

De impact van zout op de groei van kiemgroenten

Ramon Reilman ¹, Janine Postmus ¹

¹Hanze

Samenvatting

Het belang van dit onderzoek is om te kijken hoe verschillende kiemgroenten reageren op licht verhoogde zout concentraties in de groeibodem, dit is belangrijk omdat de zeespiegel stijgt en hierdoor de grond geleidelijk aan zouter wordt. We hebben 400 keer tuinkers, en 400 keer alfalfa geplant en hebben deze gevoed met verschillende oplopende zout concentraties. Hieruit blijkt dat een oplopende zout concentratie een significant effect heeft op de groei van beide planten. Omdat de verzamelde data niet volledig betrouwbaar is zal dit onderzoek opnieuw uitgevoerd moeten worden om met zekerheid te kunnen zeggen dat de zout concentraties effect heeft.

1 Introductie

Dit onderzoek is opgesteld voor een opdracht voor de Hanze in Groningen door twee studenten die de opleiding bio-informatica studeren. In het kader van leren onderzoek doen en resultaatverwerking in programmeertaal R is dit onderzoek tot stand gekomen. Er is gekozen om de impact van zout op de groei van kiemgroenten te onderzoeken. Er is namelijk wel vaker onderzoek gedaan naar de impact van zout op plantengroei, maar nog niet eerder naar de impact op kiemgroenten.(team, z.d.) Omdat kiemgroenten gekweekt kunnen worden als voedsel is het belangrijk om te weten wat een verhoogde zoutconcentratie voor impact heeft. Omdat ze zeespiegel behoorlijk aan het stijgen is heeft dit ook impact op de grond waar bloemen, planten en fruit/groente gekweekt wordt. Door dit onderzoek uit te voeren kan er bijvoorbeeld gekeken worden naar welke groeilocaties gunstig zouden zijn en welke groeilocaties minder gunstig zouden zijn.(National Geographic Staff 18/05/2022)

Er is onderzocht wat goede zoutconcentraties zouden kunnen zijn. Het experiment is eenmaal mislukt met te hoge zoutconcentraties, namelijk 0%, 1%, 3%, 9%. Omdat de groep van 1% nog wel groeide is er gekozen om de uiteindelijke concentraties tot maximaal 0.1% te kiezen, namelijk; 0%, 0.03%, 0.06%, 0.09%. Op deze manier is er zekerheid gecreëerd dat alles zou groeien, maar dat er alsnog wel een verschil gezien zou gaan worden.

Hypothese - De onderzoeksvraag is: Is er een significant verschil op de groei tussen de tuinkers en alfalfa met een oplopende zoutconcentratie? - Nulhypothese: Er is geen significant verschil op de groei tussen de tuinkers en alfalfa met een oplopende zoutconcentratie - Hypothese: Er is een significant verschil op de groei tussen de tuinkers en alfalfa met een oplopende zoutconcentratie.

Plan van aanpak De plantjes worden allemaal op 1 locatie ingezaaid op keukenpapier in plastic petrischalen. Vervolgens worden de plantjes gedurende een periode van 6 dagen continue nat gehouden door de verschillende zoutoplossingen. Na deze 6 dagen kan worden beslist om de plantjes nog 1 of 2 dagen langer te laten groeien

als de groei nog onvoldoende is om goed te kunnen meten, anders wordt op dag 7 de data verzameld. Zorg ervoor dat de bodem nog steeds nat is tot moment van data verzamelen. Na het verzamelen van alle data wordt dit verwerkt in R. Door middel van verschillende plotjes en statistische testen kan er uiteindelijk een conclusie getrokken worden of de hypothese wordt aangenomen of niet. (Asish Kumar Parida March 2005)

2 Materialen en Methoden

Github repo: https://github.com/RamonReilman/growth_impact_cress[Github](#)

Er wordt begonnen met het aanschaffen van alle materialen waarbij er op gelet moet worden dat dezelfde merken gekocht worden, bijvoorbeeld het zout moet van 1 merk zijn. De materialen zijn:

- 16 nieuwe petrischalen met deksel
- Spuitflessen, 4 dezelfde
- Keukenrol, 1 rol
- Liniaal, 2 dezelfde
- Tuinkers zaadjes, 3 zakjes
- Alfalfa zaadjes, 3 zakjes
- Computer/laptop met toegang tot Word, Excel en Rstudio

Vervolgens worden de zoutoplossingen gemaakt. Er worden oplossingen gebruikt van 0%, 0.03%, 0.065 en 0.09% zout. Hierbij is de 0% de controlegroep. De planning was dat we dit op een laboratorium zouden doen met gedemineraliseerd water, echter omdat de uitvoering eenmaal mislukt is, moest er een alternatieve oplossing gezocht worden. Hiervoor is gekozen om gekookt leidingwater te gebruiken in combinatie met het zout. Door het koken zijn de bacteriën eruit gehaald en is het water zuiver genoeg om te gebruiken voor het experiment. Vervolgens worden de zaadjes geplant volgens dit schema:

- Zoutoplossing 0%, 2 keer 50 zaadjes in twee petrischalen.
- Zoutoplossing 0.03%. 2 keer 50 zaadjes in twee petrischalen.
- Zoutoplossing 0.06%. 2 keer 50 zaadjes in twee petrischalen.
- Zoutoplossing 0.09%. 2 keer 50 zaadjes in twee petrischalen.

Alles wordt 2 keer ingezaaid zodat er voor elke oplossing een duplo is. Na het zaaien worden de plantjes gedurende 6 dagen nat gehouden met de verschillende zoutoplossingen voordat de data verzameld kan worden. De data wordt op 1 dag allemaal tegelijk verzameld door 2 personen. Hierbij neemt 1 persoon alle data voor de Tuinkers op zich en 1 persoon neemt alle data voor de Alfalfa op zich. De volgende datapunten worden hierbij meegenomen.

- Groei in mm
- Ontkiemd ja of nee
- Aantal blaadjes
- Bladkleur (volgens kleurschaal zie ...)

Na het verzamelen van alle data kan dit verwerkt worden in R. Het kan handig zijn gedurende de groei van de plantjes alvast wat statistische tests en plotjes uit te voeren met testdata zodat, tijdens het verwerken van de daadwerkelijke data, al bekend is welke plots en statistische testen er uitgevoerd moeten worden.

