

Technisch verslag CCBT-project

“Miscanthus en Framboos bundelen de krachten voor een klimaatbestendige teelt”



AGENTSCHAP
LANDBOUW &
ZEEVISSERIJ



Inhoudsopgave

Technisch verslag CCBT-project “Miscanthus en Framboos bundelen de krachten voor een klimaatbestendige teelt”	1
Introductie + Literatuur studie.....	3
Klimaatverandering en kleinfruit	3
Miscanthus giganteus	3
Onderzoeksvragen	4
Materiaal en Methoden.....	4
Miscanthus	4
Frambozen	4
Proefveld	5
Metingen.....	6
Statistische analyse.....	6
Resultaten	8
Hoogte en groeisnelheid.....	8
Opbrengst	9
Onkruidtellingen.....	10
Bodemvocht	12
Conclusie	15
Referenties.....	15

Introductie + Literatuur studie

Klimaatverandering en kleinfruit

Door de industriële revolutie is de mensheid de laatste 150-200 jaar enorm veel broeikasgassen aan het uitstoten in de atmosfeer. Deze toename in broeikasgassen zorgt over het algemeen dat de aarde meer stralingswarmte van de zon vasthoudt waardoor de gemiddelde temperaturen sterk toenemen (Forster et al., 2024). Volgens de laatste cijfers is de grondtemperatuur de laatste 10 jaar 1.81°C warmer dan de grond temperaturen tussen 1850-1900 (Forster et al., 2024). Deze opwarming brengt vele negatieve gevolgen mee, zoals een toename in variatie van droogte & extreme regenval, overstromingen, etc. (Forster et al., 2024). Verder hebben deze veranderingen in het klimaat negatieve effecten op de biosfeer, zoals een afname in bestuiving (Stoddard, 2017), een verminderde groeisnelheid van planten (Rötter & van de Geijn, 1999) en een lagere bodemvochtgehalte (Berg & Sheffield, 2018).

Vele kleinfruit teelten, waaronder frambozen, hebben een ondiep wortelsysteem (Crandall, 1995). Dit maakt deze teelten enorm gevoelig aan het bodemvochtgehalte, waardoor droge jaren voor een lagere teeltopbrengst kunnen zorgen (Morales et al., 2013). Verder kan klimaatverandering ook zorgen voor een toegenomen gevoeligheid aan schade toegedaan door de grote frambozen luis (*Amphorophora idaei*) (Martin & Johnson, 2011). Ook zijn frambozen zeer afhankelijk van de natuurlijke populatie aan bestuivers in de buurt van frambozen (Sáez et al., 2018). Bestuivers zijn daarnaast ook enorm gevoelig aan het lokale klimaat voor niet alleen hun overleving, maar ook hun effectiviteit (Stoddard, 2017). Hierdoor is het belangrijk dat er onderzoek wordt gedaan naar het klimaatbestendig maken van de frambozen teelt.

Miscanthus giganteus

Uit de literatuur blijkt dat steriel Aziatisch reuzengras, ofwel *Miscanthus giganteus*, een eventuele oplossing kan bieden voor klimaatbestendigheid van teelten (Littlejohn et al., 2015). Zo is gebleken dat het gebruik van *M. giganteus* als tussenteelt (tussen de ruggen) de organische mineralisatiesnelheid en aardworm populaties kan verhogen (Littlejohn et al., 2015). Verder blijkt ook dat zowel de tussenteelt van *M. giganteus* als het gebruik van *M. giganteus* mulch de bodemvocht van verschillende teelten kan bevorderen. Ook is aangetoond dat het gebruik van *M. giganteus* de lokale inheemse biodiversiteit kan ondersteunen (Barron et al., 2000). In het bijzonder biedt *M. giganteus* een refuge plek aan voor insecten zoals hommels en dieren zoals hermelijnen (Barron et al., 2000). Verder is ook aangetoond dat *M. giganteus* het microbieel leven in de bodem kan bevorderen, waardoor de groei van de planten in de buurt ook bevorderd zou kunnen worden (Li et al., 2015; Kane et al., 2022).

Verder is *M. giganteus* ook een belangrijke speler in de stikstofhuishouding van vele velden (ILVO teeltfiche). Het is een gewas met een lage node aan bemesting, en wanneer deze gehakseld wordt in het voorjaar is er ook vrij weinig stikstofafvoer, waardoor het de stikstof huishouding in het veld niet in dwang brengt (ILVO teeltfiche). *Miscanthus giganteus* kan zelfs perspectief bieden voor het stikstof binnen uw veld, zo slaat dit reuzengras stikstof op in biomassa (in zowel de blad als stengel), en neemt het vooral stikstof uit de bodem op, wat zo de uitspoeling van stikstof kan verminderen (Cosentino et al., 2007, Leroy et al., 2022). Al deze factoren te samen maakt *M. giganteus* een interessante plant om de frambozenteelt klimaat robuuster te maken.

Onderzoeksvragen

Om te onderzoeken wat het effect van *Miscanthus giganteus* kan zijn in een klimaat robuustere teelt van framboos hebben wij twee onderzoeksvragen opgesteld:

- 1) Kan *Miscanthus giganteus* gebruikt worden om de teelt klimaatbestendiger te maken?
- 2) Heeft het gebruik van *Miscanthus giganteus* in de teelt een negatief effect op teeltparameters van Framboos?
- 3) Hoe kan *Miscanthus giganteus* het beste worden geoogst?

Materiaal en Methoden

Miscanthus

Rhizomen van *M. giganteus* zijn aangeplant op 18/04/2023 en zijn vervolgens jaarlijks gehakseld voor het groeiseizoen van de frambozen longcanes. De rhizomen zijn aangeplant met een dichtheid van 50 rhizomen per m². Verder is er ook getest wat het effect was van *Miscanthus* als grondbedekker. Hiervoor is *Miscanthus* mulch aangekocht, deze is toegepast met 0.75 m³ per lopende meter.

