

SUMMARY MASTER THESIS



Thesis door Lennert Nachtergaele
 Universiteit Gent, België
 Departement bodemmanagement



“Geschiktheid van potentiële bodemverbeteraars in de sportveldsector”

Alle clubs die een sport beoefenen op natuurgras hunkeren ernaar om dit te kunnen doen op een hoogwaardig speelveld. De kwaliteit van dit veld hangt in grote mate af van de manier waarop het werd aangelegd en nadien wordt onderhouden. Beide hangen op hun beurt weer af van het beschikbare budget op dat moment. Bodemverbeteraars worden soms toegevoegd aan de toplaag om de bodemfysische, -biologische en/of -chemische eigenschappen te verbeteren.

Het doel van L. Nachtergaele's thesisonderzoek was drievoudig:

1. Een inventarisatie op te maken van de bodemverbeteraars die momenteel beschikbaar zijn, met hun vooropgestelde producteigenschappen en respectievelijke eenheidsprijzen.
2. Het effect van deze bodemverbeteraars op grasgroei te bestuderen d.m.v. een serrestest.
3. Deze eventueel geobserveerde voordelen te linken aan de eenheidsprijs van de producten, hun geadviseerde dosering en het totale budget nodig om een sportveld te construeren.



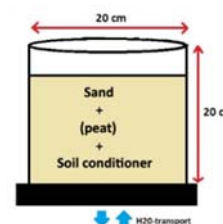
De TerraCottem® Turf bodemverbeteraar maakte deel uit van dit onderzoek en kwam er als primus onder de producten uit. Dit document vat de voornaamste conclusies samen. Extra informatie is beschikbaar in de bijlages of via info@terracottem.com.

Onderzoek uitgevoerd op het ILVO

(Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek), Merelbeke, België

1. Proefopzet

- 33 behandelingen, in een totaal van 132 containers
- Elke behandeling bevat = M32 - zand¹ + bodemverbeteraar (+ turf²)
- Controle = M32 – zand + turf (90/10 – mix) + meststof³.
- De bodemverbeteraars kunnen worden onderverdeeld in 3 grotere groepen:
 - o Organische bodemverbeteraars: turf, GFT – compost, kokosvezel, gedroogd slib;
 - o Anorganische bodemverbeteraars: hydroabsorberende polymeren, zeoliet, lava, bentoniet, diatomiet;
 - o Samengestelde bodemverbeteraars: **TerraCottem® Turf (TCT)**, biodress, cocodur;
- 8 parameters werden geanalyseerd:
 - o Grasgroei (biomassaproductie = maaisel);
 - o Wortelgroei (biomassaproductie);
 - o Waterverbruiksefficiëntie WUE (biomassaproductie in verhouding tot het waterverbruik);
 - o Bodembedekking;
 - o Microbiële activiteit;
 - o Verzadigde hydraulische geleidbaarheid K_s;
 - o Waterretentiecapaciteit (WRC);
 - o Bulkdichtheid;



¹ Zand veelgebruikt in sportveldaanleg

² Een mengsel van 90/10 zand/turf o.b.v. de Belgische Ganda criteria (see www.gandacriteria.be)

³ Een standaard 20-3-5 meststof

2. Resultaten

Onderstaande tabel, gepresenteerd door L. Nachtergaele tijdens de verdediging van zijn thesis voor de jury, toont een mooi overzicht van het positief effect van TerraCottem® Turf op 7 van de 8 onderzochte parameters. TerraCottem® Turf was dan ook primus van de klas.

Bodemverbeteraar	Grasgroei	Wortelgroei	WUE	Bodembedekking	Microbiële activiteit	Ks	WRC	Bulkdichtheid
Turf								
GFT - compost								
Kokosvezel								
Gedroogd slib								
Hydroabsorberende polymeren								
Zeoliet								
Lava								
Bentoniet								
Diatomiet								
TCT								
Biodress								
Cocodur								

Positief effecta
Neutraal
Negatief effect

2.1 Grasgroei (biomassaproductie = maaisel)

TerraCottem® Turf had een significant ($P < 0.05$) positief effect op de biomassaproductie:

- Bij een normale dosering van 120g/m², verdubbelde de droge biomassaproductie in vergelijking met de controle: **+205%**;
- Bij een dubbele dosering van 240g/m² was dit nog meer: **+241%**;

2.2 Wortelgroei (biomassaproductie)

TerraCottem® Turf had een significant ($P < 0.05$) positief effect op de ontwikkeling van de graswortels: **+252%** in vergelijking met de wortelgroei in het 90/10 controlesubstraat;

2.3 Waterverbruiksefficiëntie (biomassaproductie in verhouding tot het waterverbruik)

TerraCottem® Turf had een significant ($P < 0.05$) positief effect op de waterverbruiksefficiëntie:

- Bij 120g/m²: **+57%** in vergelijking met de controle;
- Bij 240g/m²: **+68%**;

2.4 Bodembedekking

De beeldverwerkingssoftware had als output dat geen enkele van de onderzochte bodembedekkers een positief effect op de bodembedekking vertoonde. Nochtans konden er visueel duidelijk verschillen worden genoteerd. Een mogelijke verklaring ligt in het feit dat het kunstlicht in de serre zorgde voor een overbelichting van de foto's, waardoor de software geen duidelijk contrast kon vaststellen.

