

## REZUMAT

Prin lucrarea de față intitulată "Variația unor indici de calitate ornamentală și principii active la *Tagetes* spp. în relație cu substratul de creștere" am dorit să îmi aduc aportul la cercetările efectuate cu privire la influența substratului de creștere asupra plantelor ornamentale cultivate la ghiveci în spațiu protejat și generarea unor modele de descriere a răspunsului plantelor în timp la mediul de cultură.

În prezentul studiu am testat compostul rezultat din reciclarea unor deșeuri organice fermentabile, alături de alte componente, ca substraturi pentru creșterea plantelor și am descris prin metode matematice și statistice variația unor parametri vegetativi (indici fiziologici), indici de calitate florală (ornamentali) și câteva principii active la materialul biologic analizat. Cercetările au fost realizate în perioada 2022-2024, într-un spațiu protejat acoperit cu folie de PE și amplasat pe raza municipiului Salonta, județul Bihor. Analizele de laborator s-au efectuat în cadrul platformei de cercetare a Universității de Științele Vieții "Regele Mihai I" din Timișoara.

Scopul tezei a fost de a evalua influența anumitor tipuri de substrat asupra creșterii și dezvoltării plantelor la două specii de *Tagetes*, pe baza unor indici și parametri vegetativi și ornamentali.

Pornind de la scopul tezei, pe perioada derulării programului de cercetare, s-au diferențiat o serie de obiective cum ar fi:

- Măsurarea unor indici fiziologici și parametri biometrici și determinarea variației acestora în raport cu substratul de creștere;
- Măsurarea unor indici de calitate ornamentală și determinarea variației acestora în raport cu substratul de creștere;
- Determinarea unor principii active și a variației acestora în raport cu substratul de creștere;
- Generarea unor modele matematice și statistice de estimare a indicilor și parametrilor studiați în raport cu substratul nutritiv;
- Analizarea posibilității de valorificare a unui produs local, de tipul compostului rezultat prin procese de fermentare a deșeurilor organice biodegradabile în scopul cultivării plantelor ornamentale, în contextul economiei circulare.

Teza de doctorat este structurată în patru părți și conține opt capitole.

Partea I – Stadiul actual al cunoașterii cuprinde Introducere și Conținutul tezei de doctorat, cu Capitolul I – Stadiul actual al cercetărilor.

Partea a II-a – Rezultatul cercetărilor proprii conține 7 capitole, după cum urmează:

- Capitolul II – Scopul, obiectivele, materialul și metodele de cercetare;
- Capitolul III – Rezultate cu privire la analiza substratului de cultură;
- Capitolul IV – Variația unor indici fiziologici la speciile de *Tagetes* în relație cu substratul de creștere;
- Capitolul V – Variația unor parametri ai frunzelor de *Tagetes* în raport cu substratul de creștere;
- Capitolul VI - Variația unor indici de calitate ornamentală la speciile de *Tagetes* în relație cu substratul de creștere;
- Capitolul VII – Variația culorii inflorescențelor la speciile de *Tagetes* în raport cu substratul de creștere;
- Capitolul VIII – Variația unor principii active din inflorescențele de *Tagetes* în relație cu substratul de creștere.

Partea a III-a conține Concluzii generale și recomandări, iar în Partea a IV-a sunt prezentate Elemente de originalitate.

Bibliografia cuprinde un număr de 138 lucrări de specialitate, publicații atât din țară cât și din străinătate, precum și documente legislative naționale și europene.

Teza de doctorat se extinde pe 148 pagini în care sunt incluse 69 tabele și 80 imagini (grafice, figuri și fotografii color).

## CAPITOLUL I – STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRIILOR

Acest capitol prezintă informații regăsite în literatura de specialitate cu privire la importanța valorificării deșeurilor biodegradabile în contextul economiei circulare, la importanța cultivării speciilor de *Tagetes* în diferite scopuri, la cultivarea plantelor pe diferite substraturi de creștere, respectiv la principiile active regăsite în speciile de *Tagetes*.

Economia circulară ca parte a dezvoltării durabile, se bazează pe o abordare sustenabilă, circulară și care prezintă beneficii pentru capitalul economic, social și de mediu. O latură a economiei circulare se referă la gestionarea deșeurilor. Este tot mai mult promovată necesitatea colectării selective a deșeurilor, care, deși este reglementată prin legi și normative de aplicare, realizarea acestui obiectiv se face cu pași variabili, de la o țară la alta, de la o comunitate umană la alta. De-a lungul timpului s-au dezvoltat metode și tehnici variate de a determina cetățenii să realizeze colectarea selectivă, prin utilizarea containerelor de culori diferite, amplasarea acestora în diferite moduri, realizarea de mesaje vizuale și campanii de informare, acordarea anumitor bonusuri, corecții sau chiar penalități.

În cadrul fluxurilor reziduale, deșeurile organice solide, de origine municipală, reprezintă un subiect intens studiat, ca urmare a specificului acestora – cantități mari, flux continuu în timp, caracteristici fizice, biochimice variate (variabilitate ridicată sub aspectul categoriei, cantității și compoziției), ceea ce implică operațiuni ample de colectare, manipulare, depozitare temporară – selectare, prelucrare. În prezent, cantități considerabile de deșeuri provenind din gospodării, activități comerciale și industriale ajung zilnic la groapa de gunoi, deșeuri care prezintă un impact negativ asupra mediului înconjurător. Colectarea selectivă a deșeurilor este obligatorie potrivit legislației în vigoare și contribuie la conservarea resurselor naturale neregenerabile, reducerea consumului de materii prime, reducerea impactului asupra mediului, climei, etc.

Deșeurile biodegradabile sau organice sunt materii care se descompun ușor, într-un timp relativ scurt, în prezența factorilor biotici (de ex. microorganisme) sau abiotici (de ex. temperatura, lumina, oxigenul). În situația colectării adecvate a deșeurilor biodegradabile, acestea pot fi reciclate prin procesul de compostare, fiind transformate în compost, ce se utilizează în agricultură, horticultură sau floricultură ca îngrășământ sau agent de ameliorare a solului. Având în vedere cantitățile mari de metan care se generează în procesul de compostare a biodeșeurilor urbane, este important ca acest proces să se realizeze în spații special amenajate în acest sens, respectiv stații de compostare sau biocompostainere. Deși se descompun ușor, este important ca deșeurile biodegradabile să fie colectate selectiv pentru a nu afecta mediul înconjurător prin emisiile de gaze sau dezvoltarea în unei flore microbiene cu potențial de creștere a riscului pentru transmiterea anumitor boli la plante, animale sau oameni. Colectarea, reciclarea și tratarea corespunzătoare a deșeurilor organice generează o resursă valoroasă pentru mediu și cultivarea plantelor.

Composturile obținute din deșeuri biodegradabile au fost intens studiate ca substrat sau componentă în amestecuri de substrat pentru cultivarea diferitelor plante. S-au abordat diverse procedee de realizare a acestora prin adăugarea de diferite ingrediente în procesul de producție, precum și îmbunătățirea acestora, prin amendarea sau adăugarea de minerale pentru creșterea proprietății biologice și chimice.

*Tagetes spp.* se numără printre speciile de plante la care s-au studiat ca substraturi de creștere și diferite tipuri de compost din rumeguș, din frunze fermentate, vermicomposturi din turbă și gunoi de grajd, cu sau fără adaosuri de rumeguș, nisip sau reziduuri de apă uzată, singure sau în amestec cu diferite tipuri de sol sau alte componente cum ar fi coaja de orez, cărbune, nisip, rumeguș, moloz de furtună, moloz de construcții, turbă, perlit, scoarță, gunoi de cal, gunoi de pasăre, gunoi de grajd, nucleu de cocos, chipsuri din lemn de pin, diferite amestecuri comerciale de substrat, etc.