Frambozen

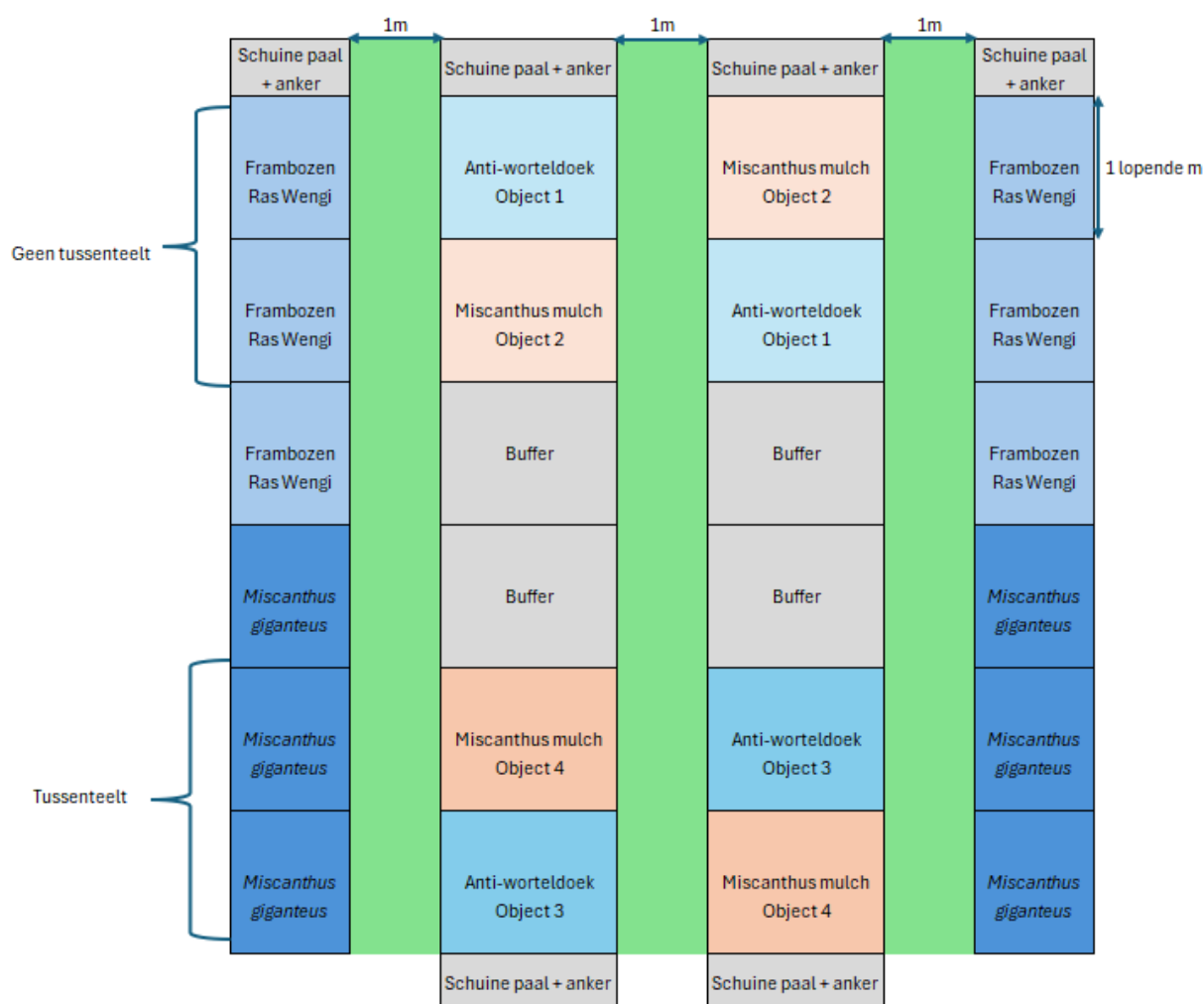
Er is gekozen om het frambozen ras Wengi aan te planten als longcanes op 11/04/2023. Deze longcanes zijn aangeplant met een dichtheid van 30/ lm. De frambozen zijn bemest met 0,84 kg/ rij Micro-mix, 0,84 kg/ rij ECOR5, 0,186 kg/ rij ECOR FOS, 0,084 kg/ rij DCM Vivikali, 0,175 kg/ rij Bloedmeel. De longcanes zijn elk jaar rond Maart voor het groeiseizoen gesnoeid.

Proefveld

Het proefveld bestond uit twee rijen van elk 6 lopende meter (Figuur 1). Binnen een rij werden 6 velden aangelegd van elk één lopende meter, de twee velden in het midden van elke rij werd aangewezen als een bufferveld. Eén meter naast de twee rijen met proefvelden waren twee extra rijen aangelegd, de eerste 3 lopende meter van deze rijen waren aangeplant met *M. giganteus*, de andere 3 meter was aangeplant met framboosplanten (Figuur 1). De rijen die tussen de rijen met *M. giganteus* waren ingeplant noemen wij hier verder: “Miscanthus als tussenteelt”. De Miscanthus is dus enkel ter vervanging van een frambozen rij getest, niet tussen de rijen in of tussen framboosplanten in. Om een locatie effect op onze resultaten te minimaliseren is elk object aan beide kanten herhaald. In totaal zijn er vier objecten met elk twee herhalingen getest (Tabel 1).

Tabel 1: Veld behandelingen in het Miscanthus en Framboos studieperceel

Object	Grondbedekker	Tussenteelt
1	Anti-worteldoek	Geen tussenteelt
2	Miscanthus als mulch	Geen tussenteelt
3	Anti-worteldoek	Miscanthus als tussenteelt
4	Miscanthus als mulch	Miscanthus als tussenteelt



Figuur 1: Schematisch overzicht van het proefperceel voor Miscanthus en Framboos. Donkere kleuren geven aan dat er een tussenteelt behandeling was toegepast, lichte kleuren geven aan dat er geen tussenteelt werd toegepast

Metingen

Om het effect van *Miscanthus* te onderzoeken zijn er vier verschillende metingen uitgevoerd. Allereerst, om uit te sluiten dat *Miscanthus* als mulch of tussenteelt geen negatief effect had op de ontwikkeling van de longcanes zijn er om de twee weken hoogte metingen op de longcanes uitgevoerd. De hoogte van de longcanes is gemeten vanaf de bodem tot en met de terminale eindknop van de longcane. De totale opbrengst is bepaald op basis van het totaal gewicht van de klasse 1 vruchten. Alle vruchten met een afwijking of rot waren verwijderd en niet meegenomen uit de opbrengst analyse. De vruchten werden dagelijks geplukt met een meerkoppig team in het jaar 2023. Aangezien het proefcentrum eind 2025 zal sluiten zijn er veel mensen vertrokken, hierdoor was het enkel mogelijk om de vruchten wekelijks te plukken. Onkruidtellingen werden tweewekelijks uitgevoerd. Wanneer de onkruidplantjes te klein waren om te identificeren is er een foto gemaakt van de jongste bladeren. Vervolgens zijn deze jongste bladeren geïdentificeerd op basis van bladstructuur. Na elke telling op het veld, werden de onkruiden handmatig verwijderd. Als laatste was het bodemvochtgehalte van de verschillende bodems gemeten aan de hand van TENSOR-10 bodemvochtsensoren. Deze sensoren maken één meting per veld per uur. De metingen werden uitgevoerd op basis van de conductiviteit van de bodem (uitgedrukt in milliVolt). Deze werd vervolgens omgerekend naar vochtgehalte per kuub bodem (m^3 vocht/ m^3 bodem) aan de hand van Formule 1 (METER Group 2023).

$$\frac{m_{vocht}^3}{m_{bodem}^3} = 4.824 \cdot 10^{-10} \cdot mV^3 - 2.278 \cdot 10^{-6} \cdot mV^2 + 3.898 \cdot 10^{-3} \cdot mV [1]$$

Oogstproef

Voor het oogsten van *Miscanthus* zijn er drie hoofdmethoden naast elkaar gezet: Maaien, Verhakselen en Combinatie van maaien & verhakselen. Binnen deze drie hoofdmethoden zijn er drie maai technieken vergeleken, vier verhaksel methoden en drie combinatie methoden. De maai methoden waren: Bosmaaier met mes, Klassieke Haagschaar, en Haagschaar op een steel. De verhaksel methoden waren: Hakselaar 10 cm, Hakselaar 16 cm, Ruwterreinmaaier en shredder. De combinatie methoden waren: Klepelmaaier met opvang, Veldhakselaar, Klepelmaaier. Elke methode heeft een score gekregen van 0-5, deze score omvangt de prijs van gebruik, arbeidsintensiteit, ergonomie en snelheid.

