat răspândirea speciilor alogene în noi regiuni geografice. Acest fenomen a dus în ultimul timp la intensificarea dezbaterilor sau controverselor științifice referitoare la riscul invaziv manifestat de unele plante ornamentale (MIRCEA și colab., 2023 c). Plantele ornamentale invazive au potențialul de a perturba ecosistemele fragile, ducând la declinul sau dispariția speciilor indigene. Prin elucidarea răspunsului lor la stresul abiotic, se poate prevedea și gestiona mai bine impactul lor ecologic, contribuind la conservarea biodiversității (MIRCEA și colab., 2023 b, d). Cercetările privind răspunsul plantelor ornamentale invazive la stresul abiotic este de interes și actualitate, iar stresul hidric este un factor-cheie care poate influența răspândirea în flora cultivată și spontană a unor plante care pot avea particularități decorative, dar totodată sunt sau pot deveni buruieni dificil de controlat, care pot modifica structura asociațiilor vegetale sau echilibrul ecosistemelor.

Înțelegerea modului în care plantele ornamentale pot contracara efectele stresului hidric și pot dezvolta mecanisme de rezistență sau toleranță la deficitul de apă este crucială pentru a prevedea comportamentul lor în ecosisteme noi și pentru a face alegeri informate în arhitectura peisagistică în legătură cu strategiile de gestionare și de control al acestora, contribuind la atenuarea costurilor economice și ecologice în înfrumusețarea peisajului, și utilizarea sustenabilă a resurselor (MIRCEA și colab., 2023 a, b, c, d).

STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Teza de doctorat intitulată "Evaluarea particularităților de interes ecologic și peisager a unor genotipuri de plante ornamentale și răspunsul lor la acțiunea unor factori de stres abiotic" este structurată în două părți principale, însumând un număr de 156 de pagini și conține 8 capitole, 15 tabele, 47 de figuri și 399 de referințe bibliografice.

Prima parte a tezei constă într-o investigație bibliografică a cercetărilor referitoare la problematicile urmărite în teză și este structurată în trei capitole importante. În **Capitolul 1** sunt sintetizate informații referitoare la principalii factorii de stres abiotic care acționează asupra plantelor ornamentale din flora cultivată și spontană. **Capitolul 2** cuprinde aspecte referitoare la mecanismele de apărare ale plantelor la stresul abiotic, respectiv stratul protector al epidermei reprezentat de cuticulă, precum și diferite substanțe chimice, cum sunt acizii grași nesaturați și osmoprotectanții. **Capitolul 3** prezintă aspecte cu privire la variabilitatea răspunsului plantelor ornamentale la diferiți factori de stres abiotic, respectiv salin, termic și hidric, la ultimul cu accent și în privința plantelor ornamentale cu potențial invaziv.

A doua parte a tezei de doctorat este structurată în șase capitole reprezentate de contribuția personală, prin prisma rezultatelor obținute și semnificației acestora. Rezultatele cercetărilor au fost publicate în patru articole în reviste de tip *peer-review* (ISI), cu factor de impact (IF), două în reviste Q1 și două în Q2. În **Capitolul 4** se prezintă scopul și obiectivele urmărite în cadrul cercetărilor. Cercetările au avut ca scop obținerea de informații de interes referitoare la diferite genotipuri ornamentale cu importanță ecologică, peisageră, economică și socială, rezistente sau tolerante la stresul hidric, pretabile pentru amenajări peisagere. Cercetarea a urmărit și potențialul lor invaziv, luându-se în considerare riscul răspândirii acestor specii în diverse medii.

În conformitate cu scopul propus, principalele obiective ale cercetărilor au fost următoarele: testarea comportării unor specii floricole ornamentale cu importanță sau cu potențial ecologic, peisager, economic și social la acțiunea factorilor de stres hidric; evaluarea răspunsului plantelor în condiții de stres osmotic în timpul germinării semințelor și a deficitului de apă în timpul creșterii vegetative și analiza posibilelor mecanisme de toleranță a plantelor la stresul hidric; evaluarea potențialului invaziv a unor plante și a posibilităților de extindere a ariei lor de răspândire; identificarea markerilor biochimici care pot fi utilizați în caracterizarea mecanismelor de răspuns a plantelor la secetă; identificarea unor genotipuri rezistente sau tolerante la stres hidric, care să poată fi recomandate în amenajări peisagistice.

