

## Variabele bemesting: Rendabiliteit en hulpbronefficiëntie

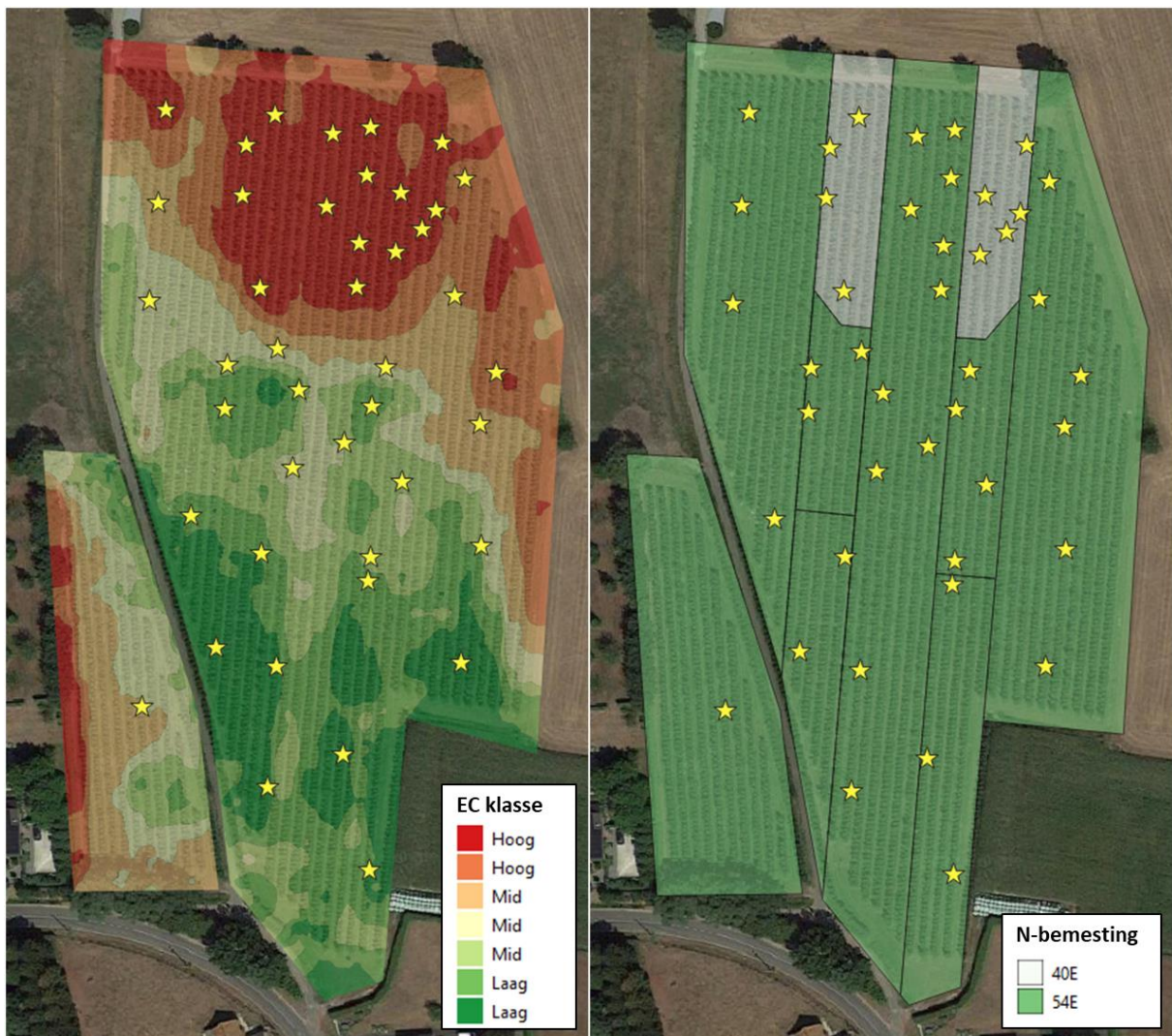
---

### Variabele bemesting op productieboomgaard “Wimmertingen”

Het proefperceel te Wimmertingen bestaat uit 3 ha Conference peren op een zandige leembodem. In het perceel is een sterke helling aanwezig met een totaal hoogteverschil van 12 m en een gemiddelde helling van 4%. Onderstam (Kwee Adams), plantafstand (3.75 m x 1.5 m), plantjaar (1992-1993) en rij-oriëntatie (noord-zuid) zijn uniform over de gehele boomgaard. Bovenaan het perceel is een meer kleiige ondergrond aanwezig waar historisch gezien problemen optreden met te sterke vegetatieve groei en een te kleine vruchtmaat. Er is drainage aanwezig, maar geen irrigatie. Van 2018 tot 2021 werd de boomgaard gedetailleerd in kaart gebracht door o.a. een bodemscan (zie Figuur 1) en maandelijkse dronevluchten voor het berekenen van het aantal bloembotten en verschillende vegetatie-indices. Scheutlengte, opbrengst en kwaliteit werden elk jaar beoordeeld voor min. 24 plots van telkens 3 bomen verspreid over het perceel.

De bodemscan uitgevoerd in 2018 bracht de variatie in bodemtype in kaart. Wanneer de resultaten van 2018-2021 vergeleken worden met de EC, blijkt duidelijk dat het bodemtype op dit perceel invloed heeft op de groei, opbrengst en vrucht kwaliteit (zie Rapport “Relevante bodemparameters m.b.t. precisiefruitteelt”). Daarom werd besloten in 2019 een variabele N-bemesting uit te voeren: twee blokken van 5 rijen bomen werden variabel bemest, waarbij in de zone met de hoogste EC een lagere dosis N werd gegeven dan in de rest van het perceel (zie Figuur 1). De lagere dosis N zou de scheutgroei moeten verminderen, waardoor er meer energie naar de vruchten gaat om zo de opbrengst te verbeteren.