Statistische analyse

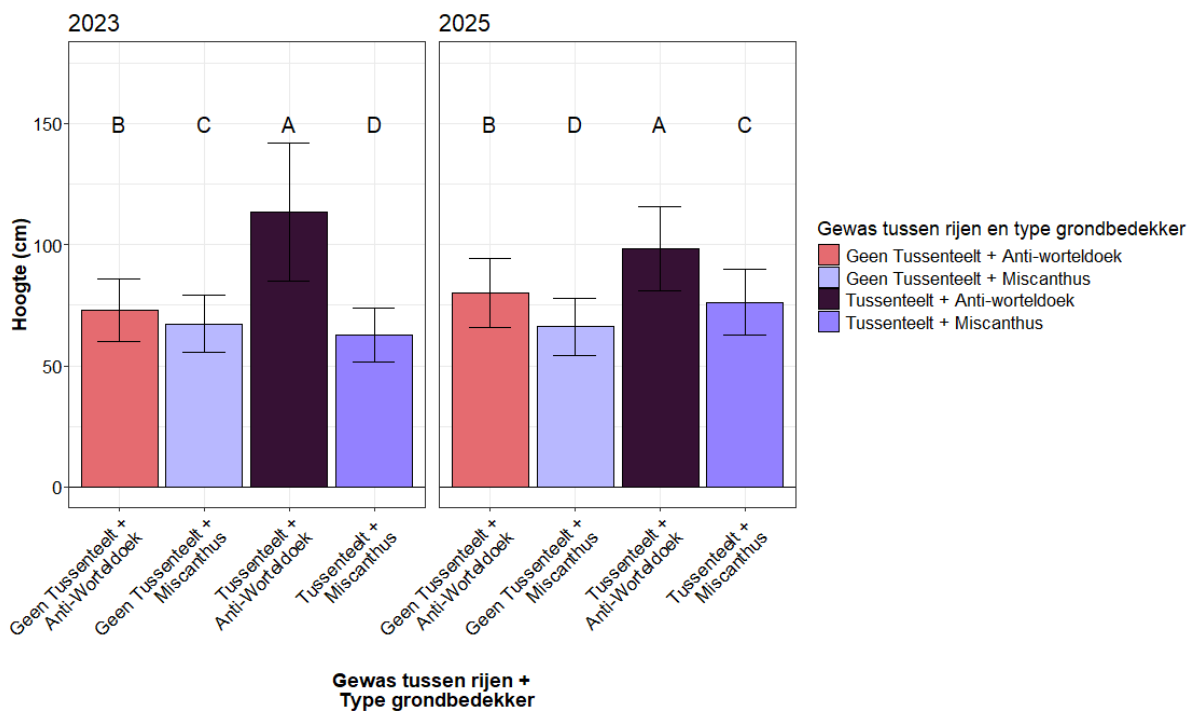
Elke parameter is apart van elkaar geanalyseerd. Aangezien elke parameter ook een aparte verdeling heeft, is het belangrijk dat elke parameter een aparte statistische analyse ontvangt. Allereerst hebben wij de hoogte van de longcanes geanalyseerd aan de hand van een gegeneraliseerd lineair model (GLM), waar hoogte is gebruikt als respons variabele, en waar de jaar, grondbedekker, tussenteelt, en de interactie van alle variabele mee is genomen als verklarende variabelen. Aangezien de longcanes altijd gemeten waren met een hoogte boven de 0, zal de data nooit homogeen normaal verdeeld kunnen zijn. Deze afwijking naar rechts, betekend dat de data een “Gamma” foutenverdeling volgt. Om hier rekening mee te houden in de analyse, is er een inverse link functie gebruikt bij het maken van het model. De significante verschillen tussen onze variabelen zijn vervolgens bepaald geweest aan de hand van een Type “III” Analyse van Variatie (ANOVA). De significante variabelen zijn vervolgens verder geanalyseerd aan de hand van een “Tukey Honest Significant Difference” (TukeyHSD) om zo de effecten van onze individuele behandelingen te kunnen achterhalen. Eenzelfde analyse is

uitgevoerd om de groeisnelheid te analyseren, echter is er in dit model tijd meegenomen als verklarende variabele. Om te controleren of de opbrengst van vruchten een normale verdeling volgt hebben wij ten eerste een “*shapiro-wilk*” test voor normaliteit uitgevoerd. Uit deze test kwam naar voren dat de opbrengst niet normaal verdeeld was. Om de data vooralsnog te analyseren is gekozen om een niet-parametrische analyse uit te voeren aan de hand van een “*Kruskal-Wallis*” test. Aangezien we zowel het effect van de interactie tussen onze twee variabelen (Grondbedekker + Tussenteelt) als de individuele effecten van deze variabelen wilden analyseren, hebben wij drie modellen gemaakt per jaar. In het eerste model hebben wij enkel het effect van grondbedekker bekeken, in het tweede model enkel het effect van tussenteelt, als laatste in het derde model hebben wij eerst een “*dummy*” variabele gemaakt waar het effect van beide variabele in op is genomen, deze “*dummy*” variabele is vervolgens gebruikt om te analyseren of er een interactie effect aanwezig was. . De onkruidtellingen zijn gebaseerd op tellingen, aangezien een halve-onkruid niet geteld kan worden zal de data altijd een discrete verdeling volgen. Verder, aangezien tellingen een som zijn van een kansenformule kunnen wij de data analyseren aan de hand van een gegeneraliseerd lineair model met een “*Poisson*” verdeling, met een log-link functie. Dit model is vervolgens weer geanalyseerd a.d.h.v. een ANOVA type “III”, significante verschillen binnen de groepen zijn achterhaald aan de hand van een TukeyHSD. Verder bestond de populatie van onkruiden uit meerdere soorten. Om te analyseren wat het effect was van onze behandelingen op de populatiestructuur hebben wij een hoofd componenten analyse uitgevoerd (PCA). Deze analyse reduceert het aantal individuele parameters (onkruid soorten) tot een loading waar elke soort een impact heeft. Vervolgens berekent het ook hoeveel van de variatie binnen de dataset uitgelegd wordt door deze loading. Wanneer deze loadings tegen elkaar uit worden geplott kan een schatting worden gemaakt over het effect van de behandelingen op de populatie. Als laatste om te analyseren wat het effect van onze behandelingen was op de bodemvocht hebben we enkel de bodemvocht tegen de tijd uitgezet. Aangezien het bodemvocht maar in een veld per behandeling is gemeten is een statistische analyse niet mogelijk.