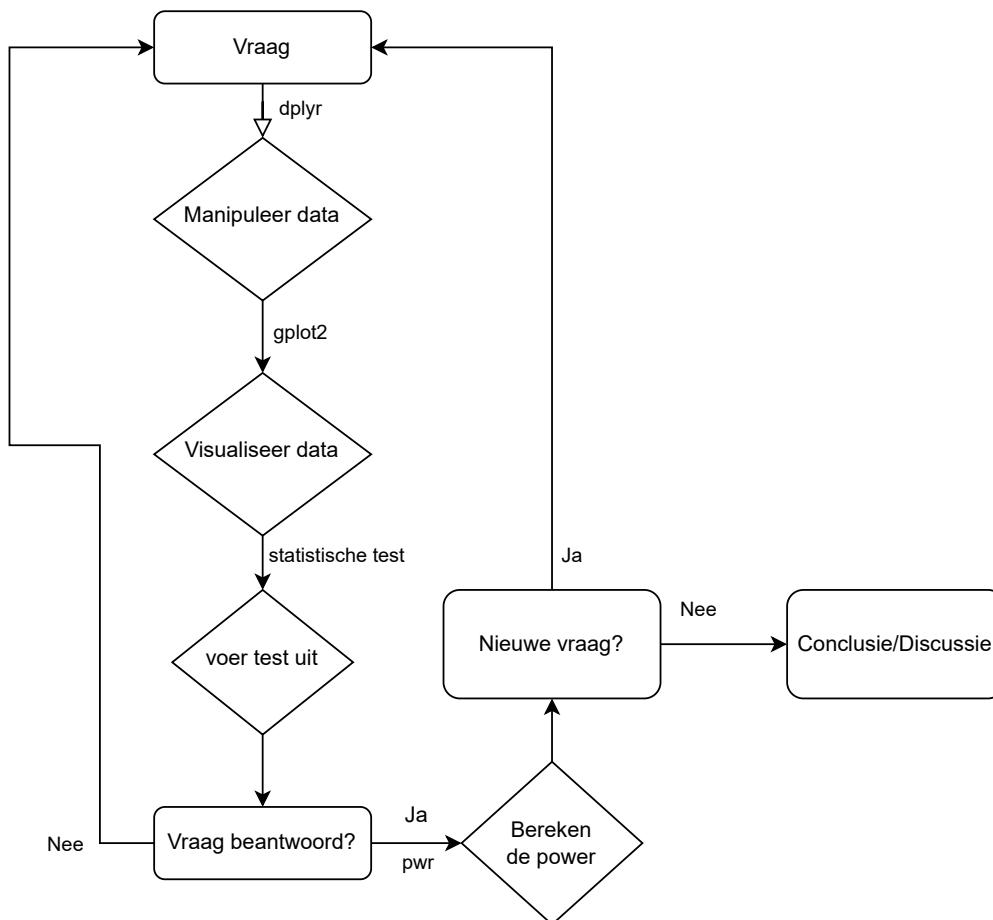
Om antwoord te krijgen op onze onderzoeksvraag is de data getest, verwerkt en gevisualiseerd met R. R:4.4.0

is een statistische programmeer taal, die gebouwd is om data te verwerken, manipuleren en visualiseren. Er is gebruik gemaakt van een IDE om in te werken: Rstudio:2024.04.1 build 748. (Posit Team, z.d.; R Core Team 2012)

Voor het manipuleren en visualiseren is gebruikt gemaakt van dplyr:1.1.4 en ggplot2:3.5.1. dplyr is een library die gebruikt is om data te manipuleren, verwerking, selecteren etc. Het verweken van data is een stuk gemakkelijker via deze lirbary, en werkt hand in hand met ggplot2. ggplot2 is gebruikt om figuren te maken. De library zorgt ervoor dat er gemakkelijk en snel, mooie duidelijke figuren gemaakt kunnen worden. (Wickham e.a. 2023; Wickham 2016)

In de logboeken is gebruik gemaakt van pwr:1.3.0 en gridExtra:2.3. pwr kan de power van een test berekenen. Voor dit onderzoek is pwr ook gebruikt om te kijken wat de sample size moet zijn voor het onderzoek. gridExtra is gebruikt om meerdere plotjes op 1 chart te maken, maar dit bleek ook mogelijk te zijn met de facet wrap functie in R. (Stephane Champely [aut] 2020-03-16; Baptiste Auguie [aut 2017-09-09)

De gebruikte workflow staat weergegeven in de aankomende flowchart.



flowchart 1, de workflow van het analyseren van de data.

De gebruikte workflow was relatief simpel, we hebben een hoofdvraag. En om die te beantwoorden moesten we kijken naar verschillende variabelen van de plant. Groei, kleur, aantal blaadjes, etc. Dus voor elke variabele was

een nieuwe vraag. Deze vragen hebben we verwerkt door de data eerst te manipuleren en daarna visualiseren. Vervolgens is er gekeken naar deze visualisaties om te kijken of er opvallende nummers waren, of mogelijk zelfs duidelijke verschillen tussen factoren. Als er iets opvallend te zien was in de visualisatie zijn er vervolgens statistische testen uitgevoerd op de data. Dit is gedaan om te controleren of er een statistisch significant verschil zit tussen de invloed op de variabele tussen 1 of meer factoren.

Als de gestelde vraag niet beantwoord was, begonnen we overnieuw. Mogelijk met een net wat andere vraag. In het geval dat de vraag beantwoord is, is de power van de test berekend. En is er gekeken naar de volgende stap: Zijn er nog meer vragen? Of kan er een conclusie geformuleerd worden?

Voor het testen van de data maken we gebruik van een aantal verschillende testen.

Dit omdat we verschillende soorten data hebben. Er is gebruik gemaakt van een 2-way t-test. De t-test wordt gebruikt om het verschil te vinden tussen 2 datasets, met 1 factor die verschillend is. Deze is gebruikt voor het testen of er een significant verschil is tussen 2 duplo's. Om effect sterkte tussen de 2 duplo's te berekenen is cohen's D gebruikt.