De resultaten van 2019 verschilden echter sterk van deze van 2018. Dit is waarschijnlijk te wijten aan een verschillende startsituatie (aantal bloembotten) en verschillende weerscondities doorheen de seizoenen (zie Rapport “Relevante bodemparameters m.b.t. precisiefruitteelt”). Het gewenste effect van de variabele bemesting werd niet geobserveerd (zie Tabel 1). Er waren geen significante verschillen in scheutgroei of opbrengst. Bij de pluk was er geen significant verschil in gemiddelde vruchtmaat of kwaliteit. Gezien de verschillende weersomstandigheden in 2018 en 2019 werd beslist de variabele N-bemesting te herhalen in 2020. De resultaten van 2020 waren grotendeels vergelijkbaar met 2019 (zie Tabel 1). Ook hier had de variabele N-bemesting geen significante invloed op de scheutgroei, opbrengst of vruchtmaat. Gezien de variabele N-bemesting in 2019 en 2020 niet het gewenste effect had, werd deze in 2021 niet herhaald.



Figuur 1. Kaart van proefperceel “Wimmertingen” met aanduiding van de verschillende EC-classes (links) en de verschillende N-dosissen voor variabele bemesting in 2019 en 2020 (rechts). De sterren duiden de ligging van de experimentele plots aan.

Tabel 1. Samenvatting van de resultaten van proefperceel “Wimmertingen”: effect van variabele stikstofbemesting. Een gedetailleerd overzicht van de resultaten wordt weergegeven in Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..

|                    | Effect van stikstofbemesting: variabel t.o.v. uniform |      |
|--------------------|---|------|
|                    | 2019  | 2020 |
| Aantal bloembotten | 0   | 0    |
| Scheutlengte       | 0   | +    |
| Opbrengst          | 0   | 0    |
| Vruchtgewicht      | 0   | 0    |
| Prijs              | 0   | 0    |
| Kleur              | (-)   | 0    |
| Hardheid           | 0   | 0    |
| Brix               | (+)   | (-)  |
| Vrucht-N-gehalte   | n.a.  | (+)  |

+ = significante stijging, (+) = niet-significante stijging, - = significante daling, (-) = niet-significante daling, 0 = geen effect, n.a. = onvoldoende data beschikbaar