Resultaten

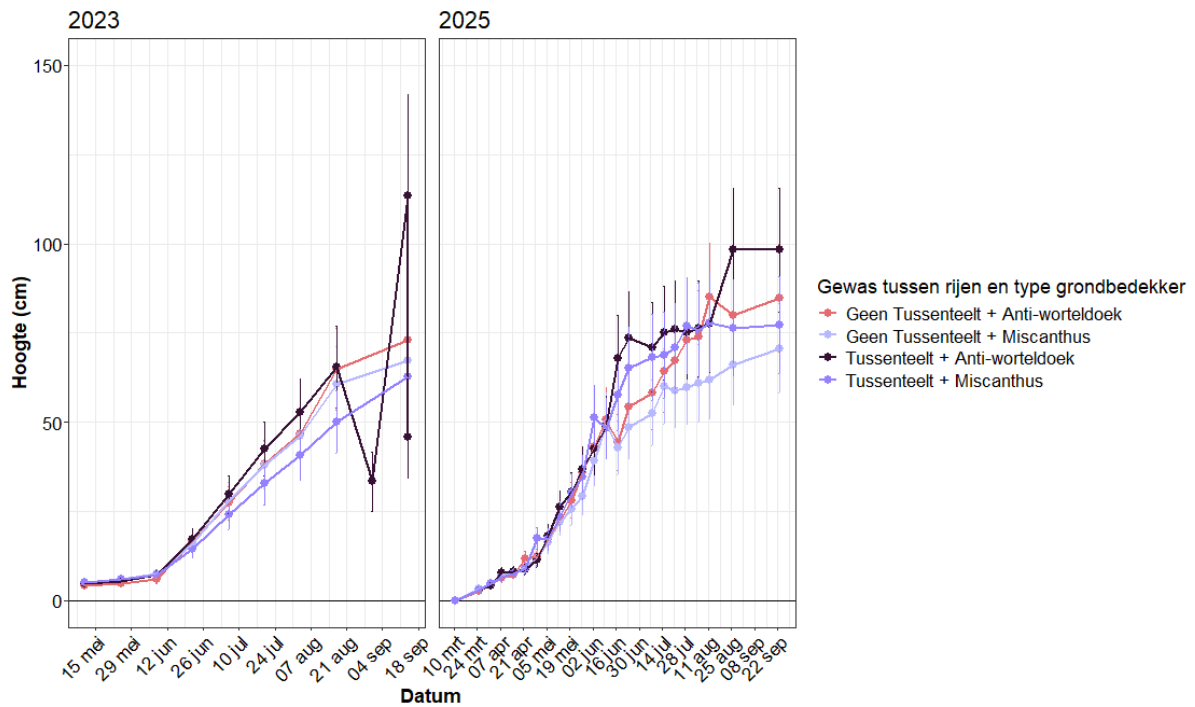
Hoogte en groeisnelheid

Er was een significant verschil in de totale hoogte van de longcanes tussen 2023 en 2025 ($\chi^2 = 130,69$, vrijheidsgraden (v.g.) = 1, $P < 0.001$). Over het algemeen waren de longcanes hoger in 2025 (hoogte = 43,74 cm) dan in 2023 (hoogte = 30,69). Ongeacht het jaar was er een significant verschil in het gebruik van Miscanthus als tussenteelt ($\chi^2 = 6.818$, v.g. = 1, $P = 0.010$) en het gebruik van Miscanthus als mulch ($\chi^2 = 7.995$, v.g. = 1, $P = 0.005$; Figuur 2). Specifiek waren de hoogste longcanes gemeten in velden met een combinatie van Miscanthus als tussenteelt en een anti-worteldoek (Figuur 2). Dit was zowel in 2023 als in 2025.



Figuur 2: Gemiddelde hoogte van de longcanes aan het einde van het groeiseizoen. Elke balk is het gemiddelde van 16 framboos longcanes. De foutbalken geven de standaard deviatie van het gemiddelde weer. De letters geven significante verschillen aan, wanneer de letters boven de balken van elkaar verschillen betekend dit dat de twee balken significant van elkaar verschillen. De letters zijn berekend op basis van een Tukey Honest Significant Difference test.

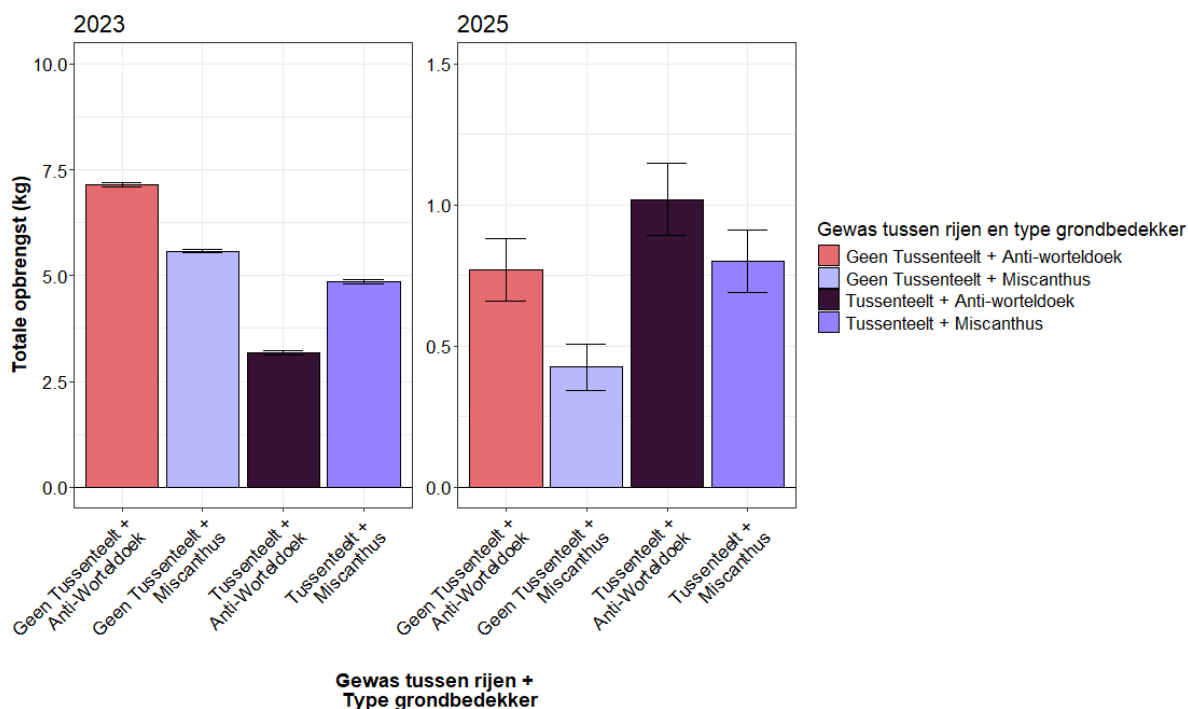
Er was geen significant in groeisnelheid tussen de verschillende objecten ($P > 0.05$). Alle longcanes waren vanaf begin September klaar met groeien en hadden de helft van hun maximale hoogte bereikt rond juni (Figuur 3).