2.5 Microbiële activiteit

De inwerking van TerraCottem® Turf **stimuleerde** het **microbieel bodemleven**.

2.6 Verzadigde hydraulische geleidbaarheid Ks

De inwerking van TerraCottem® Turf **verhoogde** de **verzadigde hydraulische geleidbaarheid** van de toplaag.

2.7 Waterretentiecapaciteit (WRC)

TerraCottem® Turf toonde een significant ($P < 0.05$) positief effect op de vochthuishouding:

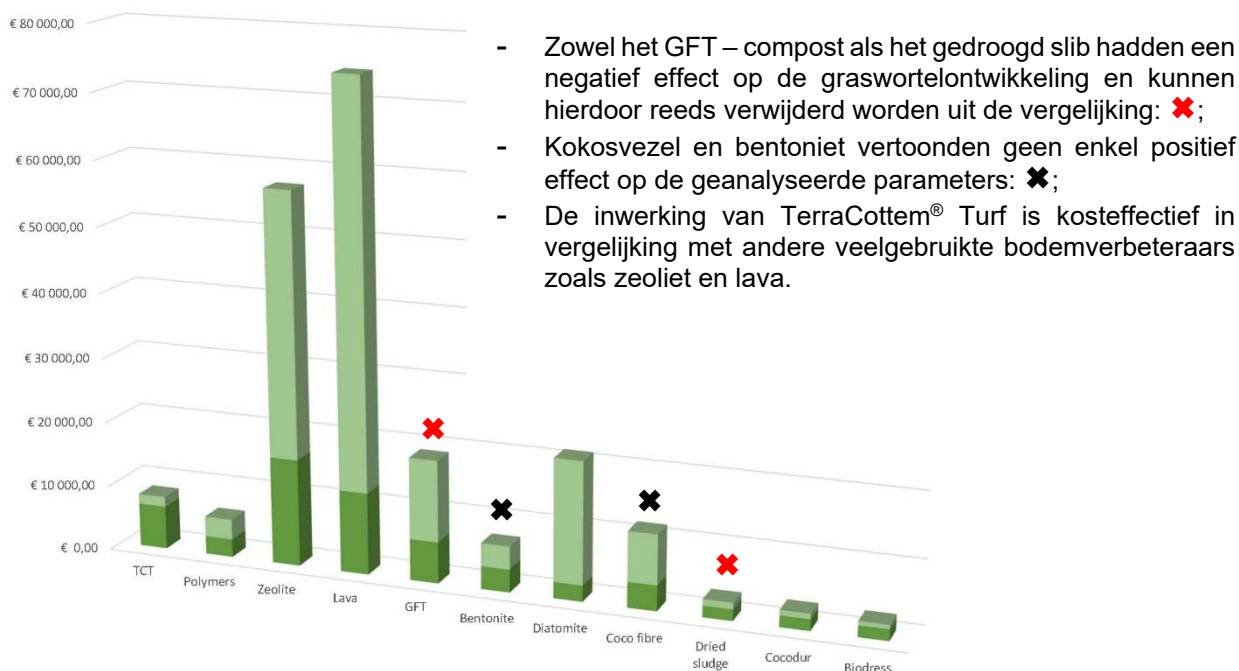
- Bij 120g/m²: een stijging van **+84%** van het plant beschikbaar water in de toplaag;

2.8 Bulkdichtheid

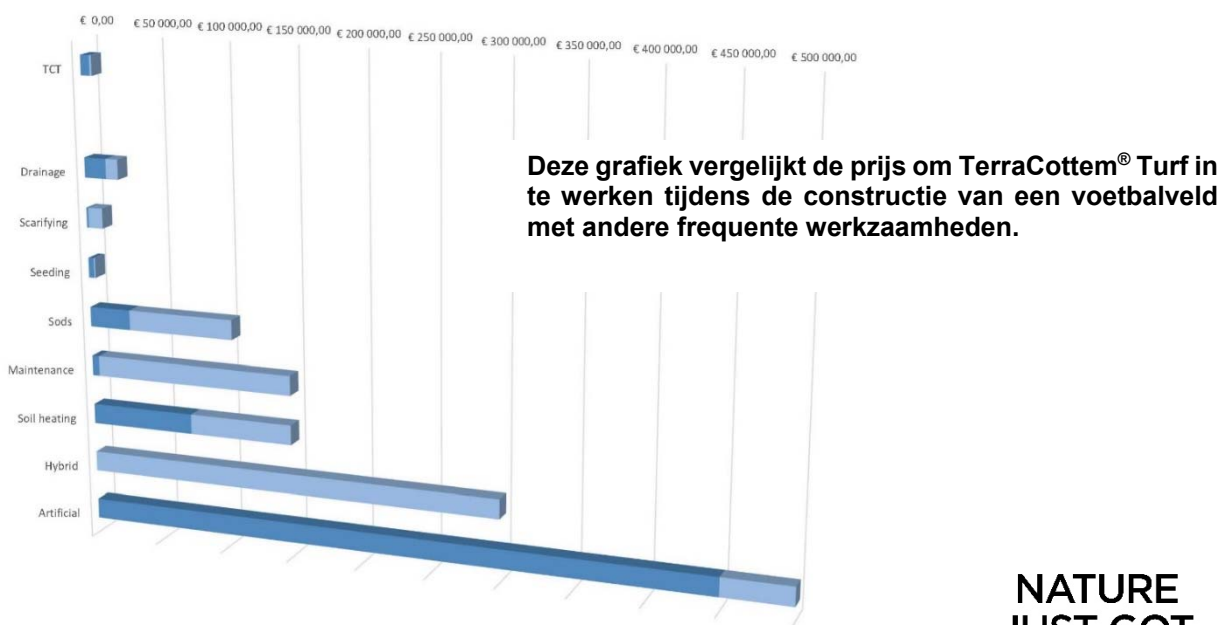
De inwerking van TerraCottem® Turf **verlaagde** de **bulkdichtheid** van de toplaag. Dit was het geval voor de meeste bodemverbeteraars en is waarschijnlijk gerelateerd aan de afwezigheid van betreding in de containers (betreding die wel zou optreden in veldomstandigheden).