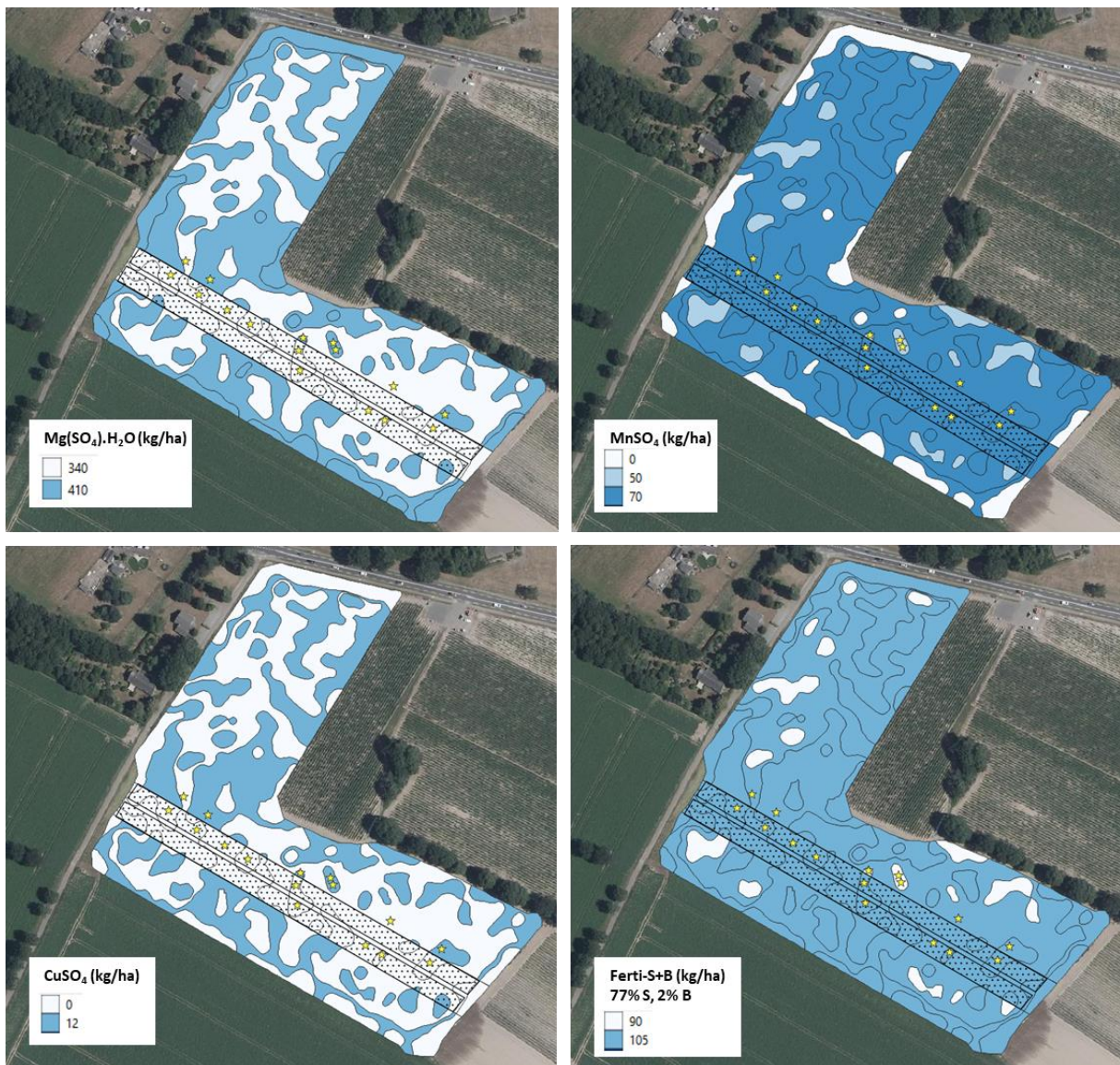
### Variabele bemesting op boomkwekerijperceel “Perez”

Het boomkwekerijperceel “Perez” werd in de lente van 2019 aangeplant en variabel bemest op basis van de bodemscangegevens en bodemstalen genomen in de verschillende EC-zones (Figuur 2 en Figuur 3). De invloed van variabele bemesting werd geëvalueerd in 16 experimentele plots, elk bestaande uit 10 opeenvolgende bomen, verspreid over de verschillende EC-classes. Daarnaast werd op het volledige perceel de stamdikte gemeten met de stamdiktemeter (TreeWizard) ontwikkeld door Boomkwekerij Fleuren.