Figuur 3: Gemiddelde groeisnelheid van de longcanes gedurende het groeiseizoen. Elke punt is het gemiddelde van 16 framboos longcanes gemeten op dat data punt. De foutbalken geven de standaard deviatie van het gemiddelde.

Opbrengst

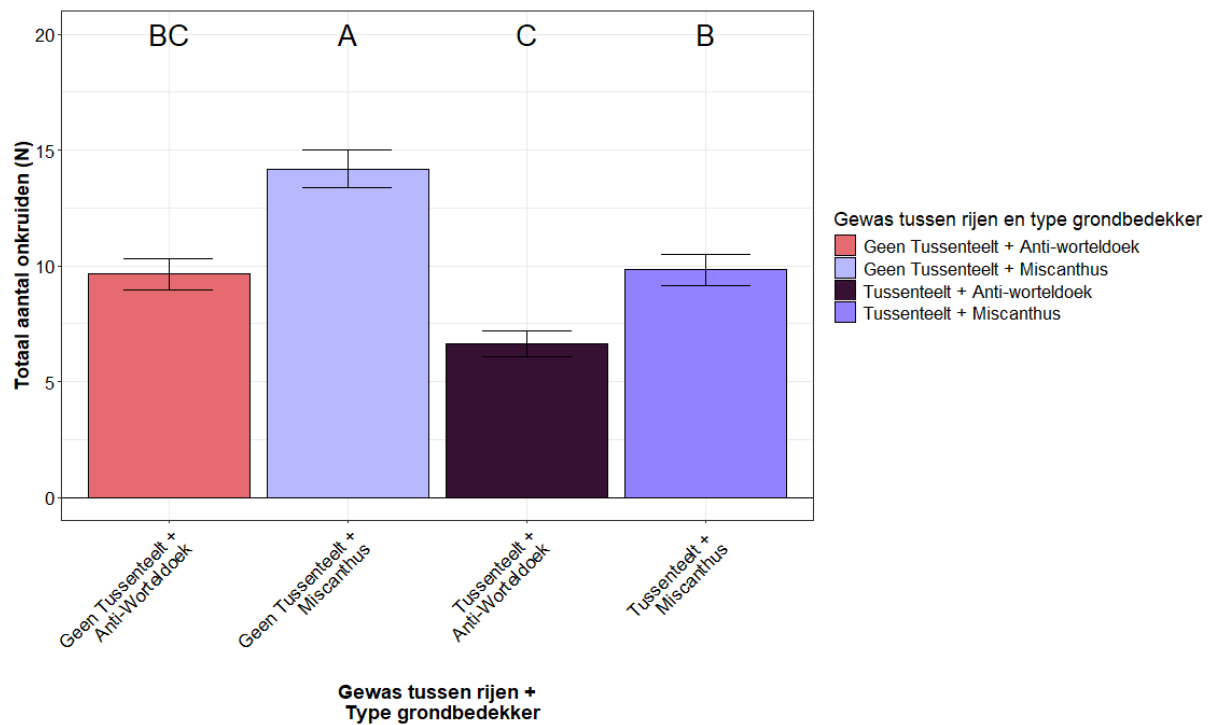
Er was geen significant verschil in de totale opbrengst van klasse 1 vruchten tussen 2023 en 2025 (Figuur 4). Verder was er ook geen significant verschil in opbrengst tussen de andere behandelingen.



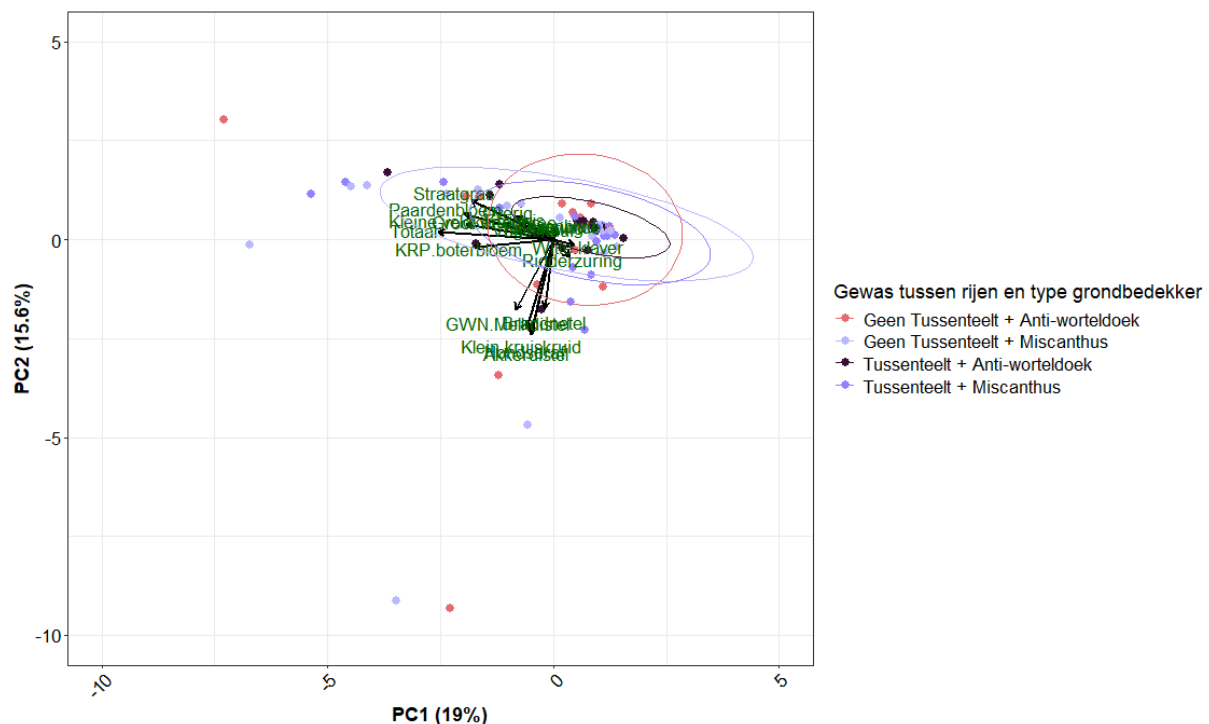
Figuur 4: Gemiddelde opbrengst van klasse 1 vruchten. Elke balk is de gemiddelde totale opbrengst per lopende meter van framboos longcanes. De foutbalken zijn de standaard deviaties van het gemiddelde.