În **Capitolul 5** sunt prezentate materialele și metodele utilizate pentru evaluarea particularităților de interes ecologic și peisager a unor genotipuri de plante ornamentale și răspunsul lor la acțiunea unor factori de stres abiotic, utilizând metodologii specifice, teste de germinație a semințelor, testarea plantelor în condiții de stres hidric, analiza unor parametri biochimici etc.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În **Capitolul 6** sunt prezentate rezultatele obținute în cadrul cercetărilor aferente doctoranturii, sub forma articolelor științifice publicate în reviste de specialitate. Capitolul cuprinde patru subcapitole, fiecare dintre acestea fiind reprezentat de o problematică de cercetare efectuată conform obiectivelor propuse și valorificată sub forma unui articol publicat într-o revistă ISI.

Prima temă abordată s-a referit la evaluarea toleranței la secetă a unor specii ornamentale din familia Asteraceae și posibilitățile de utilizare a analizei multivariate în acest scop. Au fost examinate caracteristicile morfologice ale plantelor și creșterii lor vegetative, precum și principalii markeri biochimici implicați în rezistența sau toleranța plantelor la stres. Dintre șase specii ornamentale, cele mai tolerante la secetă au fost *A. houstonianum*, *G. carinata* și *L. vulgare*, iar cele mai sensibile *C. officinalis*, *C. chinensis* și *X. bracteatum*. Grupul speciilor mai tolerante a inclus și două specii raportate ca fiind invazive în afara arealului lor nativ (*A. houstonianum* și *L. vulgare*). Studiul a evidențiat utilitatea metodelor de analiză multivariată, respectiv analiza componentelor principale (PCA) și analiza variației canonice (CVA), pentru identificarea variației parametrilor morfologici implicați în acumularea de biomasă, precum și a unora biochimici în relevarea toleranței la secetă. Plantele acumulează prolină ca o reacție generală la factorii de stres abiotic, însă implicarea prolinei în mecanismele de toleranță la stresul hidric este extrem de variabilă în funcție de specie. S-a identificat o corelație pozitivă strânsă între conținutul de prolină și pigmenții fotosintetici, confirmându-se rolul activ al acestui compus în procesele de osmoreglare și în eliminarea stresului oxidativ asupra sistemului de fotosinteză. Cercetarea a evidențiat că speciile cu potențial invaziv sunt mai tolerante la stresul hidric, cu excepția *L. vulgare*, care a fost afectată mai grav de suprimarea timp de o lună a aprovizionării cu apă. Speciile invazive *A. houstonianum* și *G. carinata* au tolerat mai bine stresul hidric sever, rezultatul susținând ipoteza că plasticitatea fenotipică a speciilor invazive poate juca un rol semnificativ în potențialul acestor plante de a invada noi habitate.

Rezultatele obținute în cadrul acestei cercetări au fost publicate într-un jurnal ISI (WoS): MIRCEA, D. M., CALONE, R., SHAKYA, R., SAAVEDRA, M. F., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. 2023, Use of Multivariate Analysis in Screening for Drought Tolerance in Ornamental Asteraceae Species, *Agronomy* 13(3):687. [IF 3.949, Q1] <https://doi.org/10.3390/agronomy13030687>

A doua temă de cercetare s-a axat pe efectul deficitului de apă asupra germinăției semințelor, creșterea plantelor și răspunsul biochimic în condițiile deficitului de apă la patru specii ornamentale cu potențial invaziv din familia Poaceae (*Cymbopogon citratus*, *Cortaderia selloana*, *Pennisetum alopecuroides*, *P. setaceum*). Modificările induse de stres pentru diferiți markeri biochimici (pigmenți fotosintetici, osmoliți, compuși antioxidanți, conținut de Na⁺ și K⁺ din rădăcină și lăstari), au

evidențiat răspunsuri diferite în funcție de specie și de tratamentele de stres. Rezultatele au indicat că toleranța la secetă pare să depindă în mare măsură de transportul activ al cationilor Na^+ și K^+ către partea aeriană a plantelor, contribuind la ajustarea osmotică. Nu au existat modificări semnificative ale concentrațiilor de Na^+ sau K^+ în rădăcini sau lăstari atunci când s-au analizat cationii monovalenți, cu excepția creșterii concentrației de K^+ în rădăcinile de *P. alopecuroides*, care asigură o bună reacție a plantelor la secetă. Studiul a confirmat că în condiții de stres plantele redirecționează resursele, de la acumularea de biomasă la activarea mecanismelor de apărare și ajustarea osmotică prin acumularea de osmoliți, de exemplu prolina și zaharurile solubile. Rezultatele explică distribuția geografică și de mediu relativă a speciilor studiate. Studiul a indicat faptul că o atenție specială trebuie acordată speciei *P. alopecuroides* care manifestă un potențial invaziv ridicat, dar care nu este în general recunoscut.