Om te bepalen of er een significant verschil is tussend de 2 soorten oop basis van de groei van plantjes is gebruik gemaakt van de 2-way anova test, voor effect sterkte is bij deze test Fisher's eta2 berekend. Om de power te berekenen is de library pwr2 gebruikt. Om het verschil in ontkieming te testen is gebruik gemaakt van de chisq test, de pwr library is gebruikt om de power te berekenen, en voor effect sterkte is Cohen's M berekend.

Voor het onderzoek zijn ook een paar functies gemaakt in R, deze zijn te vinden in: [Functies](#)

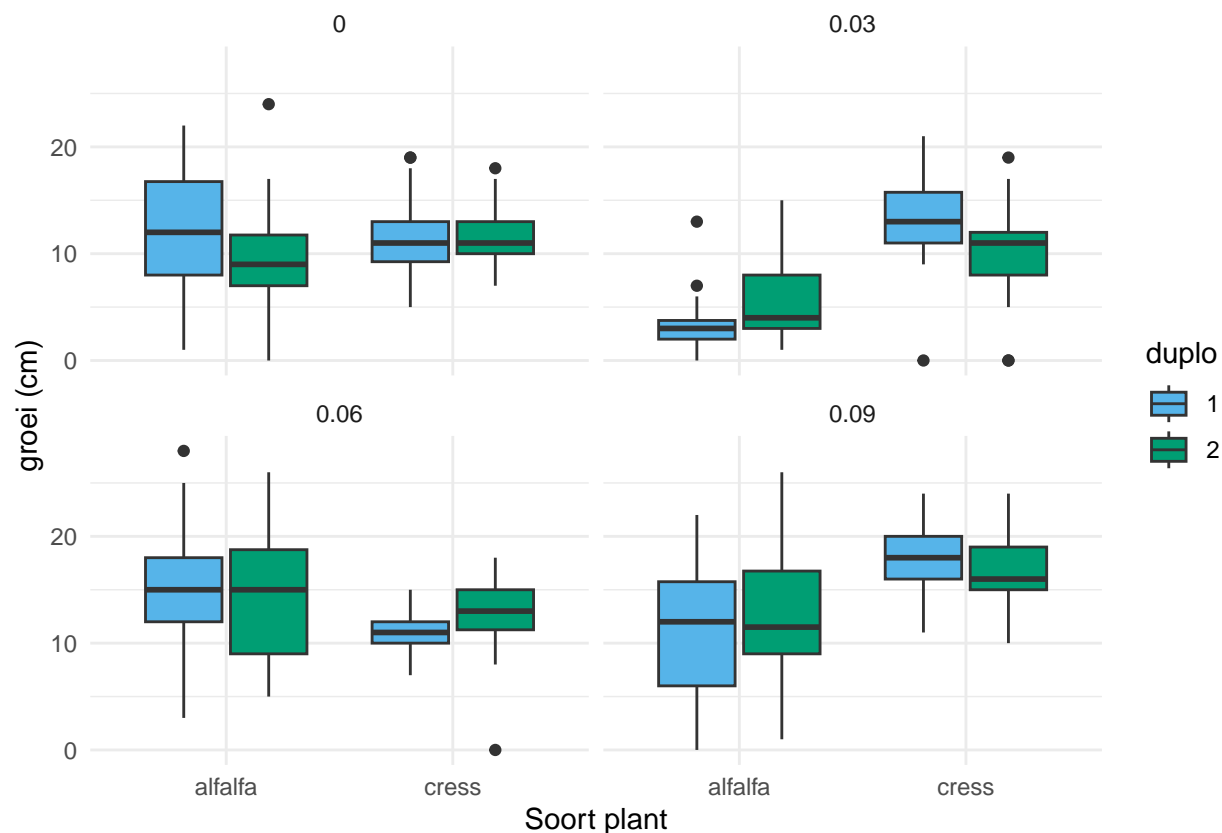
De volgende functies zijn gemaakt en gebruikt:

- `duplo_test`, een functie die gemakkelijk het verschil tussen de 2 duplo's test.
- `cohens_d_duplo`, een functie die cohen's d berekend voor 2 gegeven duplo's.
- `power_duplo`, een functie om de power voor de duplo t tests te berekenen.

3 Resultaten

3.1 Duplo's

Aan het einde van de datacollectie is de lengte en de kleur van de plaatjes bepaald van 800 plantjes verspreid over 2 soorten en 4 verschillende zout oplossingen. Omdat er met duplos gewerkt is is er eerst gekeken naar verschil tussen duplo's (figuur 1).



Figuur 1: spreiding van groei (cm) van de 2 soorten over elke oplossing. Deze grafiek geeft de spreiding van de groei van de plantjes weer voor elke oplossing en soort plant. waarbij de x-as de platen soort is en de y-as de groei in cm. Ook zijn de duplo's van elkaar gesplitst, zo kan het verschil tussen deze duplo's gevisualiseerd worden. Uitschieters zijn weergegeven als de zwarte punten.

De spreiding van groei tussen de duplo's van tuinkers bij een oplossing van 0.09% en 0% is niet heel groot, de boxen liggen zo goed als naast elkaar. Bij 0.06 en 0.03 van de tuinkers blijkt het verschil iets groter. Bij alfalfa zijn de boxen bij 0.09 0.06% niet helemaal even groot, maar de gemiddelden zijn wel gelijk. bij 0 en 0.03% wijken de boxen en gemiddelden meer af van elkaar.

Bij een aantal duplo's is het niet duidelijk of er een significant verschil tussen zit, om deze reden zijn er t-testen uitgevoerd voor de volgende duplo's: alfalfa en cress bij oplossing 0.03, cress bij oplossing 0.06, en alfalfa bij 0%.

Voor alle 4 de testen geldt $p < 0.05$, dus er zit bij deze een significant verschil tussen de geteste duplos.

Om te bepalen of dit verschil relevant is, is Cohen's d berekend.