Onkruidtellingen

Er waren in 2023 geen onkruidtellingen uitgevoerd. Er was een significant effect van beide Miscanthus als tussenteelt ($\chi^2 = 12.237$, v.g. = 1, $P < 0.001$; Figuur 5) en van Miscanthus als mulch ($\chi^2 = 19.201$, v.g. = 1, $P < 0.001$; Figuur 5) op het aantal onkruiden in de proefvelden. In het bijzonder waren er meer onkruiden geteld in velden zonder Miscanthus als tussenteelt dan in velden met Miscanthus als tussenteelt (zonder tussenteelt: 11.9 onkruiden/ veld; met tussenteelt: 8.22 onkruiden/ veld). Echter had het gebruik van Miscanthus als mulch wel een negatief effect t.o.v. het gebruik van een anti-worteldoek (Miscanthus als mulch: 12 onkruiden/ veld; Anti-worteldoek: 8.14 onkruiden/ veld). Als de totale populatie in acht word genomen is te zien dat er vooral twee loadings zijn die een effect hebben op de populatiestructuur (Figuur 6). In het bijzonder zien we dat de eerste loading een combinatie is van de totale onkruid populatie, Straatgras, Paardenbloem, Kleine veldkers en de Kruipende boterbloem (Figuur 6). Verder bestond de tweede loading uit een combinatie van Brandnetel, Gewone Melkdistel, Klein kruiskruid en de Akkerdistel (Figuur 6). De cirkels weergeven de variatie in populatiestructuur aan tussen de behandelingen. Zo is te zien dat de grootste variatie aan onkruiden te observeren was in velden met Miscanthus als mulch en zonder enige tussenteelt (Figuur 6). De velden met het minste variatie waren de velden met Miscanthus als tussenteelt en een Anti-worteldoek (Figuur 6). Deze conclusie komt ook overeen met het totaal aantal onkruiden (Figuur 5).



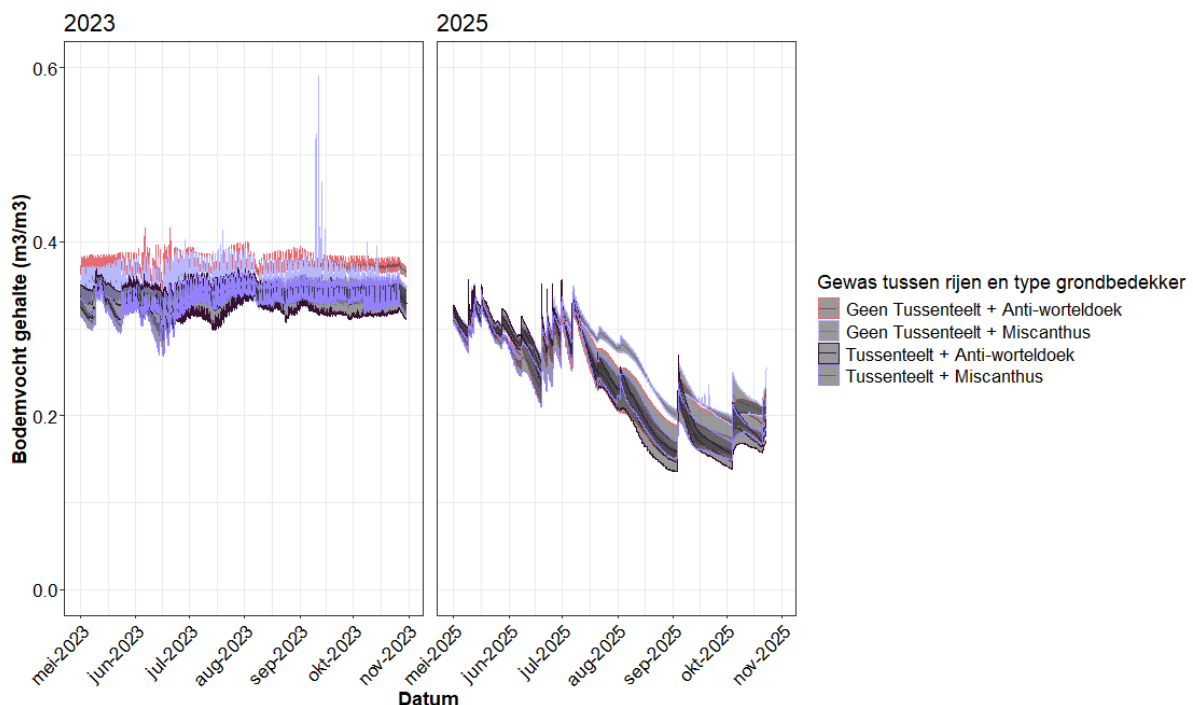
Figuur 5: Totaal aantal onkruiden geteld per proefobject. Elke balk is het totaal aantal onkruiden per proefobject. De foutbalken zijn de standaardfout van de getelde som. De twee letters zijn gebaseerd op een gegeneraliseerd lineair model met een Poisson verdeling. Wanneer de letters van elkaar verschillen betekend het dat er een significant verschil is. Er was een significant verschil in het aantal onkruiden tussen velden met en zonder tussenteelt.



Figuur 6: Principieel component analyse van de populatie van onkruiden in de velden in 2025. Elke punt is een samenvoeging van meerdere parameters. De lijnen geven aan wat het individueel effect was van elke onkruid in de totale populatie. Hoe langer de pijl hoe sterker het effect de parameter was op de totale populatiestructuur.

Bodemvocht

Het bodemvochtgehalte van de verschillende objecten werd per uur gemeten aan de hand van TEROS-10 bodemsensoren. Zoals eerder vermeld is het bodemvocht in enkel één veld per object gemeten, hierdoor is een statistische analyse niet mogelijk. Desalniettemin, in 2023 is te zien dat Miscanthus als mulch of als tussenteelt geen duidelijk effect had op het bodemvochtgehalte (Figuur 7). Dit kan komen doordat 2023 een jaar was met een voldoende neerslag, waardoor het vochthoudende capaciteit van de bodem niet te observeren was. Het jaar 2025 was echter wel een vrij droog jaar met een droge lente en zomer. Hierdoor was het effect van grondbedekker sterker uitgesproken in het bodemvochtgehalte (Figuur 7). Het was op te merken dat het bodemvochtgehalte hoger lag in velden met Miscanthus als mulch dan bij velden met een Anti-worteldoek (Tabel 2). Als wordt bekeken hoe het bodemvochtgehalte evolueert met de tijd in de zomer is te zien dat Miscanthus als tussenteelt een negatief effect kan hebben op de bodemvochtgehalte, terwijl Miscanthus als mulch een positief effect heeft op het bodemvochtgehalte (Tabel 3).



Figuur 7: Verloop van het bodemvochtgehalte binnen de Framboos & Miscanthus velden. Elke lijn is het gemiddelde van drie metingen binnen hetzelfde veld. Het bodemvochtgehalte is per uur gemeten in de periode van Mei tot en met November. De kleuren komen overeen met de veldbehandeling, de grijze omheining van elke lijn is berekend op basis van de standaard fout van het gemiddelde.