Crăițele (*Tagetes*) sunt plante erbacee, cultivate în multe țări din lume, având o perioadă relativ lungă de înflorire și tehnologie ușoară de cultivare. Cunoscute fiind încă din cele mai vechi timpuri, crăițele sunt apreciate pentru valoarea lor ornamentală, pentru proprietățile lor medicinale și farmacologice, ca ingredient în hrana umană, ca sursă de colorant natural în industria textilă și a pielăriei, în creșterea animalelor, în agricultură și pentru protecția mediului. Pe lângă aspectul atractiv pe care îl asigură preparatelor gastronomice, valoarea nutraceutică a florilor comestibile de *Tagetes* reprezintă o sursă de compuși fenolici, carotenoizi și minerale pentru alimentația umană.

Din punct de vedere medicinal și farmacologic, de-a lungul timpului, plantelor de *Tagetes* li s-au atribuit proprietăți hepatoprotectoare, antioxidante, antiinflamatoare, antidiabetice, antihiperglicemice, hipolipidemice, anticancer și antitumorale, antifungice, antimicrobiene, etc., acestea datorându-se fitoconstituenților activi pe care le conțin. Datorită conținutului ridicat de luteină din petalele de *Tagetes*, acestea pot contribui la reducerea riscului de dezvoltare a degenerării maculare, a cataractei, precum și a aterosclerozei. Petalele de *Tagetes* conțin proteine, grăsimi, polizaharide, minerale și vitamine. În ele s-au identificat cantități semnificative de K, N și Zn, dar și P, Ca, Mg, Fe și Mn. Analiza profilelor compușilor bioactivi ai diferitelor părți ale speciilor de *Tagetes*, a evidențiat prezența polifenolilor, flavonoidelor, carotenoizilor, luteinei, alcaloizilor, saponinelor, steroizilor, carbohidraților, terpenilor, taninurilor, prolinei, etc.

## CAPITOLUL II – SCOPUL, OBIECTIVELE, MATERIALUL ȘI METODELE DE CERCETARE

Acest capitol redă pe lângă scopul și obiectivele menționate la începutul acestui rezumat, atât informațiile referitoare la materialul utilizat în cadrul studiului, cât și metodele de cercetare abordate în vederea realizării măsurărilor, determinărilor și analizelor statistice a parametrilor urmăriți.

În cadrul experimentului s-au utilizat două specii de *Tagetes*, respectiv *T. erecta* F1 Discovery Orange (Benary, Germania) și *T. patula* Durango® Tangerine (Pan American Seed, S.U.A.), pentru care s-au achiziționat semințe profesionale care au fost semănate în tăvi alveolare într-un substrat horticol comercial. La faza de 2-4 frunze adevărate, răsadurile s-au transplantat în ghivece cu capacitate mare, care erau umplute cu substraturile experimentale. S-au realizat patru variante de substraturi de cultură cu concentrații diferite de compost provenit dintr-o sursă locală, în amestec cu turbă acidă și vermiculit. Ca variantă martor s-a utilizat pământul de grădină provenit din grădina unei gospodării, care nu a fost fertilizat și pe care nu au fost aplicate pesticide în ultimii ani.

Măsurătorile parametrilor fiziologici și ornamentală la speciile studiate s-au făcut on site, după un calendar prestabilit la începutul programului de cercetare. Astfel, s-au măsurat ca indici fiziologici la diferite momente, înălțimea și diametrul plantei, numărul de lăstari și diametrul coletului. Indicii de calitate ornamentală urmăriți au fost data înfloririi, diametrul primei inflorescențe, numărul de inlorescențe per plantă la momentul realizării fiecărei măsurători, diametrul mediu al inflorescențelor. S-au urmărit de asemenea parametri ai frunzei (aria, perimetrul, greutatea frunzei, greutatea foliolelor), precum și parametri de culoare ai inflorescențelor, utilizând diferite sisteme internaționale de identificare a culorii.

Analizele de laborator atât ale probelor de substrat cât și din petale s-au realizat în cadrul platformei de cercetare a Universității de Științele Vieții "Regele Mihai I" din Timișoara. Astfel, pentru variantele de substrat s-au efectuat analize pentru determinarea reacției solului și a conținutului de N, P și K, utilizându-se metode specifice de laborator. Restul elementelor chimice din substrat s-au determinat cu ajutorul unei tehnologii non-invazive, bazată pe fluorescența cu raze X. Din probele de petale usate s-au realizat analize de laborator pentru determinarea conținutului în elemente chimice și principii active (polifenoli și flavonoide).

Toate datele colectate pe parcursul realizării măsurărilor, respectiv a efectuării analizelor de laborator, au fost înregistrate în table Excel, care mai apoi au fost analizate pentru siguranța

statistică, prezența varianței, variația în timp a parametrilor și indicilor studiați, distribuția variantelor în relație cu indicii înregistrați, în condițiile de studiu.

### CAPITOLUL III – REZULTATE CU PRIVIRE LA ANALIZA SUBSTRATULUI DE CULTURĂ

În acest capitol sunt prezentate rezultatele obținute în anii de studiu 2022-2023, ca urmare a analizelor de laborator efectuate la substraturile de cultură experimentate, urmărind valoarea pH-ului, conținutul de azot, fosfor și potasiu, precum și prezența altor elemente chimice. Substraturile au înregistrat valori ale pH-ului cuprinse între 5,39 și 8,09, iar varianta de substrat obținută din amestec compost 30% + turbă 60% + vermiculit 10% a fost singura variantă care s-a încadrat în limitele recomandate pentru cultura de *Tagetes*, în cei doi ani studiați. În general, rezultatele obținute au indicat o stare de aprovizionare foarte ridicată în azot, fosfor și potasiu. În ceea ce privește conținutul de alte elemente chimice, în variantele analizate s-au identificat cantități mari de fier, calciu, tiuram, zinc, mangan, crom și alte metale grele.

### CAPITOLUL IV – VARIAȚIA UNOR INDICI FIZIOLOGICI LA SPECIILE DE *TAGETES* ÎN RELAȚIE CU SUBSTRATUL DE CREȘTERE

Acest capitol prezintă rezultatele proprii ale cercetărilor realizate în vederea evaluării gradului de influență a substratului de creștere asupra unor parametri vegetativi la plantele de *Tagetes*, urmărindu-se astfel înălțimea plantei, diametrul plantei, numărul de lăstari, diametrul coletului precum și variația raportului dintre înălțimea și diametrul plantei în relație cu variantele de substrat.

În cadrul experimentului derulat la ghivece, în spațiu protejat, s-au realizat 5 variante de substrat, în care au fost cultivate cele două specii de *Tagetes*. Influența substratului de creștere asupra indicilor fiziologici analizați s-a remarcat în unele situații similare, iar în altele diferit în funcție de variantă și specie.

În cazul înălțimii plantelor, la ambele specii studiate, varianta de substrat conținând compost în proporție de 100% a dezvoltat plante cu înălțimile cele mai mici, pe când variantele cu conținut mai ridicat de turbă (70 %) în amestec au prezentat cele mai mari înălțimi.

Diametrul plantelor a prezentat cele mai mici valori în cazul variantei de control (0% compost) la ambele specii, pe când cele mai mari dimensiuni au fost repartizate diferit, respectiv în cazul *T. erecta* s-a înregistrat pentru substratul conținând 40% compost, iar la *T. patula* pentru substratul cu un conținut de 30% compost.