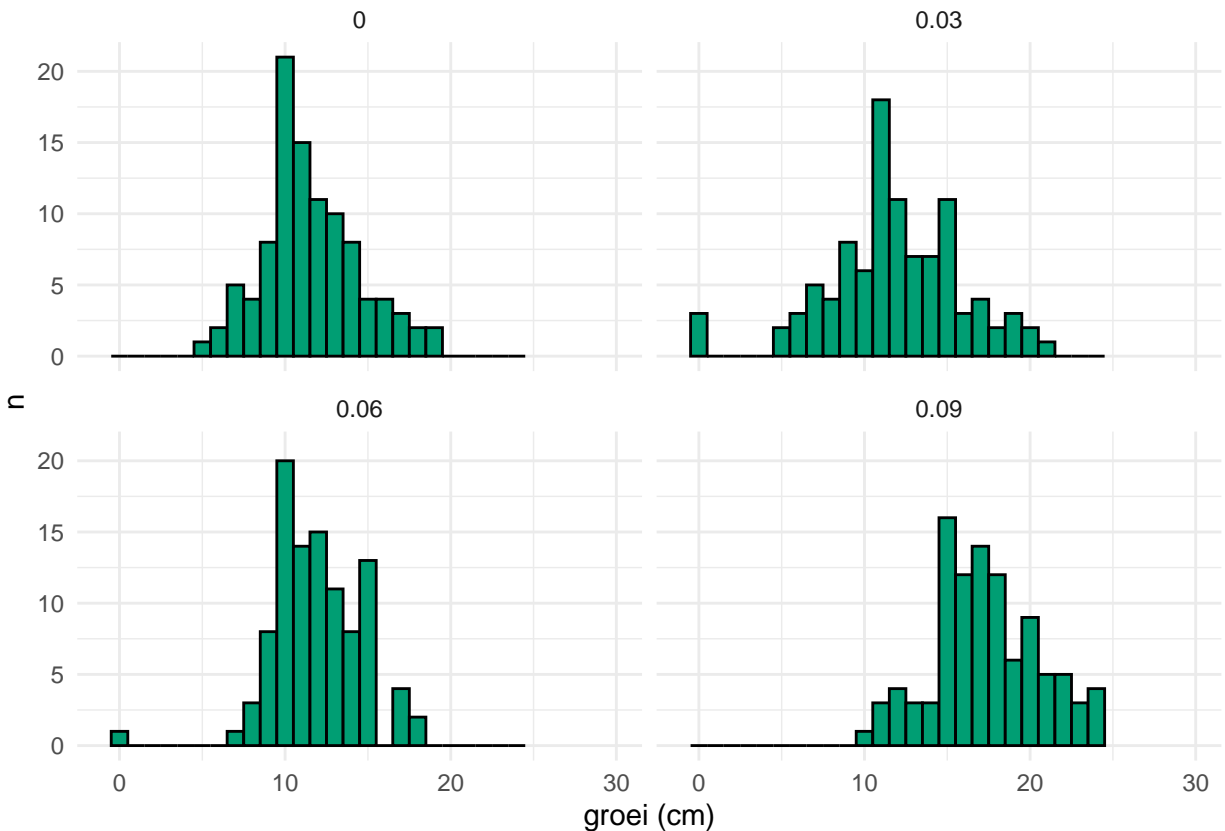
Cohen's $|d|$ voor cress 0.03% en alfalfa 0.03% ligt rond de 0.85 er kan dus gesproken worden over een groot verschil tussen deze duplo's. Cohen's $|d|$ voor cress bij 0.06% ligt rond de 0.68, er kan dus gesproken worden over een matig/groot verschil tussen deze duplo's. Cohen's $|d|$ voor alfalfa 0% ligt rond de 0.5, er kan dus over een matig verschil gesproken worden tussen deze duplo's.

Om te bepalen hoe betrouwbaar deze resultaten zijn is de power van de tests berekend. Uit deze berekeningen

is gekomen de power van de t test van cress bij een oplossing van 0.03 ~0.79 is. de power van alfalfa bij 0.03 is 0.83. De power van cress bij een oplossing van 0.06 is 0.61 en alfalfa bij 0% heeft een power van 0.36.