Tabel 2: Bodemvochtgehalte bij de verschillende behandelingen in de zomer van 2025

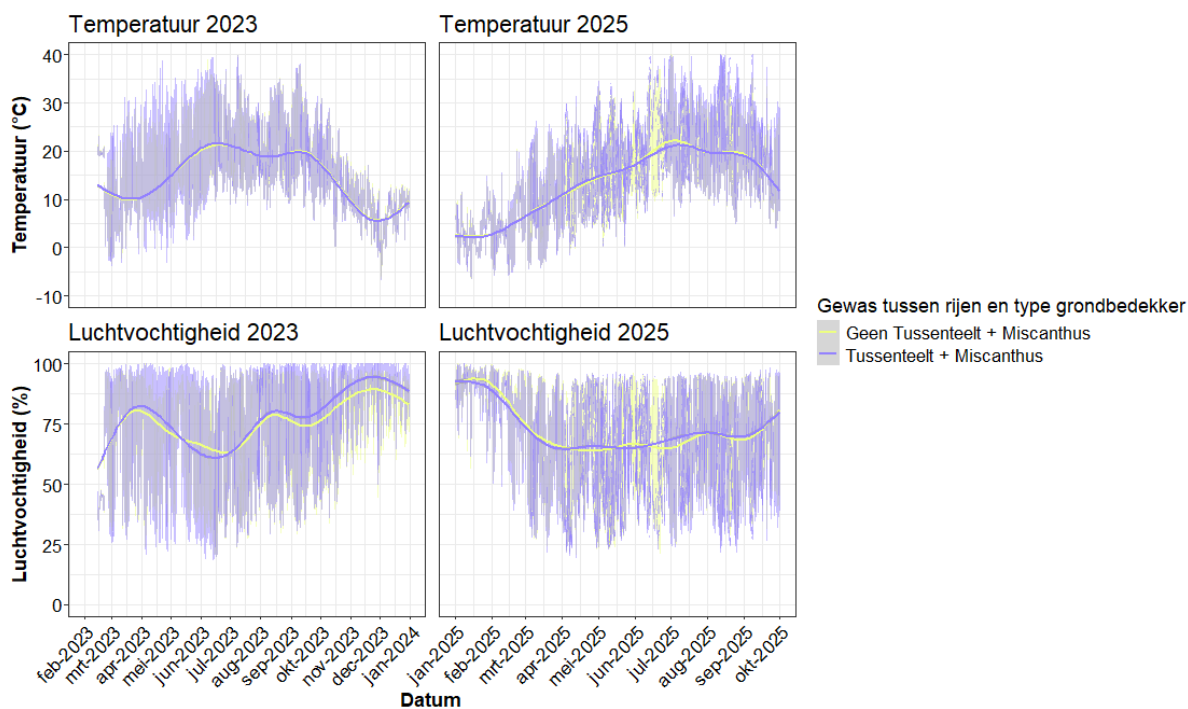
TUSSENTEELT	GRONDBEDEKKER	JULI	AUGUSTUS	SEPTEMBER
GEEN	Anti-worteldoek	0.273	0.202	0.191
TUSSENTEELT	Miscanthus als mulch	0.301	0.246	0.215
TUSSENTEELT	Anti-worteldoek	0.269	0.184	0.174
	Miscanthus als mulch	0.273	0.200	0.178

Tabel 3: Percentage verschil in bodemvochtgehalte tussen de verschillende maanden in de zomer

TUSSENTEELT	GRONDBEDEKKER	JUL- AUG	AUG-SEP	JUL-SEP
GEEN	Anti-worteldoek	-26.0%	-5.4%	-30.0%
TUSSENTEELT	Miscanthus als mulch	-18.3%	-12.6%	-28.6%
TUSSENTEELT	Anti-worteldoek	-31.6%	-5.4%	-35.3%
	Miscanthus als mulch	-26.7%	-11%	-34.8%

Luchttemperatuur en Luchtvochtigheid

De luchttemperatuur en luchtvochtigheid van beide de objecten met Miscanthus als mulch zonder tussenteelt als Miscanthus als mulch met Miscanthus als tussenteelt zijn per 15 minuten gemeten aan de hand van Aranet sensoren. Aangezien de luchtparameters enkel in één veld zijn gemeten is een statistische analyse niet mogelijk. Desalniettemin, in 2023 en 2025 was er geen duidelijk verschil in de luchttemperatuur in beide veldjes. De temperatuur lag in beide jaren tussen -6°C en 40°C (Figuur 8). Verder was er wel een verschil op te merken in de luchtvochtigheid. Zo was te zien dat de luchtvochtigheid iets lager lag bij veldjes zonder tussenteelt dan bij veldjes met Miscanthus als tussenteelt (Figuur 8).



Figuur 8: Verloop van de luchttemperatuur en luchtvochtigheid binnen de Framboos & Miscanthus velden. De lijn met pieken en dalen zijn de individuele metingen die elke 15 minuten zijn genomen. De doorgetrokken lijn is de gemiddelde dag temperatuur of luchtvochtigheid berekend aan de hand van een gegeneraliseerd additief model. De temperatuur en luchtvochtigheid zijn gemeten tussen Februari 2023 en Januari 2024 en Januari 2025 tot en met Oktober 2025.

Oogstproef

Over het algemeen kwam een Klepelmaaier met opvang als beste methode naar voren voor het oogsten van Miscanthus. Deze techniek gaf de beste prijs/ kwaliteit verhouding en scoorde goed in ergonomie, snelheid en arbeidsintensiteit. De slechtste methode was de bosmaaier met mes, deze techniek is niet ergonomisch, vraagt veel tijd en arbeid, en uiteindelijk levert scherpe onbruikbare Miscanthus Mulch (Tabel 4).

Tabel 4: Resultaten van de oogstproeven van Miscanthus. De oogstechnieken zijn verdeeld over de drie hoofdmethoden: Maaien, Verhakselen en Combinatie. Elke techniek heeft een score ontvangen van 0-5. Deze score is de som van de vijf categorieën waarop elke techniek werd beoordeeld[§]

Hoofd-methode	Techniek	Score (0-5)	Prijs	Erg*	Snlhd ⁺	ArIn ^x	KWL [#]
Maaien	Bosmaaier met mes	0	-	-	-	-	-
	Haagschaar (Klassiek)	2	+	-	-	-	+
	Haagschaar (op steel)	3	+	+	-	-	+
Verhakselen	Hakselaar (10 cm)	3	+	+	+	--	+
	Hakselaar (16 cm)	3	+	+	+	--	+
	Shredder	3	+	+	+	-	-
Combinatie	Veldhakselaar	3	-	+	+	+	-
	Klepelmaaier	1	+	-	-	-	-
	Klepelmaaier met opvang	4	+	+	+	+	-

*Erg = Ergonomisch; ⁺Snlhd = Snelheid; ^xArIn = Arbeidsintensiteit; [#]KWL = Kwaliteit van Mulch

[§]Elke techniek is beoordeeld op vijf categorieën aan de hand van een + of een -. De score is de som van het aantal + en aantal -. Wanneer een categorie een “-” heeft wordt deze niet meegeteld, bij twee “-” wordt het wel meegeteld. B.v. de hakselaar had een score 3, dit komt tot stand door zijn 4 pluspunten en twee min punten, dus 4+ 1- = score 3.