În ceea ce privește numărul mediu de lăstari, clasamentele obținute au fost similare în cazul ambelor specii. Astfel, cei mai puțini lăstari au fost dezvoltați de plantele cultivate pe substratul de control (0% compost), pe când cel mai mare număr de lăstari s-a observat în cazul plantelor cultivate pe amestec cu un conținut de 40% compost.

Cele mai mici valori măsurate pentru diametrul tulpinii au fost înregistrate în cazul ambelor specii cultivate pe pământ de grădină (0% compost), iar plantele cu diametrele cele mai mari măsurate la nivelul coletului au fost cele cultivate pe amestecul conținând compost 40% în cazul *T. erecta*, respectiv 30% compost la *T. patula*.

Rapoartele dintre înălțimea și diametrul plantelor au prezentat aceeași repartizare la ambele specii, în funcție de substrat. Astfel, cel mai mic raport s-a înregistrat în cazul variantei cu compost 100%, pe când cel mai mare raport s-a observat la plantele cultivate pe varianta de control (0% compost).

## CAPITOLUL V – VARIAȚIA UNOR PARAMETRI AI FRUNZELOR DE *TAGETES* ÎN RELAȚIE CU SUBSTRATUL DE CREȘTERE

Aceste cercetări au avut scopul de a evalua relația de scalare dintre greutatea proaspătă a frunzei și a foliolelor față de suprafața acesteia în raport cu substratul de creștere. Rezultatele obținute s-au situat diferit în funcție de specie și an de studiu.

Raportul dintre greutatea totală a frunzei și greutatea foliolelor în funcție de varianta de substrat la *T. erecta* a prezentat cele mai mari valori în cazul variantelor cu compost 30% pentru anul 2023, respectiv 100 % pentru anul 2024. Cele mai mici valori s-au înregistrat la plantele cultivate pe substraturile cu un conținut de compost 100% și 20% pentru anul 2023, pe când în anul următor valori minime ale raporturilor s-au observat în cazul variantelor cu conținuturi de 0%, respectiv 100% compost. La varietatea de *T. patula* studiată însă, cele mai mari valori s-au înregistrat la variantele de amestec cu conținut de compost de 30%, respectiv 40% pentru anul 2023 și 40% pentru anul 2024. Valorile cele mai mici s-au observat la frunzele plantelor cultivate pe varianta de control (0% compost) în primul an, iar în al doilea an, s-au obținut valori egale atât în cazul 0% compost cât și la 100% compost.

Raportul dintre greutatea totală a frunzei proaspete și suprafața, în relație cu substratul de creștere, a prezentat de asemenea valori diferite în funcție de specie și an de experiment. În cazul *T. erecta*, cele mai mari valori s-au înregistrat la plantele crescute pe substratul cu conținut de 30% compost în primul an, pe când în al doilea an urmărit, valorile maxime s-au obținut la varianta cu 100% compost. La această specie, cele mai mici rapoarte s-au evidențiat în cazul substratului cu compost 100% pentru anul 2023, respectiv compost 0% în anul următor. La *T. patula*, în primul an s-au obținut cele mai mari valori la frunzele provenite de la plantele cultivate pe compost 100%, pe când în anul următor, acest clasament s-a repartizat variantei cu 40% compost. În ceea ce privește valoarea cea mai mică obținută, pentru primul an s-a înregistrat la varianta cu 40% compost, pe când în cel de-al doilea an la varianta cu 30% compost.

Raportul dintre greutatea foliolelor și suprafața frunzei în relație cu substratul de creștere la *T. erecta* a prezentat cele mai mari valori în cazul variantei conținând 30% compost în anul 2023 și 40% compost în cel de-al doilea an. Valorile cele mai mici s-au obținut la plantele cultivate pe compost 100% în primul an, respectiv pe varianta de control (0% compost) în anul următor. La varietatea de *T. patula* studiată, în cei doi ani urmăriți, cel mai mare raport pentru acest parametru s-a obținut în cazul plantelor cultivate pe varianta de control (0% compost), pe când valorile minime s-au situat diferit în cei doi ani în funcție de variantă, respectiv la amestecul cu 40% compost pentru 2023, și 30% compost pentru 2024.

## CAPITOLUL VI – VARIAȚIA UNOR INDICI DE CALITATE ORNAMENTALĂ LA SPECIILE DE *TAGETES* ÎN RELAȚIE CU SUBSTRATUL DE CREȘTERE

Scopul acestor cercetări a fost acela de a evalua gradul de influență al substratului de creștere asupra anumitor indici de calitate ornamentală la plantele de *Tagetes*. Parametri studiați au fost urmăriți în funcție caracterul fiecăruia, notându-se o singură dată sau prin măsurători periodice, pe întreg ciclul de vegetație, pe o perioadă de 2 ani, respectiv 2022-2023.

În ceea ce privește începutul înfloririi, rezultatele obținute au indicat faptul că plantele din ambele specii cultivate pe varianta de compost 100% au fost cele mai precoce, cu cel mai mic timp de înflorire în cei doi ani studiați. Primele inflorescențe ale plantelor cultivate pe amestecuri conținând turbă și compost au prezentat cele mai mari diametre, pe când cele mai mici valori s-au obținut în cazul variantei de control (0% compost) la ambele specii studiate.

La ambele specii urmărite, cele mai multe inflorescențe le-au prezentat plantele cultivate pe varianta de amestec cu 40% compost, pe când florile cultivate pe pământul de grădină (0% compost) au produs cele mai puține inflorescențe. Cele mai mari diametre s-au măsurat la inflorescențele plantelor cultivate pe varianta conținând 30% compost, în cazul ambelor specii,

iar cele mai mici inflorescențe s-au observat la *T. erecta* pe varianta de 100% compost, respectiv la *T. patula* pe varianta de control (0% compost).

## CAPITOLUL VII – VARIAȚIA CULORII INFLORESCENȚELOR LA SPECIILE DE *TAGETES* ÎN RELAȚIE CU SUBSTRATUL DE CREȘTERE

Analiza culorii inflorescențelor la plante a fost abordată în diferite studii și prezintă interes din perspective ecologice, sociale și economice. În cadrul studiului realizat de mine, parametri de culoare ai inflorescențelor au fost urmăriți pe o perioadă de 2 ani, respectiv în 2022-2023, prin realizarea unor imagini digitale cu ajutorul unei camere mobile cu o rezoluție de 12 MP, iar ulterior utilizând aplicația Color Grab, s-a determinat în sistem RGB culoarea dominantă a fiecărei inflorescențe.

Substratul de creștere considerat în cele cinci variante experimentale, a influențat diferențial creșterea plantelor și a generat variații în culoarea florilor, cuantificate pe baza parametrilor de culoare și luminozitate. Prin conversia valorilor în sistem RGB au rezultat valori în alte sisteme de reprezentare a culorilor: HSB, HSL, CMYK, CIE L\*a\*b.

La *T. erecta*, variația de culoare a parametrilor RGB a fost prezentă atât în cazul variantelor experimentale, cât și în raport cu cei doi ani studiați, cu excepția parametrului G (verde) la care coeficientul de variație a înregistrat valoarea 0,00.

La *T. patula*, variația de culoare a fost constatată atât în relație cu variantele de substrat, cât și în raport cu momentul realizării determinării, respectiv anul de experiment. Variabilitate scăzută a prezentat parametrul de culoare R (roșu), iar variabilitate ridicată s-a observat în cazul parametrului B (albastru), atât în raport cu variantele experimentale, cât și cu momentul determinării și anul de experiment.