Rezultatele obținute în cadrul acestei cercetări au fost publicate într-un jurnal ISI (WoS), după cum urmează: MIRCEA, D. M., ESTRELLES, E., AL HASSAN, M., SORIANO, P., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. 2023, Effect of Water Deficit on Germination, Growth and Biochemical Responses of Four Potentially Invasive Ornamental Grass Species, *Plants* 12(6):1260. [IF 4.658, Q1].
<https://doi.org/10.3390/plants12061260>

A treia temă abordată s-a axat pe evaluarea răspunsului la secetă prin markeri morfologici și biochimici la două specii de *Tropaeolum* utilizate în peisagistică. În condiții de stres, prolina, un factor esențial în controlul osmotic, a fost un bun indicator de stres, deoarece concentrația sa crește în timpul stresului osmotic. *T. minus*, mai puțin rezistent la secetă decât *T. majus*, a prezentat un conținut de prolina mai mare. S-a constatat că MDA este corelată negativ cu umiditatea substratului și cu factorii de creștere a plantelor. Concentrațiile de H_2O_2 nu s-au modificat la *T. majus* și chiar au scăzut la *T. minus*, dar nivelurile rezultate au fost influențate de cantitatea de pigmenți fotosintetici, flavonoide și fenoli, precum și de conținutul de apă din frunze, la ambele specii. Indicatorii de creștere și metabolici au demonstrat faptul că plantele de *T. majus* și *T. minus* au reacționat asemănător la deficitul de apă, însă pierderile mai mici de biomasă proaspătă și uscată la *T. majus* au relevat o rezistență, sau cel puțin toleranță, mai bună a acesteia la stresul hidric sever. Studiul a indicat o relație strânsă între modelele de variație a conținutului de flavonoide și clorofilă obținute prin metode bazate pe senzori (determinări efectuate cu ajutorul senzorului optic Dualex, în seră) și spectrofotometrice (măsurători spectrofotometrice, în laborator).

Rezultatele obținute în cadrul acestei cercetări au fost publicate într-un jurnal ISI (WoS), după cum urmează: MIRCEA, D. M., CALONE, R., SHAKYA, R., ZUZUNAGAROSAS, J., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. 2023, Evaluation of Drought Responses in Two *Tropaeolum* Species Used in Landscaping through Morphological and Biochemical Markers, *Life* 13(4):960. [IF 3.253, Q2].
<https://doi.org/10.3390/life13040960>

A patra temă a fost dedicată evaluării răspunsului la stresul hidric în timpul germinării semințelor și a creșterii vegetative la șase specii ornamentale (*Bidens pilosa*,

Centaurea cyanus, *Echinacea purpurea*, *Limonium sinuatum*, *Lobularia maritima*, *Oenothera biennis*). În absența stresului, cele mai competitive specii în timpul germinării au fost *B. pilosa*, *O. biennis* și *C. cyanus*, aceasta din urmă în ceea ce privește viteza de germinare. Cu toate acestea, în prezența PEG, *C. cyanus* a avut cea mai mare capacitate de a suporta stresul osmotic dintre toate speciile examinate, urmată de *L. sinuatum*. Germinația la *Oenothera biennis* a fost competitivă până la -0.75 MPa, însă germinația la *B. pilosa* a fost puternic redusă, iar MGT a crescut la această concentrație. Niciuna dintre aceste două specii nu a germinat la cea mai mare concentrație de PEG testată. *B. pilosa* și *C. cyanus* s-au remarcat prin creșterea mai lungă a hipocotilelor și a radiculelor, precum și prin scorul general mai bun al vigorii răsadurilor. *Echinacea purpurea*, cea mai puțin predispusă la pericolul de invazie dintre speciile studiate, a avut cel mai mare MGT (timpul mediu de germinare) în circumstanțele de control și a avut nevoie de cel mai mult timp pentru a finaliza germinarea.