Conclusie

Over het algemeen kan de conclusie getrokken worden dat het gebruik van *Miscanthus giganteus* de teelt van kleinfruit bestendiger kan maken tegen droogte. Echter is dit effect alleen duidelijk wanneer *M. giganteus* wordt gebruikt als bodembedekker in de vorm van mulch. Bij het gebruik van *M. giganteus* als tussenteelt is er een negatief effect te verwachten op het bodemvochtgehalte in de frambozen velden. Daarentegen, vertonen velden met *M. giganteus* als tussenteelt een hogere luchtvochtigheid dan velden zonder tussenteelt. Dit suggereert dat het reuzengras kan bijdragen aan een snellere uitdroging van het bodemvocht, terwijl het tegelijkertijd een bufferend effect heeft op de luchtvochtigheid. Hierdoor kan het oppervlakkige bodemvocht beter behouden blijven, terwijl het diepere bodemvocht door het reuzengras verbruikt wordt. Als gevolg hiervan kan het reuzengras waarschijnlijk in competitie treden met diep wortelende onkruiden om water, maar niet met frambozen, die beschikken over een meer oppervlakkig wortelstelsel (Ings et al., 2013). Wanneer het *Miscanthus* als mulch werd gebruikt was de frambozen teelt het meest beschermd tegen extreme droogte. Echter, wanneer *Miscanthus* als mulch werd gebruikt waren er een aantal negatieve effecten op te merken. Zo was te zien dat het gebruik van *Miscanthus* als mulch verantwoordelijk was voor kortere longcanes en voor een verhoogt aantal onkruiden. Er was echter geen negatief effect op de opbrengst wanneer *Miscanthus* als mulch gebruikt werd. Verder kwam naar voren dat een klepelmaaier met opvang de beste methode was om *Miscanthus* te oogsten.

Wanneer gekeken wordt naar het gebruik van *Miscanthus* als tussenteelt in combinatie van een anti-worteldoek, is op te vallen dat deze combinatie een bevorderend effect had voor de hoogte van de longcanes en een onderdrukkend effect had op de onkruidgroei. Dit kan betekenen dat de frambozen niet héél gevoelig waren aan het vochtgehalte in de bodem, of dat de negatieve effecten van het uitdrogen deels overschaduwde worden door het positieve effect van reuzengras als tussenteelt. Een belangrijke kanttekening bij deze conclusies is dat droogte niet de enige of het meest belangrijke effect van klimaatverandering zal zijn in vele landen (Forster et al., 2024). Sommige modellen voorspellen dat landen zoals België of Nederland vanwege klimaatverandering meer te maken gaan hebben met extreme variatie tussen de jaren, waar sommige jaren meer droogte zullen ervaren, terwijl andere jaren extreme regenval zullen ontvangen (Tsanis & Tapoglou, 2019). Daarnaast zullen vele landen ook te maken krijgen met meer extreme hittegolven. Deze hittegolven hebben dan weer een negatief effect op de bestuivers van framboos, waardoor de opbrengst lager kan zijn dan normaal (Stoddard, 2017). Aangezien *Miscanthus* als tussenteelt een toelatingsoord kan vormen voor deze bestuivers, kan het gebruik van *Miscanthus* als tussenteelt een positief of beschermend effect hebben op de opbrengst van frambozen (Barron et al., 2000).

Referenties

Barron, M. C., Wratten, S. D., Donovan, B. J. (2000). A four year investigation into the efficacy of domiciles for enhancement of bumble bee populations. *Agricultural and Forest Entomology* 2: 141-146. <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2000.00059.x>

Berg, A. & Sheffield, J. (2018). Climate change and drought: the soil moisture perspective. *Climate Change and Drought (Q Fu, Section Editor)* 4: 180-191. <https://doi.org/10.1007/s40641-018-0095-0>

Cosentino, S. L., Patanè, C., Sanzone, E., Copani, V., Foti, S. (2007). Effects of soil water content and nitrogen supply on the productivity of *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. In a Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products* 25: 75-88. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2006.07.006>

Crandall, P. (1995). Bramble production: The management and marketing of raspberries and blackberries. *Bramble production* CRC Press.

Forster, P. M., et al. (2024). Indicators of global climate change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth System Science Data* 16: 2625-2658. <https://doi.org/10.5194/essd-16-2625-2024>

Ings, J., Mur, L. A. J., Robson, P. R. H. & Bosch, M. (2013). Physiological and growth responses to water deficit in the bioenergy crop *Miscanthus x giganteus*. *Frontiers in Plant Science* 4: 00468. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00468>

Kane, J. L., Robinson, M. C., Schartiger, R. G., Freedman, Z. B., McDonald, L. M., Skousen, J. G., Morrissey, E. M. (2022). Nutrient management and bioaugmentation interactively shape plant-microbe interactions in *Miscanthus x giganteus*. *Global Change Biology Bioenergy* 14: 1235-1249. <https://doi.org/10.1111/gcbb.13000>

Leroy, J., Ferchaud, F., Giauffret, C., Mary, B., Fingar, L., Mignot, E., Arnoult, S., Lenoir, S., Martin, D., Brancourt-Hulmel, M., Zapater, M. (2022). *Miscanthus sinensis* is as efficient as *Miscanthus x giganteus* for Nitrogen Recycling in spite of smaller Nitrogen fluxes. *BioEnergy Research* 15: 686-702. <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10408-2>

Li, D., Voigt, T. B., Kent, A. D. (2015). Plant and soil effects on bacterial communities associated with *Miscanthus x giganteus* rhizosphere and rhizomes. *Global Change Biology Bioenergy* 8: 183-193. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12252>

Littlejohn, C., Curran, T. J., Rainer, W. & Wratten, S. (2015). Farmland, food, and bioenergy crops need not compete for land. *Solutions* 6: 34-48

Martin, P. & Johnson, S. N. (2011). Evidence that elevated CO₂ reduces resistance to the European large raspberry aphid in some raspberry cultivars. *Journal of Applied Entomology* 135: 237-240. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01544.x>

Morales, C. G., Pino, M. T. & del Pozo, A. (2013). Phenological and physiological responses to drought stress and subsequent rehydration cycles in two raspberry cultivars.

Rötter, R. & van de Geijn, S. C. (1999). Climate change effects on plant growth, crop yield and livestock. *Climate Change* 43: 651-681. <https://doi.org/10.1023/A:1005541132734>

Sáez, A., Morales, J. M., Morales, C. L., Harder, L. D. & Aizen, M. A. (2018). The costs and benefits of pollinator dependence: empirically based simulations predict raspberry fruit quality. *Ecological Applications* 28: 1215-1222. <https://doi.org/10.1002/eap.1720>

Stoddard, F. L. (2017). Climate change can affect crop pollination in unexpected ways. *Journal of Experimental Biology* 68: 1819-1821. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx075>

Tsanis, I. & Tapoglou, E. (2019). Winter North Atlantic Oscillation impact on European precipitation and drought under climate change. *Theoretical and Applied Climatology* 135: 323-330. <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2379-7>