## CAPITOLUL VIII – VARIAȚIA UNOR PRINCIPII ACTIVE DIN INFLORESCENȚELE DE *TAGETES* ÎN RELAȚIE CU SUBSTRATUL DE CREȘTERE

Scopul realizării acestor cercetări a fost acela de a evalua gradul de influență a substratului de creștere asupra anumitor principii active studiate la inflorescențele de *Tagetes*. Astfel, s-au determinat conținutul de flavonoide, polifenoli totali și elemente chimice din probele de petale uscate. Rezultatele obținute au prezentat valori diferite în funcție de specie, variantă, an de experiment, iar în cazul *T. patula* și momentul determinării.

În raport cu varianta de substrat studiată, cel mai mare conținut de flavonoide din petalele de *T. erecta* s-a determinat în varianta de control (0% compost) în cei doi ani, pe când cele mai mici cantități s-au determinat în varianta cu compost 100% în primul an, respectiv în amestecul cu conținut de 40% compost în cel de-al doilea an. La *T. patula*, rezultatele au indicat cele mai mari cantități de flavonoide în varianta de amestec cu conținut de 30% compost, în ambii ani, iar cele mai mici cantități s-au regăsit în varianta de control (0% compost) în primul an, respectiv în amestecul cu conținut de 20% compost în cel de-al doilea an.

Conținuturile de polifenoli totali au prezentat cele mai mari valori în cazul *T. erecta* tot la varianta de control (0% compost), în ambii ani, respectiv cele mai mici cantități s-au determinat în substratul cu 40% compost în primul an și în varianta cu 100% compost în cel de-al doilea an. La *T. patula*, cele mai mari cantități de polifenoli totali s-au regăsit în varianta cu amestec 40% în cei doi ani, iar cele mai mici valori au fost identificate în petalele plantelor cultivate pe substratul de control (0% compost) în primul an, respectiv pe varianta de compost 100% în cel de-al doilea an.

Petalele provenind de la cele două specii de *Tagetes* studiate s-au dovedit a fi bogate în substanțe minerale, în special calciu, magneziu, potasiu, zinc, fier, mangan, cupru, etc. În probele de petale de *T. erecta* s-au determinat cantități mai mari de Ca și Mg, comparativ cu varietatea de *T. patula* studiată, pe când aceasta din urmă s-a dovedit a fi mai bogată în K.

**CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI**

Factorii naturali care pot reprezenta un risc pe perioada de derulare a studiului de cercetare într-un spațiu protejat sunt temperatura și eventualele agenți patogeni, care pot afecta probele experimentale.

În ceea ce privește amestecurile de substrat utilizate în cadrul cercetărilor, se observă din rezultatele analizelor de laborator, valori diferite atât ale pH-ului, a gradului de aprovizionare în azot, fosfor și potasiu, cât și în conținutul de elemente minerale determinate în laborator.

Din variantele de substrat analizate în cei doi ani, pământul de grădină (V1), compostul 100% (V2) și amestecul V5 (40% compost + 50% turbă + 10% vermiculit) au prezentat un pH neutru cuprins între 6,3 și 8,09. Varianta de amestec V3 (20% compost + 70% turbă + 10% vermiculit) a prezentat o reacție ușor acidă în primul an, și o reacție neutră în cel de-al doilea an. Varianta de amestec V4 (30% compost + 60% turbă + 10% vermiculit) a prezentat o reacție ușor acidă în ambii ani. Valorile diferite ale reacției solului se pot datora atât concentrației de turbă acidă din amestecuri, cât și a conținutului de compost din acestea.

Variantele de substrat care conțineau compost, au prezentat un grad de aprovizionare foarte bun în azot, fosfor și potasiu, comparativ cu varianta de control (pământul de grădină) care a înregistrat un grad mijlociu de aprovizionare cu azot, slab în fosfor și foarte bun în potasiu.

În ceea ce privește restul elementelor chimice determinate, în toate variantele studiate s-au regăsit cantități însemnate de fier, titan și calciu. Varianta conținând compost 100% s-a dovedit a fi cea mai bogată în elemente chimice.

Ținând cont de faptul că turba utilizată este un produs comercial cu proprietăți controlate în procesul de producție, totodată vermiculitul care este un silicat mineral natural, steril, cu un pH neutru, putem aprecia că pentru variantele experimentale studiate care aveau în componență compostul organic, respectiv V2, V3, V4 și V5, mediul de creștere care a determinat aceste diferențe a fost reprezentat de compost.

Variația înălțimii plantei (IF1) în raport cu substratul de creștere la ambele specii de *Tagetes* studiate și în condițiile experimentale, pe perioada urmărită, a demonstrat faptul că cele mai mari înălțimi ale plantelor au fost obținute în cazul amestecului având în compoziție concentrații mai mari de turbă, iar cele mai mici valori s-au regăsit în cazul plantelor cultivate pe compost.

În ceea ce privește numărul de lăstari (IF2) formați pe plantă, pentru ambele specii studiate, cele mai mici valori s-au evidențiat în cazul variantei de control (V1), iar cele mai mari valori s-au evidențiat în cazul amestecului V5 (40:50:10).

Cel mai mic diametru al plantei (IF3) în cazul ambelor specii studiate a fost măsurat la varianta de control, pe când valorile obținute pentru acest indice în cazul variantelor care conțin în compoziție compost au fost repartizate diferit în funcție de specia și conținutul de compost. Astfel, dacă la *T. erecta* rezultatele obținute ar putea indica faptul că prezența turbei în amestecurile de substrat ar influența diametrul plantelor, în cazul *T. patula* varianta de compost 100% s-a situat cu valori intermediare între celelalte variante de amestec.

Plantele cultivate pe varianta de control, în cazul ambelor specii urmărite, au înregistrat cele mai mici diametre ale coletului (IF4), iar cele mai bune valori au fost obținute în cazul variantelor de amestec de compost cu turbă, acest lucru indicând faptul că prezența turbei în amestecul de substrat ar putea influența pozitiv acest parametru.

Rezultatele obținute cu privire la raportul mediu dintre înălțimea și diametrul plantelor (IF1/IF3), indică faptul că plantele cultivate pe substraturi care conțin compost în diferite proporții, dezvoltă un aspect mai compact și echilibrat, în comparație cu plantele cultivate pe varianta de pământ de grădină (control) care au prezentat un port mai alungit, în cazul ambelor specii studiate.

Raportul dintre greutatea totală a frunzelor proaspete și greutatea foliolelor în relație cu substratul de creștere a înregistrat valori diferite în cei doi ani studiați în funcție de specia urmărită. Dacă la *T. erecta* în primul an se înregistra cel mai mic raport în cazul variantei cultivate

pe compost, în anul al doilea pentru același substrat s-au obținut valori maxime. Rezultatele obținute însă la varietatea de *T. patula* studiată, au înregistrat clasamente similare pe perioada de studiu, respectiv valori minime în cazul variantelor cultivate pe pământul de grădină (control) și valori maxime în cazul amestecului conținând 40% compost.

Raportul dintre greutatea totală a frunzei și aria în relație cu substratul de creștere a înregistrat de asemenea valori diferite în cei doi ani și în funcție de specie. Valori minime la *T. erecta* în anul 2023 au fost observate în cazul variantei de compost, care la fel ca și în situația paramentului anterior, a înregistrat valori maxime în anul 2024. Aceeași manifestare o regăsim și în cazul *T. patula*, unde în primul an, cel mai mic raport a fost remarcat în cazul amestecului conținând 40% compost, pe când în anul al doilea, pentru acest tip de substrat au fost obținute valori maxime.