În ceea ce privește impactul secetei asupra dezvoltării vegetative a plantelor, toate speciile au tolerat irigarea cu jumătate din cantitatea de apă utilizată în control. În absența irigației, *L. maritima* și *L. sinuatum* s-au remarcat ca fiind speciile care au atenuat cu cel mai mare succes efectele dăunătoare ale stresului provocat de secetă în tratamentul de stres hidric sever, în timp ce *O. biennis* a fost cea mai sensibilă. Conform studiului, caracteristici semnificative ale invazivității au fost cele referitoare la germinație, în special în absența stresului. Doar *L. sinuatum*, o halofită tipică, a avut o performanță bună în condiții de stres hidric în ambele faze de dezvoltare, în timp ce *L. maritima*, o altă halofită, este rezistentă la stres în timpul creșterii vegetative, dar are o germinație slabă în condiții de stres osmotic. Rezultatele au indicat faptul că *O. biennis* este susceptibilă în timpul creșterii plantelor tinere la stresul hidric sever, ceea ce sugerează că prezența sa ca invazivă este mai problematică în regiunile temperate și mai umede decât în zona Mării Mediterane. Analiza multivariată a separat această specie de toate celelalte datorită producției mai mari de zaharuri, flavonoide și fenoli, chiar și în absența stresului, dar și la cea mai mică concentrație de prolină. Dimpotrivă, cele mai mari concentrații de prolină au fost înregistrate la plantele supuse stresului hidric la cele mai tolerante specii, *L. sinuatum* și *L. maritima*, demonstrând importanța acestui amino acid în toleranța la secetă.

Rezultatele obținute în cadrul acestei cercetări au fost publicate într-un jurnal ISI (WoS), după cum urmează: MIRCEA, D. M., CALONE, R., ESTRELLES, E., SORIANO, P., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. 2023, Responses of different invasive and non-invasive ornamental plants to water stress during seed germination and vegetative growth, *Scientific Reports* 13(1):13281 [IF 4.997, Q2]. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40517-7>

CONCLUZII

Capitolul 7 este alocat concluziilor formulate pe baza rezultatelor obținute.

Utilizarea plantelor ornamentale în amenajarea peisajului poate asigura nu numai o estetică frumoasă a mediului înconjurător și o atmosferă plăcută în spațiul exterior creat, ci și un mediu ecologic, recreativ și benefic pentru sănătatea fizică și mentală. În utilizarea eficientă a plantelor ornamentale în designul peisager, trebuie să se aibă în vedere atât planificarea atentă a spațiului și a designului dorit, cerințele ecologice ale plantelor, cât și posibilitatea utilizării unor genotipuri cu un răspuns adecvat la factorii de stres abiotic și biotic, astfel încât proiectul propus să îndeplinească cerințele actuale privind sustenabilitatea resurselor. Dintre factorii de stres abiotic, seceta reprezintă una dintre cele mai importante provocări cu care se confruntă speciile ornamentale. Întrucât resursele de apă vor fi tot mai limitate din cauza încălzirii globale, selecția și diversificarea genotipurilor tolerante la stres hidric devin priorități ale horticulturii ornamentale contemporane.

Identificarea și utilizarea plantelor ornamentale cu un răspuns adecvat la stresul hidric, reprezintă o condiție importantă a succesului și sustenabilității oricărui design peisager. Folosirea unor genotipuri rezistente sau tolerante la factorii de stres, în mod deosebit la secetă, în condițiile insuficienței apei, sau dorinței de a economisi apa, devine cel mai eficient mijloc pentru succesul proiectelor viitoare. Cercetările efectuate în cadrul doctoranturii au permis identificarea unor specii cu un răspuns adecvat la stresul hidric, care pot fi recomandate pentru a fi utilizate pentru crearea spațiilor verzi de diferite tipuri, în care necesitățile de întreținere ale plantelor să fie mai puțin costisitoare, iar menținerea lor într-o stare sănătoasă și cu impact vizual favorabil să fie mai facilă. Soluțiile propuse respectă mediul înconjurător, promovează utilizarea unor genotipuri native sau ecologice care pot susține biodiversitatea locală și pot reduce necesitățile de întreținere, și asigura economisirea unor importante resurse de apă potabilă.

RECOMANDĂRI

Cercetările efectuate în cadrul tezei de doctorat oferă informații utile pentru practica horticolă și peisagistică, precum și pentru programele de ameliorare a plantelor. Speciile remarcate pentru particularitățile lor favorabile referitoare la răspunsul la stresul hidric, pot fi utilizate și promovate în proiectarea și amenajarea sustenabilă a spațiilor verzi. Întrucât schimbările climatice continuă să aibă un impact asupra peisajelor, cercetarea din această teză oferă o perspectivă de viitor și urmărește să găsească un echilibru între atracția estetică a plantelor ornamentale și integritatea ecologică a peisajelor, creând o cale armonioasă între natură și design.