3. Kosten / Baten - Analyse

De kostprijzen gehanteerd in dit onderzoek werden bekomen na rondvraag bij de producenten van de respectievelijke bodemverbeteraars. Vervolgens berekende L. Nachtergaele hieruit de **toepassingsprijzen** rekening houdende met de geadviseerde minimum en maximum doseringen:



L. Nachtergaele interviewde ook een aantal Belgische aannemers en vroeg hen o.a. hun richtprijzen voor frequente aanleg-, renovatie- en onderhoudswerkzaamheden:



4. Besluit

Dit onderzoek in het kader van de masterthesis bekrachtigt de **kostefficiëntie van TerraCottem® Turf** in vergelijking met andere frequent gebruikte bodemverbeteraars.

**NATURE
JUST GOT
BETTER**


APPENDICES

“Geschiktheid van potentiële bodemverbeteraars in de sportveldsector”



1. Grasgroei (biomassaproductie = maaisel)

1.1 Besluit

TerraCottem® Turf had een significant ($P < 0.05$) positief effect op de biomassaproductie:

- Bij een normale dosering van 120g/m^2 , verdubbelde de droge biomassaproductie in vergelijking met de controle: **+205%**;
- Bij een dubbele dosering van 240g/m^2 was dit nog meer: **+241%**;

1.2 Testmethode

Het gras werd wekelijks "gemaaid". Per container werd het maaisel verzameld en 24u gedroogd op 104°C . Op het einde van de test kon zo het cumulatief droog gewicht per container worden berekend.

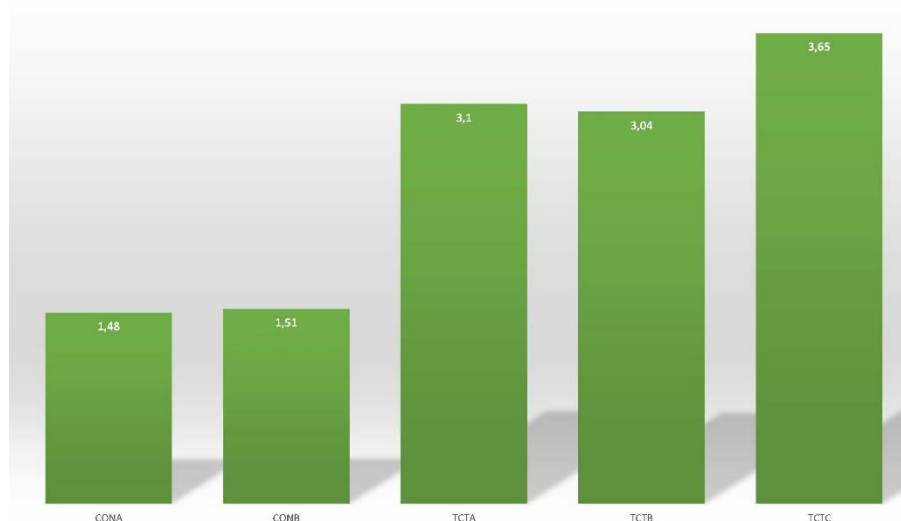
1.3 TerraCottem® behandelingen

Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m^2
TCTB	90%	10%	120g/m^2
TCTC	90%	10%	240g/m^2

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

1.4 Resultaten

Dry Weight Biomass Production (g)



Er werd geen significant verschil ($P < 0.05$) op de drooggewicht biomassaproductie opgemerkt tussen de zandige toplagen met en zonder turf (CONB vs. CONA en TCTB vs. TCTA). Daarentegen verhoogde de inwerking van TerraCottem® Turf significant ($P < 0.05$) de drooggewicht biomassaproductie (TCTA vs. CONA en TCTB vs. CONB). Een dubbele dosering TerraCottem® Turf verhoogde verder deze drooggewicht biomassaproductie.

2. Wortelgroei (biomassaproductie)

2.1 Besluit

TerraCottem® Turf had een significant ($P < 0.05$) positief effect op de ontwikkeling van de graswortels: **+252%** in vergelijking met de wortelgroei in het 90/10 controlesubstraat;

2.2 Testmethode

Op het einde van de test werden alle containers bemonsterd via een "hole cutter" ($\varnothing 10\text{cm}$ = de helft van de diameter van de containers). De wortelstalen werden gewassen boven een 1.7mm zeef en gedroogd op 104°C gedurende 24u. Vervolgens werd de worteldichtheid berekend in g/dm^3 .