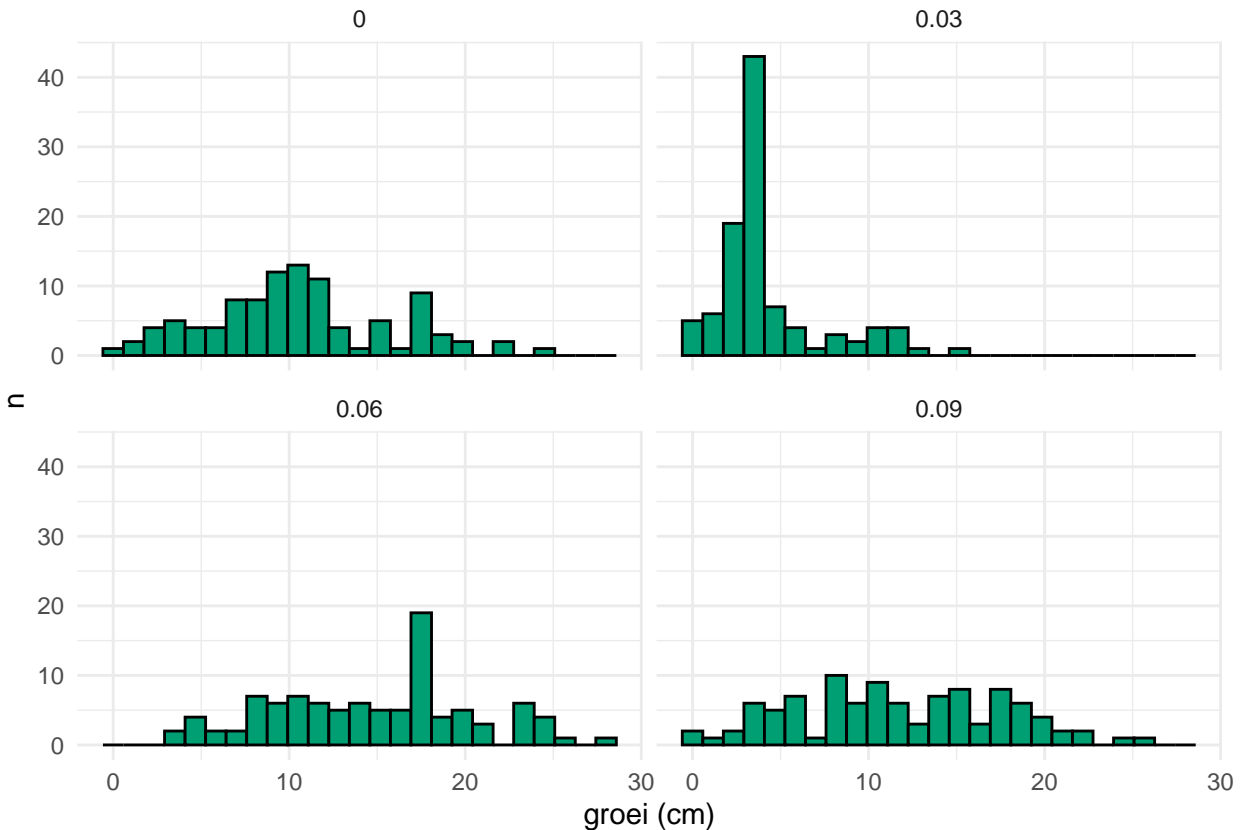
3.2 Groei van de planten

Om te bepalen of iets invloed heeft gehad op de groei van een plant is het een goede eerste stap om naar de groei te kijken van een plant. De gemeten groei van elke plant kan gevonden worden in figuur 2 en 3.



Figuur 2: Verdeling van groei in cm van cress voor elke oplossing. Deze grafiek geeft de verdeling weer van de groei van cress voor elke oplossing. Waarbij de x-as de groei in cm is, en de y-as hoeveel deze groei voorkomt. Boven elke grafiek staat een nummer, deze representeert de oplossing.

Wat zichtbaar is uit deze grafiek is dat bij 0.09% de verdeling een stuk meer naar rechts licht dan bij de andere oplossingen. de verdeling van groei bij 0, 0.03 en 0.06 blijkt allemaal wel in de buurt te liggen van elkaar. Alleen is de spreiding bij 0.06 een stuk minder breed.



Figuur 3: Verdeling van groei in cm van alfalfa voor elke oplossing. Deze grafiek geeft de verdeling weer van de groei van alfalfa voor elke oplossing. Waarbij de x-as de groei in cm is, en de y-as hoeveel deze groei voorkomt. Boven elke grafiek staat een nummer, deze representeert de oplossing.

Wat zichtbaar is uit deze grafiek is dat de data van de alfalfa veel meer is verspreid dan bij tuinkers. Dit kon ook al gelezen worden uit figuur 1. Als we deze oplossingen vergelijken met elkaar blijkt er niet veel verschil tussen te zijn. Oplossing 0.06 is de enige die hier wel buiten valt, deze oplossing is de enige met een grote piek. Als we de 2 soorten met elkaar vergelijken zien we snel dat tuinkers minder spreiding heeft dan alfalfa.

Om te bepalen of soort, zout en de interactie van deze 2 variabelen invloed heeft op de groei van de planten is een 2-way anova test uitgevoerd.

Hieruit blijkt dat er een significante interactie is tussen de zout oplossingen en planten soort. ($p = 2e-16 < 0.05$).

Fisher's eta2 van licht, vocht en de interactie van deze 2 variabelen is berekend om de effect sterkte te bepalen.

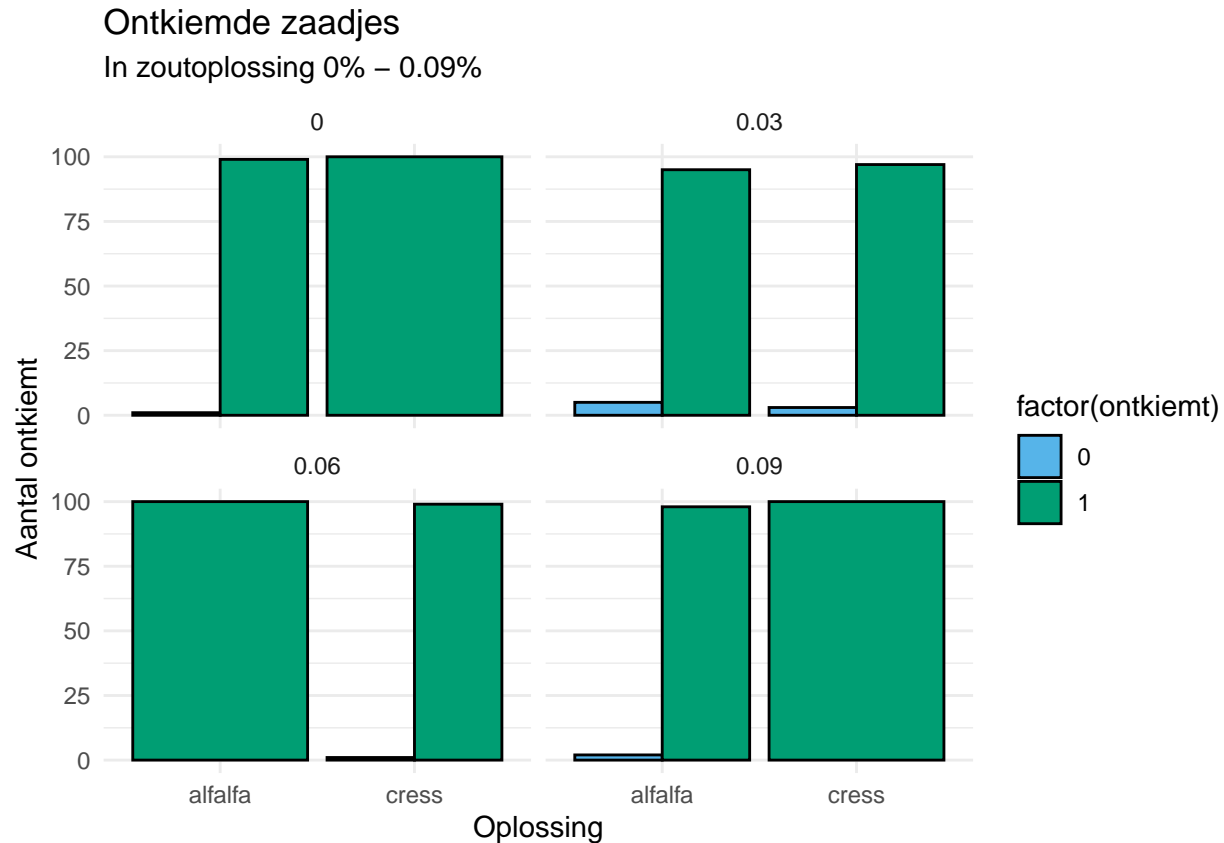
De interactie tussen oplossing en soort plant heeft een sterk effect op de groei van de planten (eta2.interactie ~ 0.13). De verschillende percentages zout hebben een sterk effect gehad op de groei van de planten (eta2.oplossing ~ 0.2). De 2 soorten hebben een matig effect gehad op de groei van de planten (eta2.soort ~ 0.06).