În ceea ce privește raportul dintre greutatea foliolelor și aria în raport cu substratul de creștere, la *T. erecta*, în primul an se observă aceeași distribuție a valorilor ca și în cazul raportului dintre greutatea totală a frunzelor și suprafață. Aceeași manifestare se observă și în cazul valorilor minime obținute la plantele cultivate pe pământul de grădină în cel de-al doilea an, ca și în cazul raportului dintre greutatea totală a frunzelor și suprafață. La *T. patula*, rapoartele obținute în cei doi ani urmăriți au dat rezultate diferite în funcție de tipul de substrat utilizat. Aceste schimbări de situație ar putea fi justificate de calitatea diferită a compostului de la an la an, respectiv de la lot la lot, precum și de condițiile de temperatură diferite în cei doi ani urmăriți.

Plantele cultivate pe compost 100% ca substrat pentru ambele specii studiate s-au dovedit a avea cea mai precoce înflorire comparativ cu celelalte variante de substrat experimentate. În ceea ce privește însă variantele cele mai tardive, rezultatele pentru perioada studiată au fost diferite în funcție de specie, respectiv amestecul conținând 20% compost în cazul *T. erecta* și varianta de control (V1) în cazul *T. patula*.

Diametrul primei inflorescențe a avut cele mai mici dimensiuni în cazul ambelor specii cultivate pe pământ de grădină (control), iar cele mai bune rezultate s-au obținut la amestecurile conținând turbă. La plantele cultivate pe compost 100%, pentru ambele specii urmărite, rezultatele pentru acest parametru au fost slabe, poziționându-se imediat după varianta de control (cele mai mici diametre), rezultate care indică faptul că dimensiunea inflorescenței ar putea fi influențată de prezența turbei în amestecul de substrat, dar nu de compost.

Numărul de inflorescențe per plantă în momentul efectuării măsurătorilor ar putea fi de asemenea influențat de prezența turbei în amestec cu compostul. Valorile cele mai mici obținute în cazul ambelor specii s-au înregistrat la variantele de control urmate de compost 100%, iar cele mai mari valori au fost date de plantele cultivate pe amestecurile conținând compost, turbă și vermiculite în raport de 40:50:10.

Diametrul mediu al inflorescențelor per plantă în momentul realizării măsurătorilor a înregistrat cele mai mici valori la variantele fără turbă, respectiv la varianta de control în cazul *T. erecta* și la varianta de compost 100% în cazul *T. patula*. Aceste rezultate tind să întărească concluzia cu privire la faptul că prezența turbei în amestecurile de substrat poate influența pozitiv calitatea ornamentală a plantelor de *Tagetes*.

Variantele de substrat utilizate în cadrul studiului au influențat diferit creșterea plantelor și au generat variații în culoarea inflorescențelor, cuantificate pe baza parametrilor de culoare și luminozitate, în diferite sisteme de culoare (RGB, HSB, HDL, CMYK, CIE L\*a\*b). În cazul *T. patula*, la care s-au realizat mai multe măsurători pe perioada de vegetație s-a observat faptul că culoarea florilor spre începutul înfloririi este mai închisă și se deschide pe măsura trecerii timpului, ceea ce poate duce la concluzia că la această specie culoarea inflorescenței este influențată de vârsta plantei.

Calculul coeficientului de variație a culorii în sistem RGB la cele două specii studiate a demonstrat variabilitate atât în cazul variantelor experimentale, cât și în raport cu datele celor doi ani. La *T. erecta*, parametrul de culoare G (verde) determinat la varianta de amestec V5 prezintă un coeficient de variație egal cu 0,00 pentru cei doi ani studiați. În cazul *T. patula*, s-a înregistrat o variabilitate mai mare în raport cu variantele comparative în timp.

Speciile analizate s-au dovedit a fi bogate în fitoconstituenți activi. În raport cu substratul de creștere, pe perioada studiată, s-au observat rezultate diferite în funcție de specie. Astfel, dacă *T. erecta* a prezentat cele mai mari cantități de flavonoide și polifenoli totali în petalele plantelor cultivate pe varianta de control și cele mai mici pe variante de amestec de compost, turbă și vermiculit, *T. patula* a înregistrat cele mai ridicate cantități de flavonoide și polifenoli totali pe variante de amestec de compost, turbă și vermiculit, iar cele mai reduse cantități s-au determinat în cazul variantei de compost 100%.

Petalele celor două specii de *Tagetes* studiate sunt bogate în calciu, potasiu și magneziu, însă pe lângă acestea s-au determinat cantități însemnate de fier, zinc, cupru, mangan, crom, plumb, cadmiu, etc.

În cadrul studiului de cercetare au fost atinse atât scopul cât și obiectivele propuse. Din datele prezentate se poate concluziona faptul că compostul provenit de la Eco Bihor ar putea fi utilizat ca substrat de creștere pentru plante ornamentale, însă cele mai bune rezultate ar putea fi obținute în cazul realizării unor amestecuri cu turbă și vermiculit. Trebuie însă avută în vedere calitatea diferită a compostului obținut de la lot la lot, respectiv de la an la an. O variantă de standardizare a calității compostului produs prin realizarea analizelor de laborator la fiecare lot în parte și adăugarea de minerale sau alte componente pentru a obține valori uniforme ale parametrilor de calitate, ar putea avea efecte pozitive din punct de vedere economic și ecologic.

## SUMMARY

Through the present work entitled "Variation of some ornamental quality indices and active principles in *Tagetes spp.* in relation to the growth substrate" I wanted to contribute to the research carried out regarding the influence of the growth substrate on ornamental plants grown in pots, in protected space and generation of models to describe the response of plants over time to the growing substrate.

In the present study, I tested the compost resulting from the recycling of some fermentable organic waste, together with other components, as substrates for plant growth, and described through mathematical and statistical methods the variation of some vegetative parameters (physiological indices), floral quality indices (ornamental) and some active principles in the analyzed biological material. The research was carried out in the period 2022-2024, in a protected space covered with PE foil and located within the radius of Salonta municipality, Bihor County. The laboratory analyzes were carried out within the research platform of the "King Mihai I" University of Life Sciences in Timișoara.

The aim of the thesis was to evaluate the influence of certain types of substrates on plant growth and development in two species of *Tagetes*, based on vegetative and ornamental indices and parameters.

Starting from the aim of the thesis, during the course of the research program, a series of objectives were differentiated such as:

- Measuring some physiological indices and biometric parameters and determining their variation in relation to the growth substrate;
- Measuring ornamental quality indices and determining their variation in relation to the growth substrate;
- Determination of some active principles and their variation in relation to the growth substrate;
- Generation of mathematical and statistical models for estimating the indices and parameters studied in relation to the nutrient substrate;
- Analyzing the possibility of valorizing a local product, such as the compost resulting from fermentation processes of biodegradable organic waste for the purpose of cultivating ornamental plants, in the context of the circular economy.

The doctoral thesis is structured in four parts and contains eight chapters.

Part I - The current state of knowledge includes the Introduction and the Content of the doctoral thesis, with Chapter I - The current state of research.

Part II – The result of own research contains 7 chapters, as follows:

- Chapter II – Purpose, objectives, research material and methods;
- Chapter III – Results regarding the culture substrate analysis;
- Chapter IV – The variation of some physiological indices in *Tagetes* species in relation to the growth substrate;
- Chapter V – Variation of some parameters of *Tagetes* leaves in relation to the growth substrate;
- Chapter VI - The variation of some indices of ornamental quality in *Tagetes* species in relation to the growth substrate;
- Chapter VII – The variation of the color of the inflorescences in *Tagetes* species in relation to the growth substrate;
- Chapter VIII – The variation of some active principles from *Tagetes* inflorescences in relation to the growth substrate.

Part III contains General Conclusions and recommendations, and Part IV presents Elements of Originality.

The bibliography includes a number of 138 specialized works, publications from both the country and abroad, as well as national and European legislative documents.

The doctoral thesis extends to 148 pages that include 69 tables and 80 images (graphics, figures and color photos).