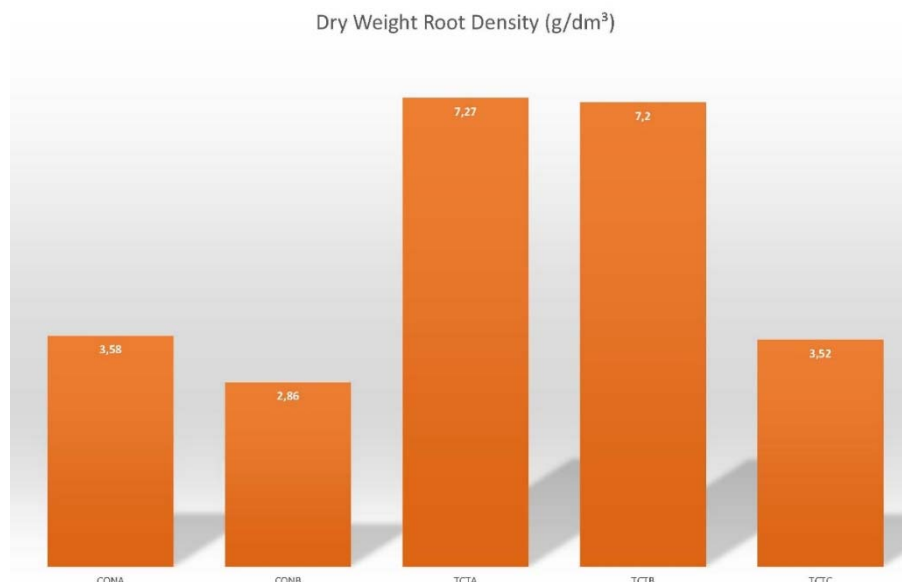


2.3 TerraCottem treatments

Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m ²
TCTB	90%	10%	120g/m ²
TCTC	90%	10%	240g/m ²

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

2.4 Resultaten



Er werd geen significant verschil ($P < 0.05$) in drooggewicht worteldichtheid gemeten tussen de toplagen met en zonder turf (CONB vs. CONA en TCTB vs. TCTA). De inwerking van TerraCottem® Turf verhoogde wel significant deze drooggewicht worteldichtheid (TCTA vs. CONA en TCTB vs. CONB). Een dubbele dosering TerraCottem® Turf resulteerde niet meer verder in een stijging van de worteldichtheid.

Onderstaande foto's tonen de wortelstalen vóór het wassen. De CONA-stalen ontbraken alle structuur: het losse zand viel gewoon uit het monster. Niettegenstaande de turf geen effect had op de worteldichtheid hield de inmenging van de turf wel de structuur van de CONB-monsters intact. Dit effect kwam nog meer tot uiting door de inmenging van TerraCottem® Turf, en dit zowel in de container met (TCTB) en zonder (TCTA) turf. De beste structuur werd waargenomen bij een dubbele dosering TerraCottem® Turf (TCTC).



CONA



CONB



TCTA



TCTB



TCTC

3. Waterverbruiksefficiëntie (biomassaproductie in verhouding tot het waterverbruik)

3.1 Besluit

TerraCottem® Turf had een significant ($P < 0.05$) positief effect op de waterverbruiksefficiëntie:

- Bij 120g/m²: **+57%** in vergelijking met de controle;
- Bij 240g/m²: **+68%**;

3.2 Testmethode

De waterverbruiksefficiëntie (WUE) is de verhouding van de hoeveelheid biomassaproductie tot het waterverbruik:

$$\frac{\text{Dry Weight Biomass Production (g)}}{\text{Water Use (l)}}$$

- Drooggewicht biomassa productie

Het gras werd wekelijks “gemaaid”. Per container werd het maaisel verzameld en 24u gedroogd op 104°C. Op het einde van de test kon zo het cumulatief droog gewicht per container worden berekend.

- Waterverbruik

Bij aanvang van de test werden alle containers gedurende 24u verzadigd. Vervolgens werd, opnieuw 24u, gewacht (om de vrije drainage van het overtollige water toe te laten) om de containers individueel te wegen. Dit gewicht werd gelijkgesteld aan 100%. Tijdens de test werden de containers opnieuw regelmatig gewogen. Doordat er waterverlies optrad door evapotranspiratie zakte het gewicht van de containers geleidelijk. Telkens wanneer hun gewicht zakte onder de 70% van het startgewicht werd er water toegediend tot 90% van het startgewicht. De cumulatieve hoeveelheid water kon zo worden berekend.