De pwr van deze test is berekend.

Uit deze berekening is een power van $\sim 96\%$ gekomen.

3.3 Ontkieming

Om te kijken naar hoeveel impact de zoutoplossingen hebben op de groei van de plant wordt gekeken naar de ontkieming van de zaadjes.



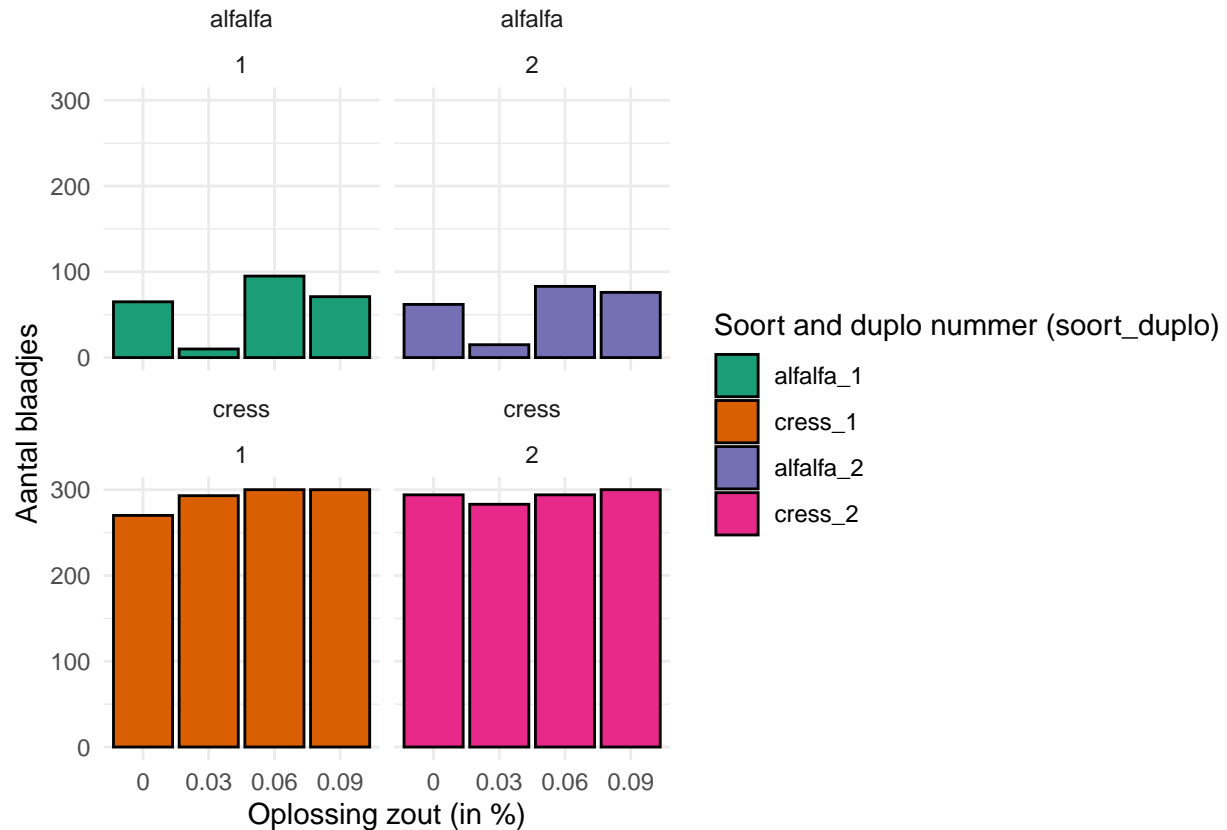
Figuur 4: Ontkieming per soort voor elke oplossing. Deze grafiek geeft het aantal ontkiemde zaadjes weer. Op de x-as staan de oplossingen, op de y-as staat het aantal ontkiemde zaadjes

wat dit figuur weergeeft is dat bijna alles ontkiemd is, om te kijken of hier nog significant verschil in zit worden er een aantal statistische testen uitgevoerd.

Omdat de p-waarde, van de two-way chi-square test met 0.71 groter is dan 0.05 is er geen significant verschil van ontkieming tussen de twee plantensoorten op basis van alle zoutoplossingen. Vervolgens is de effectsterkte berekend door middel van Cohen's M om erachter te komen of het een relevant verschil is. Met een effectgrootte van 0.075 is er nagenoeg geen verband tussen de invloed op ontkiemde zaadjes tussen plant, en zoutoplossingen. Om te controleren of deze conclusie correct is wordt de power berekend met de chi-square test. De power is 0.29 (29%). Daarmee kan gezegd worden dat de vorige testen een 29% kans hebben om correct te zijn.

3.4 Aantal blaadjes

Om te kijken hoe de zoutoplossingen impact hebben op de groei van het aantal blaadjes is dit uitgezet in onderstaande barplot.