Aan het einde van het groeiseizoen 2019 was er geen eenduidig verband tussen de boomhoogte/stamdikte en het toegepaste bemestingsschema (Bijlage 2). Aan het einde van het groeiseizoen 2020 was de boomhoogte gemeten in de experimentele plots hoger bij variabele bemesting in vergelijking met uniforme bemesting. Er was echter geen noemenswaardig verschil in gemiddelde stamdiameter, zowel bij de handmatige metingen (Bijlage 2) als bij de data van de TreeWizard (Tabel 2). Wanneer de bomen o.b.v. de stamdiameter worden ingedeeld in kwaliteitsklassen, waren er voor het ras Regina bij variabele bemesting wel 0,4% meer bomen in de hoogste kwaliteitsklasse (klasse A, > 17 mm).



Figuur 2. Kaart van proefperceel “Perez” met aanduiding van de verschillende EC-classes. De sterren duiden de ligging van de experimentele plots aan. Het gearceerde deel werd gebruikt voor de proef, waarbij de middelste zone (puntjes) uniform en de buitenste zone (streepjes) variabel bemest werd.



**Figuur 3.** Bemestingskaarten voor proefperceel “Perez”. Vier verschillende meststoffen werden variabel toegepast op basis van de variatie in EC. Toegepaste dosissen worden weergegeven in de legende. Het gearceerde deel werd uniform bemest. De rest van het perceel werd variabel bemest. De sterren duiden de ligging van de experimentele plots aan.

**Tabel 2.** Gemiddelde stamdiameter, verdeling over de verschillende kwaliteitsklassen en gemiddelde verkoopprijs van alle bomen van het ras Regina en Kordia, gemeten met de TreeWizard-stamdiktemeter.

|        | Bemestingsschema | Gemiddelde stamdiameter (mm) | Kwaliteitsklasse (%) |          |          | Gemiddelde prijs (€/boom) |
|--------|------------------|------------------------------|----------------------|----------|----------|---------------------------|
|        |                  |                              | Klasse A             | Klasse B | Klasse C |                           |
| Regina | Uniform          | 27,34                        | 97,6%                | 1,5%     | 0,8%     | 8,90                      |
|        | Variabel         | 27,14                        | 98,4%                | 1,2%     | 0,4%     | 8,94                      |
| Kordia | Uniform          | 24,44                        | 92,8%                | 5,1%     | 2,1%     | 8,72                      |
|        | Variabel         | 23,72                        | 91,5%                | 5,8%     | 2,7%     | 8,67                      |

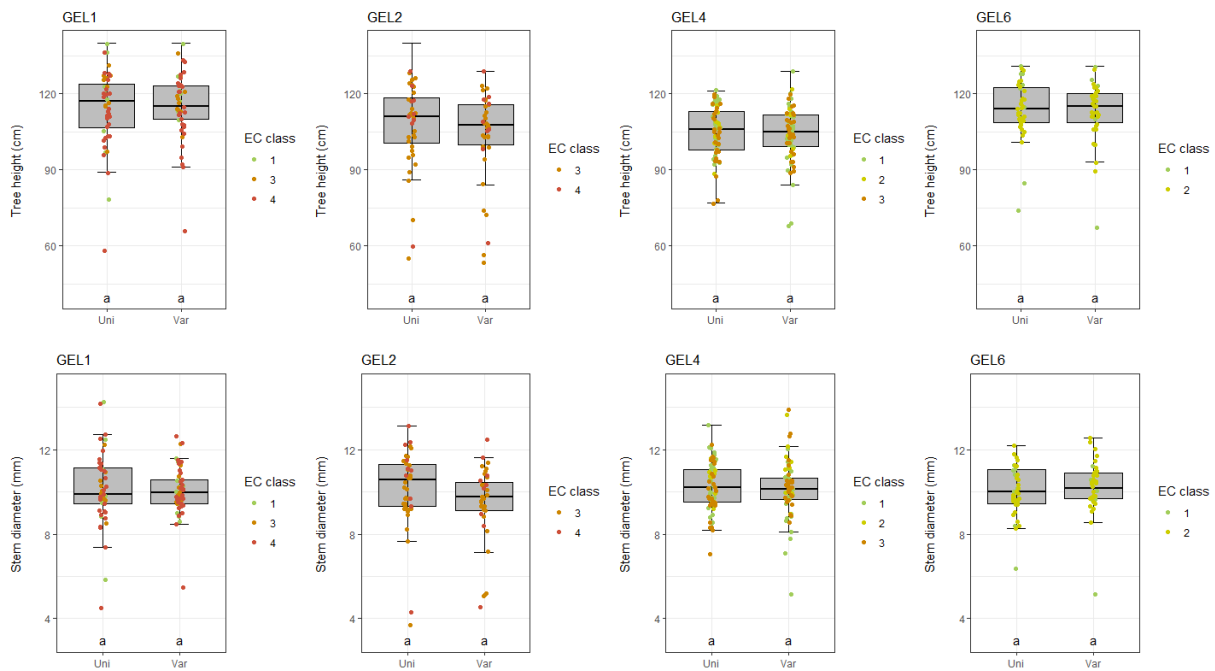
### Variabele bemesting op boomkwekerijperceel “Geldenaken”