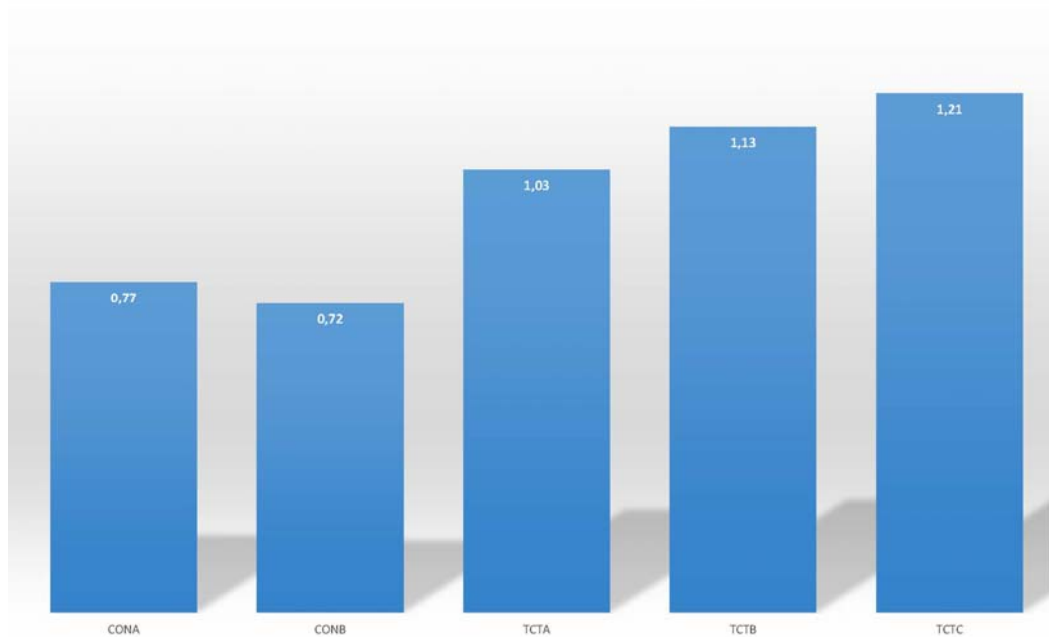
3.3 TerraCottem behandelingen

Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m ²
TCTB	90%	10%	120g/m ²
TCTC	90%	10%	240g/m ²

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

3.4 Resultaten

Dry Weight Water Use Efficiency (g/l)



Er werd geen significant verschil ($P < 0.05$) vastgesteld tussen de drooggewicht waterverbruiksefficiëntie van de toplagen met en zonder turf (CONB vs. CONA en TCTB vs. TCTA). De inwerking van TerraCottem® Turf zorgde wel voor een significante stijging van de waterverbruiksefficiëntie (TCTA vs. CONA en TCTB vs. CONB). Meer TerraCottem® Turf inwerken verhoogde verder de drooggewicht waterverbruiksefficiëntie (TCTC vs. TCTB).

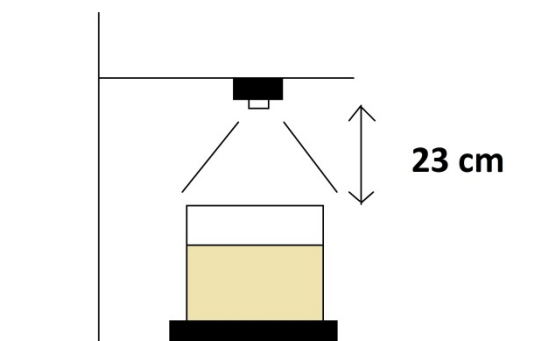
4. Bodembedekking

4.1 Besluit

De beeldverwerkingssoftware had als output dat geen enkele van de onderzochte bodembedekkers een positief effect op de bodembedekking vertoonde. Nochtans konden er visueel duidelijk verschillen worden genoteerd. Een mogelijke verklaring ligt in het feit dat het kunstlicht in de serre zorgde voor een overbelichting van de foto's, waardoor de software geen duidelijk contrast kon vaststellen.

4.2 Testmethode

Tijdens de test werd het gras regelmatig gemaaid. Na elke maaibeurt werd een digitale foto genomen van de bodembedekking vanop een vaste hoogte (23cm).



Deze foto's werden verder geanalyseerd via de "GreenCropTracker" software. Deze software berekent de "green cover fraction" (of "vegetation fraction VF"). Dit is de hoeveelheid bodembedekking in elke container gebaseerd op een drempelwaarde uit het histogram. De volgende parameters konden zo worden berekend:

- VF³ (%): de bedekking 3 weken na inzaai;
- VF¹⁰ (%): de bedekking 10 weken na inzaai;
- VF^{50%}: het aantal weken nodig om 50% bedekking te bekomen in de container;

4.3 TerraCottem behandelingen

Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m ²
TCTB	90%	10%	120g/m ²
TCTC	90%	10%	240g/m ²

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

4.4 Resultaten

In de meeste gevallen werden er geen significante verschillen ($P < 0.05$) gevonden noch in de VF³, noch in de VF¹⁰ en noch in de VF^{50%} waarden. Zoals eerder vermeld ligt een mogelijke verklaring in het feit dat het kunstlicht in de serre zorgde voor een overbelichting van de foto's, waardoor de software geen duidelijk contrast kon vaststellen.

5. Microbiële activiteit

5.1 Besluit

De inwerking van TerraCottem® Turf **stimuleerde** het **microbieel bodemleven**.

5.2 Testmethode

Er bestaat een directe relatie tussen de microbiële biomassa en de microbiële activiteit in de bodem. Dit laatste beïnvloedt de vrijgave van nutriënten in de bodem en dus ook de grasgroei.