Promovarea și conștientizarea beneficiilor pe care le oferă plantele ornamentale rezistente la stresul abiotic cauzat de lipsa apei poate contribui la buna educație și

formare a spiritului ecologic în rândul studenților, peisagiștilor, horticultorilor și a publicului larg. Totodată, poate avea efecte benefice și consecințe pozitive prin prisma acțiunilor viitoare de protecție și înfrumusețare a mediului și de folosire sustenabilă a resurselor naturale, inclusiv a apei potabile. Semnalarea potențialului invaziv a unor plante de interes peisager și cunoașterea posibilelor riscuri pe care le implică acestea, poate contribui la prevenirea unor situații care să afecteze echilibrul ecosistemelor. O bună colaborare între experții în peisagistică, horticultură, ecologie, botanică, protecția plantelor și a mediului etc. și o abordare multidisciplinară a proiectării sustenabile a spațiilor verzi în condiții de secetă și în contextul schimbărilor climatice globale reprezintă cheia de boltă în asigurarea dezideratelor referitoare la înfrumusețarea mediului și sustenabilitatea resurselor în peisagistică.

CONTRIBUȚIILE INOVATIVE ALE TEZEI

Cercetările efectuate în această teză de doctorat au fost desfășurate într-un cadru complex, interdisciplinar, în care subiectul referitor la evaluarea particularităților de interes ecologic și peisager a unor genotipuri de plante ornamentale și răspunsul lor la acțiunea unor factori de stres abiotic a inclus problematici din domenii de studiu diferite, conexe horticulturii, respectiv agronomie, știința mediului (ecologie și protecția mediului), biotehnologii, biologie etc.

Evaluarea exhaustivă a unor plante de interes ornamental, importante din punct de vedere ecologic, peisager sau economic, a furnizat informații relevante a reacției lor la stresul hidric. Prin teste în care s-a analizat atât germinația semințelor, cât și creșterea plantelor în condiții de simulare a secetei, au fost identificate specii cu particularitățile morfologice, fiziologice și biochimice care le asigură o remarcabilă capacitate de adaptare la lipsa apei, sau la condiții de mediu cu resurse limitate de apă

Pe lângă evaluarea răspunsului la stresul abiotic și mecanismele implicate în rezistența sau toleranța plantelor la stressorii de mediu, cercetările au abordat și potențialul invaziv al unor specii cu particularități decorative. Variabilele de creștere a plantelor și markerii biochimici au relevat diferențe semnificative între specii pentru răspunsul la stresul hidric. Analiza reacției la lipsa de apă a relevat că unele specii ornamentale pot manifesta adaptabilitate la stresul hidric, iar variațiile concentrațiilor de prolină și malondialdehidă sunt indicatori biochimici fiabili ai efectelor stresului hidric. Studiul a relevat și relația strânsă între modelele de variație a conținutului de flavonoide și clorofilă obținute prin metode bazate pe analize cu senzori (directe) și metode spectrofotometrice (de laborator). Rezultate originale s-au obținut și în privința particularităților plantelor asociate cu invazivitatea, inclusiv cele referitoare de germinația semințelor. Deși cultivate în unele zone ca plante ornamentale sau medicinale, unele specii sunt totodată buruieni 'agricole' și de mediu clasificate cu un scor de risc ridicat în Compendiul Global al Buruienilor. Modelele utilizate pot fi deosebit de utile în identificarea și semnalarea celor care pot reprezenta riscuri pentru flora cultivată și spontană prin caracterul lor invaziv.

Întrucât schimbările climatice continuă să aibă un impact asupra peisajelor, cercetarea din această teză oferă o perspectivă de viitor și urmărește să găsească un echilibru între atracția estetică a plantelor ornamentale și integritatea ecologică a peisajelor, creând o cale armonioasă între natură și design.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- MIRCEA, D. M., CALONE, R., SHAKYA, R., SAAVEDRA, M. F., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. (2023 a). Use of Multivariate Analysis in Screening for Drought Tolerance in Ornamental Asteraceae Species, *Agronomy* 13(3):687.
<https://doi.org/10.3390/agronomy13030687>
- MIRCEA, D. M., ESTRELLES, E., AL HASSAN, M., SORIANO, P., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. (2023 b). Effect of Water Deficit on Germination, Growth and Biochemical Responses of Four Potentially Invasive Ornamental Grass Species, *Plants* 12(6):1260.
<https://doi.org/10.3390/plants12061260>
- MIRCEA, D. M., CALONE, R., SHAKYA, R., ZUZUNAGA-ROSAS, J., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. (2023 c). Evaluation of Drought Responses in Two *Tropaeolum* Species Used in Landscaping through Morphological and Biochemical Markers, *Life* 13(4):960.
<https://doi.org/10.3390/life13040960>
- MIRCEA, D. M., CALONE, R., ESTRELLES, E., SORIANO, P., SESTRAS, R. E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A. F., VICENTE, O. (2023 d). Responses of different invasive and non-invasive ornamental plants to water stress during seed germination and vegetative growth, *Scientific Reports* 13(1):13281
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-40517-7>