Het boomkwekerijperceel “Geldenaken” heeft een totale oppervlakte van 23 ha en bestaat uit 7 aangrenzende deelpercelen met een verschillende voorgeschiedenis qua voorgaande teelten en beheer (Figuur 4). Het perceel werd in de lente van 2019 aangeplant en op 08/08/2019 variabel bemest met  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$  op basis van de bodemscangegevens en bodemstalen genomen in de verschillende EC-zones (Figuur 4). De invloed van de variabele bemesting werd geëvalueerd in 40 experimentele plots, elk bestaande uit 10 opeenvolgende bomen, verspreid over 4 verschillende EC-klassen en 4 verschillende deelpercelen GEL1, GEL2, GEL4 en GEL6.

Aan het einde van het groeiseizoen 2019 waren er geen significante verschillen in boomhoogte of stamdiameter tussen de variabel en uniform bemeste plots (Figuur 5). Op 06/07/2020 werd de variabele bemesting herhaald, maar het effect hiervan op de groei van de bomen kon niet beoordeeld worden omdat de bomen reeds voor opmeting geroid werden.



**Figuur 4.** Kaart van proefperceel “Geldenaken” met aanduiding van de verschillende EC-klassen (links) en toegepaste dosissen  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$  (rechts), weergegeven over een satellietbeeld van 2018 waarop de 7 verschillende deelpercelen (zwarte lijnen) duidelijk te zien zijn. De sterren duiden de ligging van de experimentele plots aan. Enkel het stuk binnen de paarse lijnen werd gebruikt voor de proef, waarbij de middelste zone uniform en de buitenste zone variabel bemest werd.



**Figuur 5.** Boxplots voor boomhoogte (boven) en stamdiameter (onder) in 2019 voor het proefperceel “Geldenaken”. De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per boom weer voor 4 verschillende EC-classes (groen tot rood) en voor de 4 verschillende deelpercelen GEL1, GEL2, GEL4 en GEL6. Er werden geen significant verschillen gemeten tussen uniforme en variabele bemesting (dezelfde letters onderaan de figuur).

### Rendabiliteit

Op het proefperceel te Wimmertingen werd in dit project geen meerwaarde aangetoond voor variabele bemesting. Dit betekent echter niet dat variabele bemesting geen meerwaarde kan betekenen voor andere percelen, bijvoorbeeld wanneer er lokaal problemen optreden met gele peren door een te laag stikstofgehalte in de vruchten. Verder onderzoek is vereist om de rendabiliteit van variabele bemesting in de productieboomgaard te bepalen.

Op het boomkwekerijperceel Perez werden wel betere resultaten behaald door variabel te bemesten, vnl. voor het ras Regina. Omdat er 0,8% meer bomen van kwaliteitsklasse A waren, steeg de gemiddelde verkoopprijs met 0,04 €/boom. Bij 28000 bomen per ha komt dit overeen met een meeropbrengst van 935 €/ha. Wanneer deze meeropbrengst wordt vergeleken met de kosten van de variabele bemesting op dit perceel van 4 ha (Figuur 6), werd door variabel te bemesten 2840 € winst gemaakt.