De gebruikte methode is “fumigatie”. Simpel gesteld wordt tijdens deze behandeling de vrijgave van organische koolstof uit de celwanden van de micro-organismen gemeten via onderstaande formule:

$$C_{\text{microbial}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg dry soil}} \right) = \frac{C_{\text{microbial}} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{L}} \right) \times (V_{\text{extract}}(L) + V_{\text{in soil}}(L))}{DS(g)} \times K_c \times 1000 \quad [8]$$

5.3 TerraCottem behandelingen

Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m ²
TCTB	90%	10%	120g/m ²
TCTC	90%	10%	240g/m ²

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

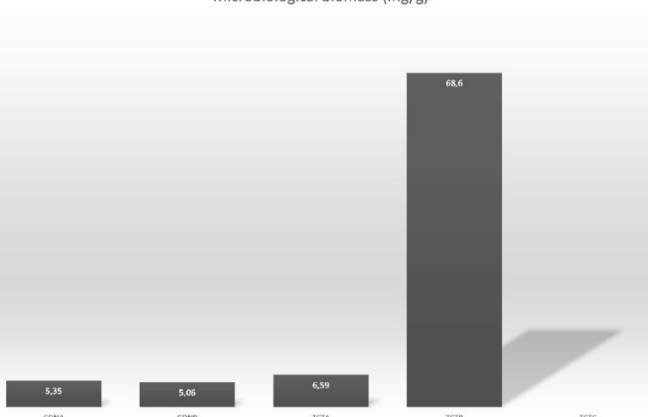
5.4 Resultaten

Niet alle resultaten konden worden gebruikt in de data-analyse, omdat een aantal “onmogelijke” uitkomsten⁵ werden vastgesteld (bv. bij de resultaten van TCTC). Ook dient de hoge standaardafwijking tussen de verschillende behandelingen te worden vermeld.

Er werden geen significant verschillen ($P < 0.05$) in microbiële activiteit vastgesteld tussen de toplagen met en zonder zand (CONB vs. CONA), wat op zich “opmerkelijk” is omdat men zou verwachten dat de toediening van organisch materiaal (turf) wel degelijk de ontwikkeling van de micro-organismen zou stimuleren.

De inwerking van TerraCottem® Turf zorgde voor een significante toename ($P < 0.05$) in microbiële biomassa productie (TCTA vs. TCTB). Dit was vooral duidelijk in de toplaag met turf (TCTB vs. CONB).

Microbiological biomass (mg/g)



⁵ Dit kan te wijten zijn aan een onvolledig fumigatieproces of de aanwezigheid van graswortelresten (die zouden moeten worden verwijderd op voorhand).

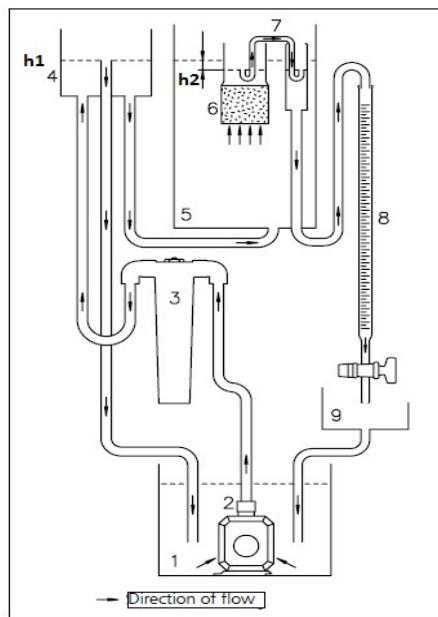
6. Verzadigde hydraulische geleidbaarheid K_s

6.1 Besluit

De inwerking van TerraCottem® Turf **verhoogde** de **verzadigde hydraulische geleidbaarheid** van de toplaag.

6.2 Testmethode

Permeabiliteit is de capaciteit van de bodem om water door te laten. Dit kan worden gemeten door bodemonsters (in Kopecky ringen) te plaatsen in een laboratorium permeameter:



Dit toestel werd speciaal ontwikkeld om de verzadigde hydraulische geleidbaarheid K_s te meten. Hiervoor worden verzadigde monsters (1) onder de invloed van een constant waterhoogte geplaatst (2). Een opwaartse waterstroom (3) wordt nu doorheen de stalen geleid op basis van de wet van de communicerende vaten. De K_s (m/s) kan worden berekend via onderstaande formule:

$$K_s = Q \frac{L}{\Delta h A} \quad [4]$$

waarin Q het waterdebiet is (m^3/s), Δh het hoogteverschil (m), L de lengte van het bodemonster en A het oppervlak van het staal (m^2). Er dient ook een correctie te worden gemaakt voor de watertemperatuur.