## CHAPTER I – THE CURRENT STATE OF RESEARCH

This chapter presents information found in the specialized literature on the importance of recycling biodegradable waste in the context of the circular economy, on the importance of cultivating *Tagetes* species for different purposes, on cultivating plants on different growth substrates, respectively on the active principles found in *Tagetes* species.

The circular economy as part of sustainable development is based on a sustainable, circular approach that presents benefits for economic, social and environmental capital. One side of the circular economy refers to waste management. The need for selective waste collection is increasingly promoted, which, although regulated by laws and implementing regulations, achieving this objective is done with variable steps, from one country to another, from one human community to another. Over time, various methods and techniques have been developed to encourage citizens to carry out selective collection, by using containers of different colors, placing them in different ways, creating visual messages and information campaigns, granting certain bonuses, corrections or even penalties.

Within the residual flows, solid organic waste, of municipal origin, represents an intensely studied subject, due to its specificity – large quantities, continuous flow over time, varied physical and biochemical characteristics (high variability in terms of category, quantity and composition), which involves extensive collection, handling, temporary storage – selection, processing operations. Currently, considerable quantities of waste from households, commercial and industrial activities reach the landfill daily, waste that has a negative impact on the environment. Selective waste collection is mandatory according to the legislation in force and contributes to the conservation of non-renewable natural resources, reducing the consumption of raw materials, reducing the impact on the environment, climate, etc.

Biodegradable or organic waste is material that decomposes easily, in a relatively short time, in the presence of biotic (e.g. microorganisms) or abiotic (e.g. temperature, light, oxygen) factors. In the case of adequate collection of biodegradable waste, it can be recycled through the composting process, being transformed into compost, which is used in agriculture, horticulture or floriculture as a fertilizer or soil improver. Given the large quantities of methane generated in the composting process of urban biowaste, it is important that this process be carried out in specially designed spaces, namely composting stations or biocomposting. Although it decomposes easily, it is important that biodegradable waste is collected selectively so as not to affect the environment through gas emissions or the development of a microbial flora with the potential to increase the risk of transmitting certain diseases to plants, animals or humans. The collection, recycling and proper treatment of organic waste generates a valuable resource for the environment and plant cultivation.

Composts obtained from biodegradable waste have been intensively studied as a substrate or component in substrate mixtures for the cultivation of various plants. Various processes have been approached to achieve them by adding different ingredients in the production process, as well as improving them by amending or adding minerals to increase biological and chemical properties.

*Tagetes* spp. Among the plant species studied as growth substrates are various types of compost from sawdust, fermented leaves, vermicomposts from peat and manure, with or without additions of sawdust, sand or wastewater residues, alone or mixed with various types of soil or other components such as rice husk, charcoal, sand, sawdust, storm debris, construction debris, peat, perlite, bark, horse manure, bird droppings, manure, coconut, pine wood chips, various commercial substrate mixtures, etc.

Marigolds (*Tagetes*) are herbaceous plants, cultivated in many countries around the world, with a relatively long flowering period and easy cultivation technology. Known since ancient times, marigolds are appreciated for their ornamental value, medicinal and pharmacological properties, as an ingredient in human food, as a source of natural dye in the textile and leather industry, in animal husbandry, in agriculture and for environmental protection. In addition to the attractive appearance they provide to gastronomic preparations, the nutraceutical value of edible *Tagetes* flowers represents a source of phenolic compounds, carotenoids and minerals for human nutrition.

From a medicinal and pharmacological point of view, over time, *Tagetes* plants have been attributed hepatoprotective, antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, antihyperglycemic, hypolipidemic, anticancer and antitumor, antifungal, antimicrobial, etc. properties, these being due to the active phytoconstituents they contain. Due to the high content of lutein in *Tagetes* petals, they can contribute to reducing the risk of developing macular degeneration, cataracts, as well as atherosclerosis. *Tagetes* petals contain proteins, fats, polysaccharides, minerals and vitamins. Significant amounts of K, N and Zn have been identified in them, as well as P, Ca, Mg, Fe and Mn. Analysis of the profiles of bioactive compounds of different parts of *Tagetes* species has revealed the presence of polyphenols, flavonoids, carotenoids, lutein, alkaloids, saponins, steroids, carbohydrates, terpenes, tannins, prolines, etc.

## CHAPTER II – PURPOSE, OBJECTIVES, MATERIAL AND RESEARCH METHODS

This chapter provides, in addition to the purpose and objectives mentioned at the beginning of this summary, both information regarding the material used in the study and the research methods approached in order to perform measurements, determinations and statistical analyses of the parameters monitored.

Two species of *Tagetes* were used in the experiment, namely *T. erecta* F1 Discovery Orange (Benary, Germany) and *T. patula* Durango® Tangerine (Pan American Seed, U.S.A.), for which professional seeds were purchased and sown in alveolar trays in a commercial horticultural substrate. At the 2-4 true leaf stage, the seedlings were transplanted into large capacity pots, which were filled with the experimental substrates. Four variants of culture substrates were made with different concentrations of compost from a local source, mixed with acidic peat and vermiculite. As a control, garden soil from a household garden was used, which was not fertilized and on which no pesticides had been applied in recent years.

Measurements of physiological and ornamental parameters in the studied species were made on site, according to a calendar pre-established at the beginning of the research program. Thus, the physiological indices measured at different times were plant height and diameter, number of shoots and bundle diameter. The ornamental quality indices monitored were the flowering date, diameter of the first inflorescence, number of inflorescences per plant at the time of each measurement, and average inflorescence diameter. Leaf parameters (area, perimeter, leaf weight, leaflet weight) were also monitored, as well as inflorescence color parameters, using different international color identification systems.

Laboratory analyses of both substrate and petal samples were carried out within the research platform of the "King Michael I" University of Life Sciences in Timisoara. Thus, for the substrate variants, analyses were carried out to determine the soil reaction and the content of N, P and K, using specific laboratory methods. The rest of the chemical elements in the substrate were determined using a non-invasive technology based on X-ray fluorescence. Laboratory analyses were carried out from the used petal samples to determine the content of chemical elements and active principles (polyphenols and flavonoids). All data collected during the measurements, respectively during the laboratory analyses, were recorded in Excel tables, which were then analyzed for statistical reliability, the presence of variance, the variation over time of

the studied parameters and indices, the distribution of variants in relation to the recorded indices, under the study conditions.

### CHAPTER III – RESULTS ON THE ANALYSIS OF THE CULTURE SUBSTRATE

This chapter presents the results obtained in the 2022-2023 study years, as a result of laboratory analyses carried out on the culture substrates tested, monitoring the pH value, the content of nitrogen, phosphorus and potassium, as well as the presence of other chemical elements. The substrates recorded pH values between 5.39 and 8.09, and the substrate variant obtained from the 30% compost mixture + 60% peat + 10% vermiculite was the only variant that fell within the recommended limits for the cultivation of *Tagetes*, in the two years studied. In general, the results obtained indicated a very high supply state in nitrogen, phosphorus and potassium. Regarding the content of other chemical elements, large quantities of iron, calcium, thiuram, zinc, manganese, chromium and other heavy metals were identified in the analyzed variants.

### CHAPTER IV – VARIATION OF SOME PHYSIOLOGICAL INDICES IN *TAGETES* SPECIES IN RELATION TO THE GROWING SUBSTRATE

This chapter presents the results of the research conducted to evaluate the degree of influence of the growing substrate on some vegetative parameters in *Tagetes* plants, thus monitoring the plant height, plant diameter, number of shoots, bundle diameter as well as the variation of the ratio between the height and diameter of the plant in relation to the substrate variants.