### Hulpbronefficiëntie

De hulpbronefficiëntie bij bemesting werd berekend als het aantal bomen in kwaliteitsklasse A per ha gedeeld door het verbruik aan meststoffen in kg/ha o.b.v. de resultaten voor het boomkwekerijperceel “Perez” voor het ras Regina (Tabel 3). In het variabele bemestingsschema werd gemiddeld echter meer  $Mg(SO_4).H_2O$  en  $CuSO_4$  gebruikt dan in het uniforme bemestingsschema terwijl de stijging in boomkwaliteit beperkt was. Daardoor is de hulpbronefficiëntie voor deze meststoffen lager bij variabele bemesting dan bij uniforme bemesting. Voor de andere twee meststoffen  $Mg(SO_4).H_2O$

(kieseriet) en Ferti-S+B was de besparing op het verbruik en daardoor ook de stijging in hulpbronefficiëntie beperkt.

| Variabele bemesting in boomkwekerij door loonwerker |   |           |
|---|---|-----------|
| <b>Perceel</b>                                      | Oppervlakte perceel (ha)  | 4         |
|   | Opbrengst (€/ha)  | 249334,11 |
|   | Meeropbrengst dunning variabel t.o.v. uniform (%)                 | 0,38%     |
| <b>Arbeid</b>                                       | Loonkost (€/u)  | 50        |
|   | Tijdsbesteding interpretatie resultaten & uitvoeren taakkaart (u) | 1         |
| <b>Meststoffen</b>                                  | Kostprijs Kieseriet (€/kg)  | 0,30      |
|   | Verbruik Kieseriet uniform (kg/ha)                                | 340       |
|   | Besparing Kieseriet variabel t.o.v. uniform                       | -10%      |
|   | Kostprijs MnSO <sub>4</sub> (€/kg)                                | 2,00      |
|   | Verbruik MnSO <sub>4</sub> uniform (kg/ha)                        | 70        |
|   | Besparing MnSO <sub>4</sub> variabel t.o.v. uniform               | 4%        |
|   | Kostprijs CuSO <sub>4</sub> (€/kg)                                | 4,00      |
|   | Verbruik CuSO <sub>4</sub> uniform (kg/ha)                        | 0,15      |
|   | Besparing CuSO <sub>4</sub> variabel t.o.v. uniform               | -3500%    |
|   | Kostprijs Ferti-S+B (€/kg)  | 0,60      |
|   | Verbruik Ferti-S+B uniform (kg/ha)                                | 105       |
|   | Besparing Ferti-S+B variabel t.o.v. uniform                       | 1%        |
| <b>Analyses</b>                                     | Bodemscan (aantal scans)  | 1         |
|   | Kostprijs (€/ha)  | 125       |
|   | Bodemstalen (extra aantal variabel t.o.v. uniform)                | 3         |
|   | Kostprijs (€/staal)   | 100       |
| <b>Loonwerk</b>                                     | Uitvoeren bemesting (€/ha)  | 95        |
|   | Meerprijs bemesting o.b.v. taakkaart (%)                          | 0%        |

| Kosten (€) Variabel t.o.v. Uniform    | Uniform        | Variabel       |
|---------------------------------------|----------------|----------------|
| Bodemscan                             | 0,00           | 500,00         |
| Bodemstalen                           | 0,00           | 300,00         |
| Arbeid                                | 0,00           | 50,00          |
| Meststoffen                           | 1222,40        | 1322,28        |
| Loonwerk                              | 380,00         | 380,00         |
| <b>TOTAAL</b>                         | <b>1602,40</b> | <b>2552,28</b> |
| <b>Vershil Variabel - Uniform (€)</b> | <b>949,88</b>  |                |

| Baten (€) Variabel t.o.v. Uniform     | Uniform        | Variabel   |
|---------------------------------------|----------------|------------|
| Verkoop bomen                         | 997336,45      | 1001126,33 |
| <b>Vershil Variabel - Uniform (€)</b> | <b>3789,88</b> |            |
| <b>Balans Baten - Kosten (€)</b>      | <b>2840,00</b> |            |

Figuur 6. Kosten-baten analyse voor de variabele bemesting op het boomkwekerijperceel "Perez".