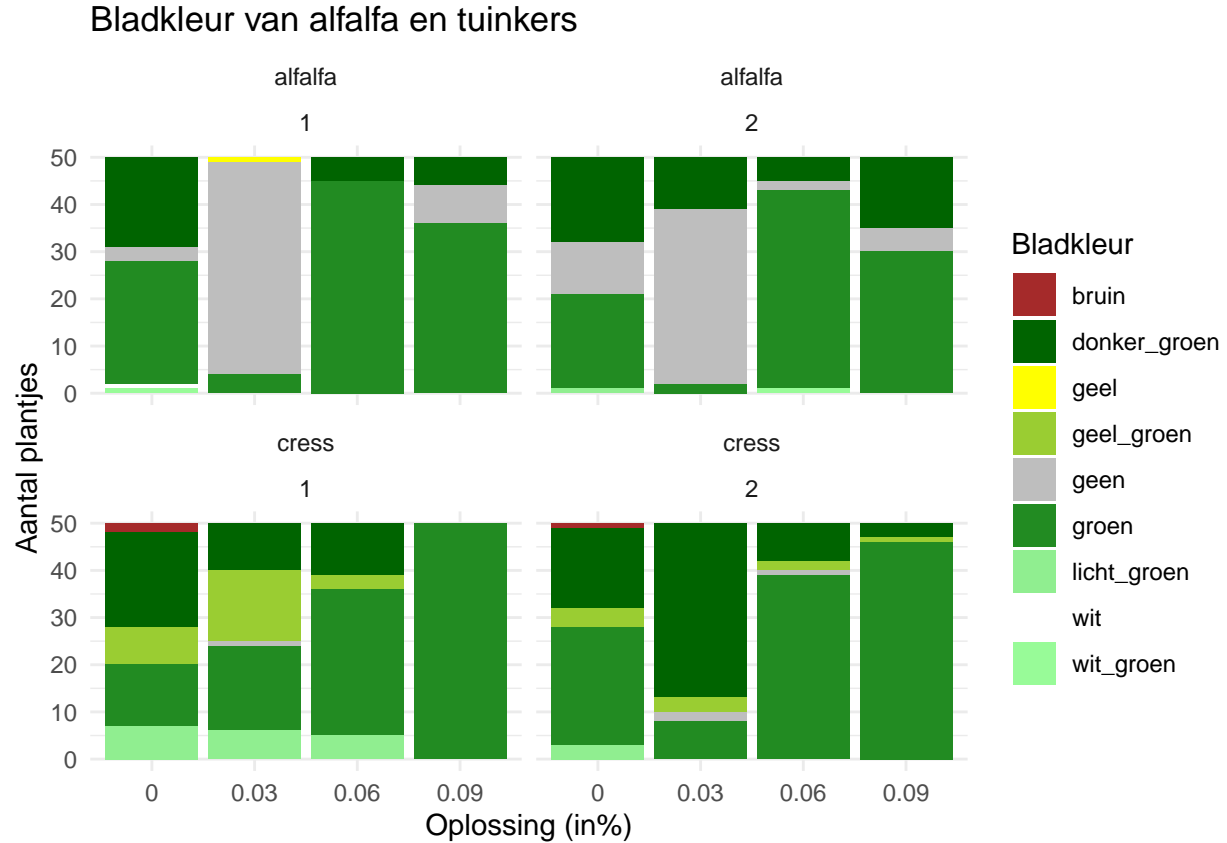
Figuur 5: Aantal blaadjes per batch per zoutoplossing. Deze barplot geeft het aantal blaadjes per plant per zoutoplossing weer. Op de x-as de zoutoplossingen, op de y-as het aantal blaadjes

In dit figuur is te zien dat de alfalfa minder blaadjes heeft dan de tuinkers, verder is te zien dat alleen alfalfa in oplossing 0.03% afwijkt qua bladgroei.

Er is een 2-way anova test uitgevoerd om te kijken of de P-waarde goed is. De P waarde is 0.0894, dit betekent dat het effect op de interactie tussen de blaadjes en species en zoutoplossing minimaal significant is. Vervolgens is de effectsterkte berekend met Fishers eta en hier komt een effectsterkte uit van 0.887 (88,7%). Dit houdt in dat er een sterk effect is van de factoren species en oplossing op het aantal blaadjes. De power van de test is 100%.

3.5 Kleur van blaadjes

Om te kijken wat de invloed van zoutoplossingen is op de groei van de kiemgroenten, is de kleur van de blaadjes verzameld als data.



Figuur 6: Stacker barchart kleur van blaadjes. Deze grafiek geeft de kleur van de blaadjes weer per soort, batch en oplossing. De kleuren in de bars komen overeen met de kleuren van de plant. Grijs betekend dat er geen bladkleur gemeten is, omdat er geen blaadjes gegroeid zijn.

In dit figuur is te zien welke bladkleur er gemeten is per plant, per batch, per zoutoplossing. Wat opvalt is dat alfalfa batch 1 en alfalfa batch 2 nagenoeg geen bladkleur hebben.

4 Discussie en Conclusies

Om te beginnen hebben we gekeken naar alle duplo's. Er zijn testen gedaan op groei in cm, met eerst een boxplot (figuur 1) waarin het verschil is te zien met groei in cm. Hier is uitgekomen dat er vier duplo's afwijken van elkaar. Vervolgens is er een T-test uitgevoerd op deze afwijkingen. Uit de T-test kwam bij elke duplo een P-waarde van onder de 0.05 (5%). Hieruit blijkt dat er een significant verschil is. Hierop is de effectsterkte berekend waaruit kwam dat voor tuinkers en alfalfa 0.03% beide rond de 0.85(85%) liggen. Dit betekend dat er een groot verschil is in deze duplo's. Tuinkers 0.06% heeft een effectsterkte van 0.68(68), dit betekend dat er een matig tot groot verschil is. Voor alfalfa 0.0% is de effectsterkte 0.5, dit betekend dat er een matig verschil is. Als laatste is de power berekend, hier kwam uit dat tuinkers 0.03% een power van 0.79(79%) heeft, alfalfa 0.03% heeft een power van 0.83(83%), tuinkers 0.06% heeft een power van 0.061(61%), alfalfa 0.0% heeft een power van 0.36(36%). Omdat de tuinkers 0.03% en de alfalfa 0.03% beide een power hebben van 80% kan er met zekerheid gezegd worden dat de uitgevoerde t-test betrouwbaar is en dat er

dus een significant verschil zit in deze duplo's. Omdat de tuinkers 0.06% en alfalfa 0.0% een power hebben van 61% en 36% kan de t-test niet als betrouwbaar worden geacht dus is het niet zeker of er een significant verschil is. De vraag die hieruit voortkomt is, hoe kan het dat er 4 duplo's afwijken terwijl alle plantjes continue dezelfde behandeling hebben gehad? Deze vraag kunnen wij niet beantwoorden. De plantjes zijn gegroeid op 1 locatie en hebben allemaal dezelfde hoeveelheid water, met hun eigen zoutconcentratie, gehad. De rest van de resultaten worden hierdoor beïnvloed in betrouwbaarheid.