In the experiment carried out in pots, in a protected space, 5 substrate variants were created, in which the two species of *Tagetes* were cultivated. The influence of the growing substrate on the analyzed physiological indices was noted in some situations to be similar, and in others to be different depending on the variant and species.

In the case of plant height, in both studied species, the substrate variant containing 100% compost developed plants with the lowest heights, while the variants with a higher peat content (70%) in the mixture presented the highest heights.

The plant diameter presented the smallest values in the case of the control variant (0% compost) in both species, while the largest dimensions were distributed differently, namely in the case of *T. erecta* it was recorded for the substrate containing 40% compost, and in *T. patula* for the substrate with a content of 30% compost.

Regarding the average number of shoots, the rankings obtained were similar in the case of both species. Thus, the fewest shoots were developed by the plants grown on the control substrate (0% compost), while the largest number of shoots was observed in the case of plants grown on the mixture with a content of 40% compost.

The lowest measured values for stem diameter were recorded for both species grown on garden soil (0% compost), and the plants with the largest diameters measured at the parcel level were those grown on the mixture containing 40% compost in the case of *T. erecta*, respectively 30% compost in *T. patula*.

The ratios between plant height and diameter showed the same distribution in both species, depending on the substrate. Thus, the lowest ratio was recorded in the case of the 100% compost variant, while the highest ratio was observed in plants grown on the control variant (0% compost).

## CHAPTER V – VARIATION OF SOME PARAMETERS OF TAGETTES LEAVES IN RELATION TO THE GROWING SUBSTRATE

This research aimed to evaluate the scaling relationship between the fresh weight of the leaf and leaflets relative to its surface area in relation to the growing substrate. The results obtained were different depending on the species and year of study.

The ratio between the total weight of the leaf and the weight of the leaflets depending on the substrate variant in *T. erecta* presented the highest values in the case of the variants with 30% compost for the year 2023, respectively 100% for the year 2024. The lowest values were recorded in the plants grown on the substrates with a compost content of 100% and 20% for the year 2023, while in the following year minimum values of the ratios were observed in the case of the variants with 0% and 100% compost contents, respectively. However, in the *T. patula* variety studied, the highest values were recorded in the mixture variants with a compost content of 30%, respectively 40% for the year 2023 and 40% for the year 2024. The lowest values were observed in the leaves of plants grown on the control variant (0% compost) in the first year, and in the second year, equal values were obtained in both the case of 0% compost and 100% compost.

The ratio between the total weight of the fresh leaf and the surface area, in relation to the growth substrate, also presented different values depending on the species and year of the experiment. In the case of *T. erecta*, the highest values were recorded in plants grown on the substrate with a 30% compost content in the first year, while in the second year monitored, the maximum values were obtained in the variant with 100% compost. For this species, the lowest ratios were observed for the 100% compost substrate for the year 2023, respectively 0% compost in the following year. For *T. patula*, in the first year the highest values were obtained for leaves from plants grown on 100% compost, while in the following year this ranking was assigned to the 40% compost variant. Regarding the lowest value obtained, for the first year it was recorded for the 40% compost variant, while in the second year for the 30% compost variant.

The ratio of leaflet weight to leaf area in relation to the growth substrate in *T. erecta* presented the highest values in the case of the variant containing 30% compost in 2023 and 40% compost in the second year. The lowest values were obtained in plants grown on 100% compost in the first year, respectively on the control variant (0% compost) in the following year. In the studied *T. patula* variety, in the two years monitored, the highest ratio for this parameter was obtained in the case of plants grown on the control variant (0% compost), while the minimum values were located differently in the two years depending on the variant, respectively in the mixture with 40% compost for 2023, and 30% compost for 2024.

## CHAPTER VI – VARIATION OF SOME ORNAMENTAL QUALITY INDICES IN *TAGETES* SPECIES IN RELATION TO THE GROWING SUBSTRATE

The purpose of this research was to evaluate the degree of influence of the growing substrate on certain ornamental quality indices in *Tagetes* plants. The studied parameters were monitored depending on the character of each one, noting only once or through periodic measurements, throughout the vegetation cycle, over a period of 2 years, respectively 2022-2023.

Regarding the beginning of flowering, the results obtained indicated that the plants of both species grown on the 100% compost variant were the earliest, with the shortest flowering time in the two years studied. The first inflorescences of the plants grown on mixtures containing peat and compost presented the largest diameters, while the smallest values were obtained in the case of the control variant (0% compost) in both species studied.

In both species studied, the most inflorescences were presented by the plants grown on the 40% compost mixture variant, while the flowers grown on garden soil (0% compost) produced the fewest inflorescences. The largest diameters were measured in the inflorescences of the plants grown on the variant containing 30% compost, in the case of both species, and the

smallest inflorescences were observed in *T. erecta* on the 100% compost variant, respectively in *T. patula* on the control variant (0% compost).

## CHAPTER VII – VARIATION OF INFLORESCENCE COLOR IN *TAGETIS* SPECIES IN RELATION TO THE GROWING SUBSTRATE

The analysis of the color of inflorescences in plants has been addressed in various studies and is of interest from ecological, social and economic perspectives. In the study conducted by me, the color parameters of the inflorescences were monitored over a period of 2 years, respectively in 2022-2023, by taking digital images using a mobile camera with a resolution of 12 MP, and subsequently using the Color Grab application, the dominant color of each inflorescence was determined in the RGB system.

The growth substrate considered in the five experimental variants differentially influenced plant growth and generated variations in flower color, quantified based on color and brightness parameters. By converting the values in the RGB system, values in other color representation systems resulted: HSB, HSL, CMYK, CIE L\*a\*b.

In *T. erecta*, the color variation of the RGB parameters was present both in the case of the experimental variants and in relation to the two years studied, except for the parameter G (green) for which the coefficient of variation recorded the value 0.00.

In *T. patula*, the color variation was found both in relation to the substrate variants and in relation to the time of determination, respectively the year of the experiment. Low variability was shown by the color parameter R (red), and high variability was observed in the case of the parameter B (blue), both in relation to the experimental variants and in relation to the time of determination and the year of the experiment.

## CHAPTER VIII – VARIATION OF SOME ACTIVE PRINCIPLES IN *TAGETES* INFLORESCENCES IN RELATION TO THE GROWING SUBSTRATE

The purpose of these researches was to evaluate the degree of influence of the growing substrate on certain active principles studied in *Tagetes* inflorescences. Thus, the content of flavonoids, total polyphenols and chemical elements in the dried petal samples were determined. The results obtained presented different values depending on the species, variant, year of the experiment, and in the case of *T. patula*, the time of determination.

In relation to the substrate variant studied, the highest flavonoid content in *T. erecta* petals was determined in the control variant (0% compost) in the two years, while the lowest amounts were determined in the variant with 100% compost in the first year, respectively in the mixture with 40% compost in the second year. In *T. patula*, the results indicated the highest amounts of flavonoids in the mixture variant with 30% compost content, in both years, and the lowest amounts were found in the control variant (0% compost) in the first year, respectively in the mixture with 20% compost content in the second year.

The contents of total polyphenols presented the highest values in the case of *T. erecta* also in the control variant (0% compost), in both years, respectively the lowest amounts were determined in the substrate with 40% compost in the first year and in the variant with 100% compost in the second year. In *T. patula*, the highest amounts of total polyphenols were found in the variant with 40% mixture in the two years, and the lowest values were identified in the petals of plants grown on the control substrate (0% compost) in the first year, respectively on the 100% compost variant in the second year.

The petals from the two studied *Tagetes* species were found to be rich in mineral substances, especially calcium, magnesium, potassium, zinc, iron, manganese, copper, etc. In the *T. erecta* petal samples, higher amounts of Ca and Mg were determined, compared to the *T. patula* variety studied, while the latter was found to be richer in K.