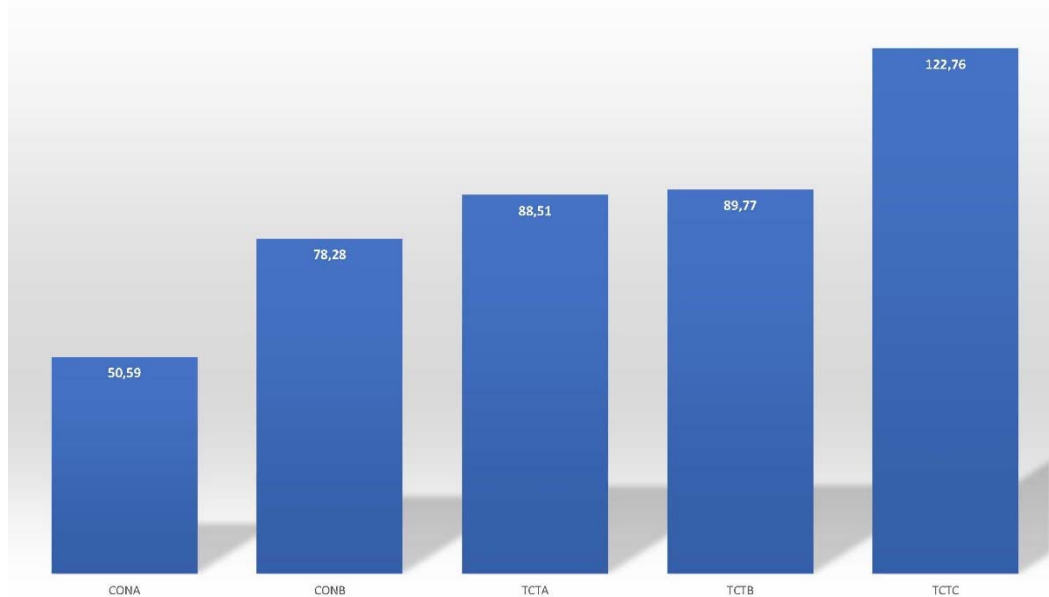
6.3 TerraCottem behandelingen

Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m ²
TCTB	90%	10%	120g/m ²
TCTC	90%	10%	240g/m ²

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

6.4 Resultaten

Saturated Hydraulic Conductivity (m/s)



De inmenging van turf zorgde voor een significante toename ($P < 0.05$) van de verzadigde hydraulische geleidbaarheid van de controle toplaag (CONB vs. CONA). Hetzelfde kan gezegd worden van de inmenging van TerraCottem® Turf, end it zowel in de toplaag met (CTB vs. CONB) en zonder turf (TCTA vs. CONA). Bij een dubbele dosering TerraCottem® Turf verhoogde de verzadigde hydraulische geleidbaarheid nog verder (TCTC vs. TCTB).

7. Waterretentiecapaciteit (WRC)

7.1 Besluit

TerraCottem® Turf toonde een significant ($P < 0.05$) positief effect op de vochthuishouding:

- Bij 120g/m²: een stijging van **+84%** van het plant beschikbaar water in de toplaag;

7.2 Testmethode

Bodemwater is onderhevig aan diverse krachten: capillariteit, zwaartekracht, adhesie, cohesie en osmose. Deze krachten bepalen de hoeveelheid plant beschikbaar water en worden uitgedrukt als “matrixpotentiaal”. De relatie tussen de matrixpotentiaal (of “drukhoogte”) en het volumetrisch vochtgehalte θ_v is de waterretentiecurve of “pF – curve”.

Alle containers werden bemonsterd en de bodemstalen werden op een zandbak geplaatst waarop verschillende drukken werden uitgeoefend: -10, -30, -50, -70 en -100 cm. Na het bereiken van een evenwicht bij elke druk werd het volumetrisch vochtgehalte bepaald door de stalen te wegen. Hetzelfde werd gedaan voor grotere drukken, maar nu werden de stalen tussen drukplaten geplaatst. Het mathematisch model van van Genuchten werd gebruikt om de data te fitten en de pF – curves te plotten d.m.v. de MATLAB-software.

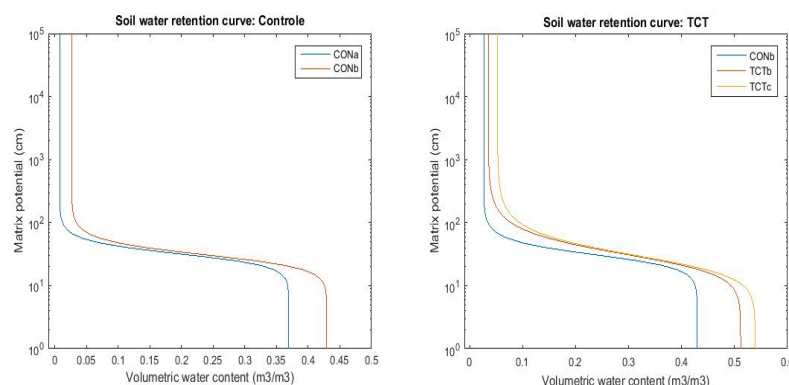
Het volumetrisch vochtgehalte bij “veldcapaciteit (FC)” (pF = 2) en “verwelkingspunt (PWP)” (pF = 4.2) kan uit deze grafieken worden gehaald. De hoeveelheid plant beschikbaar water (PAWC) is het verschil in volumetrisch vochtgehalte tussen FC en PWP: alle vocht onder FC (vrije drainage) en boven PWP (te sterk gebonden in de bodem) is niet beschikbaar voor de graswortels.