We hebben de groei in cm gemeten en deze data is verwerkt in twee verschillende histogrammen. (figuur 2 & figuur 3) Hieruit blijkt (en figuur 1) dat er een verschil zichtbaar is tussen de plantensoort en zoutoplossingen. Daarom is er een 2-way anova test uitgevoerd waaruit een p-waarde van $2e-16$ is uitgekomen. Er is dus een interactie tussen plantensoort en zoutoplossing, dit betekend dat er een verschil is tussen hoe de alfalfa reageert op het zout en hoe de tuinkers reageert op het zout. Hierop is de effectsterkte berekend, dit is gedaan voor de interactie en de 2 factoren (de planten en oplossing). Hierbij heeft de interactie (tussen de soort en oplossing) een effectsterkte van 0.13 en de oplossing heeft een effectsterkte van 0.2. Dit betekend dat beide waarden een sterk effect hebben op de groei van planten. De soort plant heeft een effectsterkte van 0.06 en heeft hierdoor een matig effect. De power is ook weer berekend en deze is 0.96(96%). Dat betekend dat er met zekerheid gezegd kan worden dat de 2-way anova betrouwbaar is en daardoor kan gesteld worden dat er een significant verschil is op de interactie tussen soort en zoutoplossing.

Er is gekeken naar de ontkieming van de zaadjes. Er is een barplot gemaakt (figuur 4) en er is niet echt een significant verschil zichtbaar. Hierop is er een two-way chi-square test uitgevoerd. Hieruit is een p-waarde van 0.71 en dat betekend dat de soort en oplossing geen significant verschil hebben op de ontkieming. Er is vervolgens de effectsterkte berekend hier is 0.075 uitgekomen en dat betekend dat nagenoeg geen verband is tussen de ontkieming per soort per zoutoplossing. Vervolgens is de power berekend en die is 0.29(29%). Er kan dus geconcludeerd worden dat de two-way chi-square test niet betrouwbaar is en dat er daarom niet met zekerheid gezegd kan worden of er een significant verschil is tussen de soort en oplossing op de ontkieming.

Er is gekeken naar de hoeveelheid blaadjes, hier is een barplot voor gemaakt (figuur 5) en hierin is te zien dat de alfalfa 0.03% afwijkt van de rest. Er is een 2-way anova test uitgevoerd om te kijken of de P-waarde goed is. De P waarde is 0.0894, dit betekent dat er geen significante interactie is tussen de soort en zoutoplossing en de invloed op het aantal blaadjes. is. Vervolgens is de effectsterkte berekend met Fishers eta en hier komt een effectsterkte uit van 0.887 (88,7%). De power van deze test bleek 100% te zijn. Dit houdt in dat we zeker kunnen zeggen dat er geen

Er is als laatste nog gekeken naar bladkleur, dit is uitgezet in een stacked barchart. (figuur 6) Hierin is grijs de kleur voor als er geen blaadje aanwezig is. Dit kan zijn omdat het zaadje niet ontkiemd was of omdat er nog geen blaadjes aan zaten. Te zien is dat de alfalfa 0.03% afwijkt qua bladkleur. Dat de alfalfa 0.03% afwijkt is iets dat continue terugkomt. Deze batch is dus niet goed gegroeid om een voor ons onbekende reden. Er was een plan voor statistische testen, echter gaat de statistiek heel ver en hebben wij het opgegeven omdat er geen reactie terugkwam van de desbetreffende docent en de wiskunde voor ons niet te begrijpen is.

We komen terug op de onderzoeksvraag: Is er een significant verschil op de groei tussen de tuinkers en alfalfa met een oplopende zoutconcentratie? Het antwoord is dat we kunnen zeggen dat er een significant verschil is te zien op de groei tussen de tuinkers en alfalfa, echter is de data niet betrouwbaar genoeg om de hypothese met zekerheid te kunnen aannemen. Hiervoor zou het onderzoek nogmaals uitgevoerd moeten worden met voldoende planten. Daarom hebben we een power test gedaan en er zouden minimaal 1194 planten gebruikt

moeten worden om een effectsterkte van 80% te creëren. Ook zou het handig zijn om de plantjes te groeien in een omgeving waar andere variabelen zoals licht en luchtvochtigheid meer constant blijven.

5 Online bijlagen

Alle gebruikte bijlagen staan in de repo:

- Data staat in `/raw_data`
- Gebruikte functies staat in `/analyse/scripts`

5.1 Wordcount

Voeg aan het eind een woord-telling in:

| Method | koRpus | stringi |
|-----------------|--------------|---------------|
| Word count | 3461 | 3211 |
| Character count | 19896 | 19919 |
| Sentence count | 307 | Not available |
| Reading time | 17.3 minutes | 16.1 minutes |

6 Referenties

Een lijst van referenties wordt hier automagisch toegevoegd.

Asish Kumar Parida, Anath Bandhu Das. March 2005. *Salt tolerance and salinity effects on plants: a review*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15590011/>.

Baptiste Auguie [aut, Anton Antonov [ctb], cre]. 2017-09-09. *gridExtra: arrange multiple grid-based plots on a page, and draw tables*. <https://cran.r-project.org/web/packages/gridExtra/index.html>.

National Geographic Staff, Christina Nunez en. 18/05/2022. *De stijging van de zeespiegel uitgelegd*. <https://www.nationalgeographic.nl/de-stijging-van-de-zeespiegel-uitgelegd>.

Posit Team. z.d. *Rstudio: An IDE for R*. Posit. <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>.

R Core Team. 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>.

Stephane Champely [aut], Peter Dalgaard [ctb], Claus Ekstrom [ctb]. 2020-03-16. *pwr: Basic Functions for Power Analysis*. <https://cran.r-project.org/web/packages/pwr/pwr.pdf>.

team, BBC. z.d. *Transport across membranes*. <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zqdhjty/revision/6>.

Wickham, Hadley. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Wickham, Hadley, Romain François, Lionel Henry, Kirill Müller, en Davis Vaughan. 2023. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. <https://dplyr.tidyverse.org>.