## GENERAL CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The natural factors that may represent a risk during the research study in a protected space are temperature and possible pathogens, which may affect the experimental samples.

Regarding the substrate mixtures used in the research, it is observed from the results of laboratory analyses, different values of both pH, the degree of supply in nitrogen, phosphorus and potassium, and the content of mineral elements determined in the laboratory.

Of the substrate variants analyzed in the two years, garden soil (V1), 100% compost (V2) and the V5 mixture (40% compost + 50% peat + 10% vermiculite) presented a neutral pH ranging between 6.3 and 8.09. The V3 mixture variant (20% compost + 70% peat + 10% vermiculite) showed a slightly acidic reaction in the first year, and a neutral reaction in the second year. The V4 mixture variant (30% compost + 60% peat + 10% vermiculite) showed a slightly acidic reaction in both years. The different values of the soil reaction may be due to both the concentration of acidic peat in the mixtures and the compost content in them.

The substrate variants that contained compost showed a very good degree of supply in nitrogen, phosphorus and potassium, compared to the control variant (garden soil) which recorded an average degree of supply in nitrogen, poor in phosphorus and very good in potassium.

As for the rest of the determined chemical elements, significant amounts of iron, titanium and calcium were found in all the studied variants. The variant containing 100% compost proved to be the richest in chemical elements.

Taking into account the fact that the peat used is a commercial product with controlled properties in the production process, at the same time vermiculite which is a natural, sterile mineral silicate with a neutral pH, we can appreciate that for the experimental variants studied that had organic compost in their composition, respectively V2, V3, V4 and V5, the growth medium that determined these differences was represented by compost.

The variation of plant height (IF1) in relation to the growth substrate in both species of *Tagetes* studied and under the experimental conditions, during the period monitored, demonstrated that the highest plant heights were obtained in the case of the mixture containing higher concentrations of peat, and the lowest values were found in the case of plants grown on compost.

Regarding the number of shoots (IF2) formed per plant, for both species studied, the lowest values were evident in the case of the control variant (V1), and the highest values were evident in the case of the V5 mixture (40:50:10).

The smallest plant diameter (IF3) in the case of both species studied was measured in the control variant, while the values obtained for this index in the case of the variants containing compost were distributed differently depending on the species and compost content. Thus, if in *T. erecta* the results obtained could indicate that the presence of peat in the substrate mixtures would influence the diameter of the plants, in the case of *T. patula* the 100% compost variant was located with intermediate values between the other mixture variants.

Plants grown on the control variant, in the case of both species studied, recorded the smallest diameters of the bundle (IF4), and the best values were obtained in the case of the variants of the compost mixture with peat, this indicating that the presence of peat in the substrate mixture could positively influence this parameter.

The results obtained regarding the average ratio between the height and diameter of the plants (IF1/IF3), indicate that the plants grown on substrates containing compost in different proportions, develop a more compact and balanced appearance, compared to the flats grown on the garden soil variant (control) which presented a more elongated habit, in the case of both species studied.

The ratio between the total weight of fresh leaves and the weight of leaflets in relation to the growth substrate recorded different values in the two years studied depending on the species studied. If in *T. erecta* in the first year the smallest ratio was recorded in the case of the variant

grown on compost, in the second year for the same substrate maximum values were obtained. However, the results obtained for the *T. patula* variety studied recorded similar rankings during the study period, namely minimum values in the case of variants cultivated on garden soil (control) and maximum values in the case of the mixture containing 40% compost.

The ratio between the total leaf weight and the area in relation to the growth substrate also recorded different values in the two years and depending on the species. Minimum values for *T. erecta* in 2023 were observed in the case of the compost variant, which, as in the case of the previous parameter, recorded maximum values in 2024. The same manifestation is also found in the case of *T. patula*, where in the first year, the lowest ratio was noted in the case of the mixture containing 40% compost, while in the second year, maximum values were obtained for this type of substrate.

Regarding the ratio between leaflet weight and area in relation to the growth substrate, in *T. erecta*, in the first year the same distribution of values is observed as in the case of the ratio between total leaf weight and surface area. The same phenomenon is observed in the case of the minimum values obtained in plants grown on garden soil in the second year, as well as in the case of the ratio between total leaf weight and surface area. In *T. patula*, the ratios obtained in the two years studied gave different results depending on the type of substrate used. These changes in the situation could be justified by the different quality of the compost from year to year, respectively from batch to batch, as well as by the different temperature conditions in the two years studied.

Plants grown on 100% compost as substrate for both studied species proved to have the earliest flowering compared to the other substrate variants tested. However, regarding the later variants, the results for the studied period were different depending on the species, namely the mixture containing 20% compost in the case of *T. erecta* and the control variant (V1) in the case of *T. patula*.

The diameter of the first inflorescence had the smallest dimensions in the case of both species grown on garden soil (control), and the best results were obtained in the mixtures containing peat. In plants grown on 100% compost, for both species monitored, the results for this parameter were weak, ranking immediately after the control variant (smallest diameters), results that indicate that the size of the inflorescence could be influenced by the presence of peat in the substrate mixture, but not by compost.

The number of inflorescences per plant at the time of measurements could also be influenced by the presence of peat mixed with the compost. The lowest values obtained for both species were recorded in the control variants followed by 100% compost, and the highest values were given by plants grown on mixtures containing compost, peat and vermiculite in a ratio of 40:50:10.

The average diameter of inflorescences per plant at the time of measurements recorded the lowest values in the variants without peat, respectively in the control variant in the case of *T. erecta* and in the 100% compost variant in the case of *T. patula*. These results tend to strengthen the conclusion that the presence of peat in the substrate mixtures can positively influence the ornamental quality of *Tagetes* plants.

The substrate variants used in the study influenced plant growth differently and generated variations in the color of the inflorescences, quantified based on color and brightness parameters, in different color systems (RGB, HSB, HDL, CMYK, CIE L\*a\*b). In the case of *T. patula*, for which several measurements were made during the vegetation period, it was observed that the color of the flowers towards the beginning of flowering is darker and opens up as time passes, which may lead to the conclusion that in this species the color of the inflorescence is influenced by the age of the plant.

The calculation of the color variation coefficient in the RGB system in the two studied species demonstrated variability both in the case of the experimental variants and in relation to the data of the two years. In *T. erecta*, the color parameter G (green) determined in the V5 mixture

variant presents a variation coefficient equal to 0.00 for the two years studied. In the case of *T. patula*, a greater variability was recorded in relation to the comparative variants over time.

The species analyzed proved to be rich in active phytoconstituents. In relation to the growth substrate, during the studied period, different results were observed depending on the species. Thus, if *T. erecta* presented the highest amounts of flavonoids and total polyphenols in the petals of plants cultivated on the control variant and the lowest on variants of a mixture of compost, peat and vermiculite, *T. patula* recorded the highest amounts of flavonoids and total polyphenols on variants of a mixture of compost, peat and vermiculite, and the lowest amounts were determined in the case of the 100% compost variant.

The petals of the two *Tagetes* species studied are rich in calcium, potassium and magnesium, but in addition to these, significant amounts of iron, zinc, copper, manganese, chromium, lead, cadmium, etc. were determined.

Both the purpose and the proposed objectives were achieved in the research study. From the presented data it can be concluded that the compost from Eco Bihor could be used as a growing substrate for ornamental plants, but the best results could be obtained in the case of making mixtures with peat and vermiculite. However, it should be taken into account the different quality of the compost obtained from batch to batch, respectively from year to year. A variant of standardizing the quality of the compost produced by performing laboratory analyses on each batch and adding minerals or other components to obtain uniform values of the quality parameters, could have positive effects from an economic and ecological point of view.