7.3 TerraCottem behandelingen

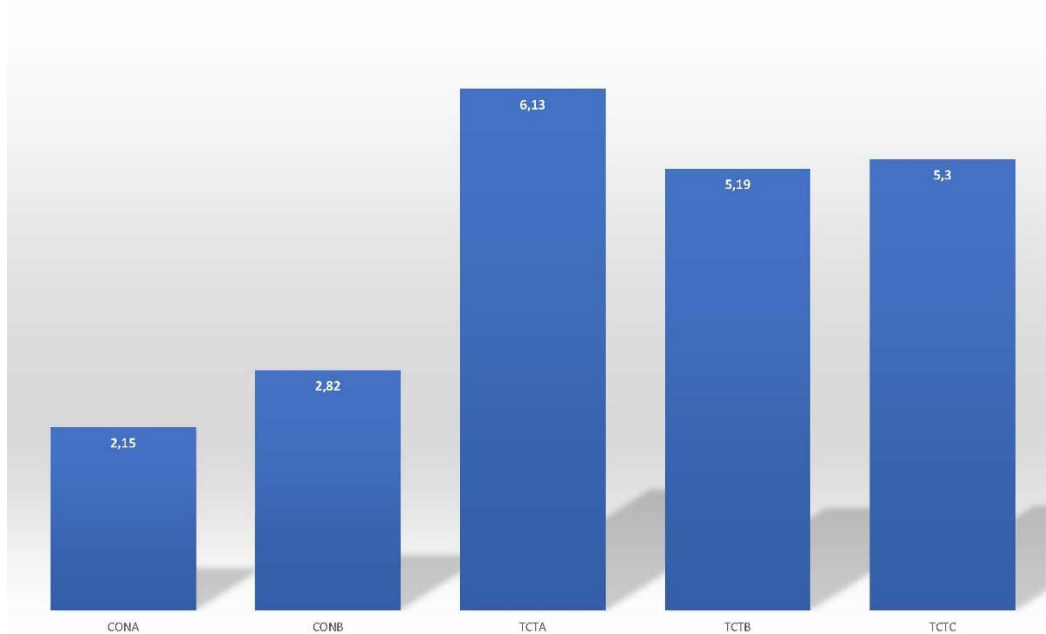
Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m ²
TCTB	90%	10%	120g/m ²
TCTC	90%	10%	240g/m ²

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

7.4 Resultaten



Plant Available Water (%)



De inmenging van turf zorgde voor een toename in plant beschikbaar water (CONB vs. CONA), alhoewel niet-significant ($P < 0.05$). Echter, de inmenging van TerraCottem® Turf verdrievoudigde bijna het PAW in de zandige toplaag (TCTA vs. CONA) en verdubbelde bijna het PAW in de 90/10 toplaag (TCTB vs. CONB). Een dubbele dosering leek geen effect te hebben op het PAW.

8. Bulkdichtheid

8.1 Besluit

De inwerking van TerraCottem® Turf **verlaagde** de **bulkdichtheid** van de toplaag. Dit was het geval voor de meeste bodemverbeteraars en is waarschijnlijk gerelateerd aan de afwezigheid van betreding in de containers (betreding die wel zou optreden in veldomstandigheden).

8.2 Testmethode

De bulkdichtheid (in g/cm³) kan worden berekend als de massa droge stof (in g, waarbij de stalen werden gedroogd gedurende 24u op 105°C) per volume (in cm³):

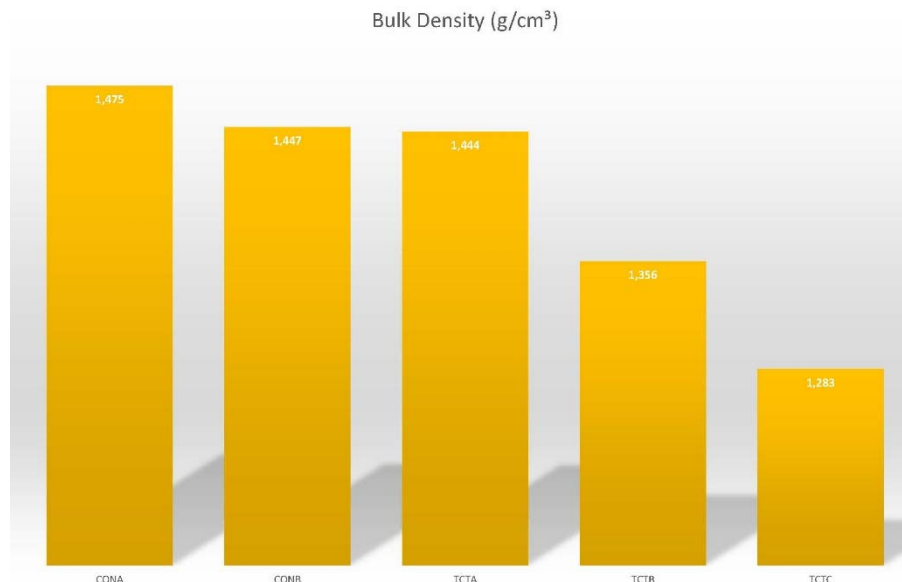
$$\rho = \frac{m_s}{V} \quad [1]$$

8.3 TerraCottem behandelingen

Behandelingen (*)	M32 zand	Turf	TerraCottem Turf
CONA	100%	-	-
CONB	90%	10%	-
TCTA	100%	-	120g/m ²
TCTB	90%	10%	120g/m ²
TCTC	90%	10%	240g/m ²

(*) Alle behandelingen kregen een standaard bemestingsregime via een vloeibare 20-3-5 meststof.

8.4 Resultaten



De inmenging van turf zorgde voor een significante daling ($P < 0.05$) van de bulkdichtheid in de toplaag (CONB vs. CONA). Hetzelfde kan worden gezegd van de inmenging van TerraCottem® Turf (TCTA vs. CONA en TCTB vs. CONB). Tenslotte, een dubbele dosering TerraCottem® Turf zorgde voor een verdere significante daling ($P < 0.05$) van de bulkdichtheid (TCTC vs. TCTB).