Tabel 3. Vergelijking van de hulpbronefficiëntie voor uniforme en variabele bemesting op het boomkwekerijperceel "Perez".

|   | Uniform | Variabel |
|---|---------|----------|
| Aantal bomen in kwaliteitsklasse A per ha                 | 27340   | 27545    |
| Hoeveelheid Mg(SO <sub>4</sub> ).H <sub>2</sub> O (kg/ha) | 341     | 374      |
| Hulpbronefficiëntie (# bomen / kg meststof)               | 80      | 74       |
| Hoeveelheid MnSO <sub>4</sub> (kg/ha)                     | 70      | 67       |
| Hulpbronefficiëntie (# bomen / kg meststof)               | 391     | 412      |
| Hoeveelheid CuSO <sub>4</sub> (kg/ha)                     | 0,15    | 5,52     |
| Hulpbronefficiëntie (# bomen / kg meststof)               | 177494  | 4991     |
| Hoeveelheid Ferti-S+B (kg/ha)                             | 105     | 104      |
| Hulpbronefficiëntie (# bomen / kg meststof)               | 260     | 265      |

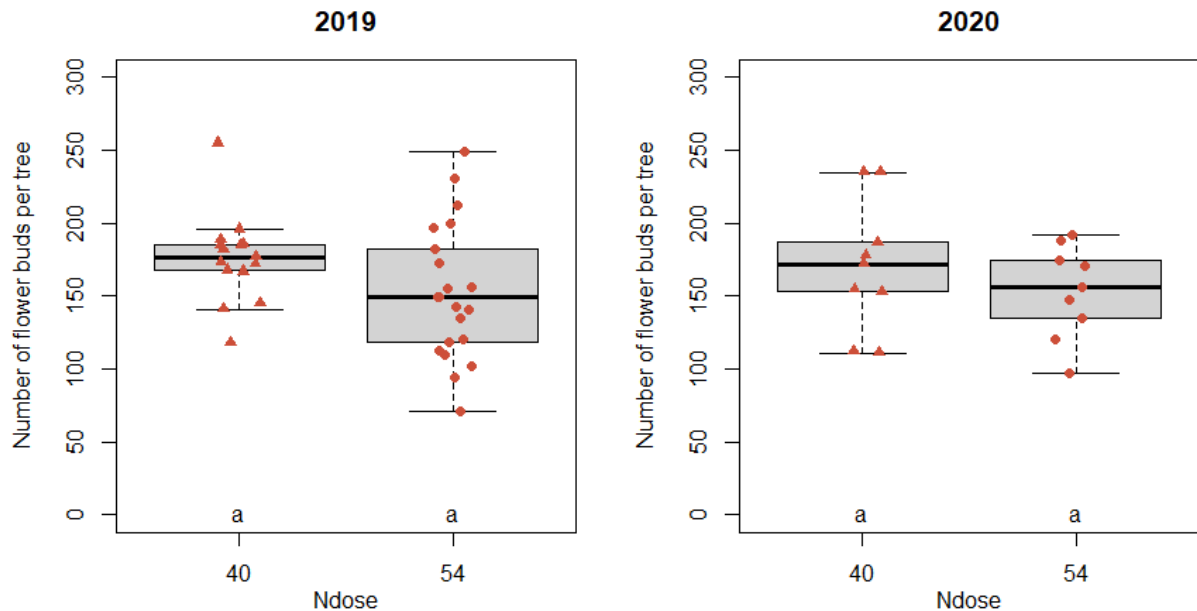
### **Conclusie**

Op basis van de huidig beschikbare data kan nog geen meerwaarde aangetoond worden voor variabele bemesting in productieboomgaarden. We verwachten echter wel dat variabele bemesting veel potentieel biedt om meststoffen efficiënter in te zetten en de opbrengst en kwaliteit te optimaliseren, bijvoorbeeld bij grote verschillen in de bodem en/of lokale problemen met gele peren door een te laag stikstofgehalte in de vruchten.

In de boomkwekerij kon de (economische) meerwaarde van variabele bemesting wel aangetoond worden. Dit betreft echter slechts één studie op een perceel met weinig variatie in de bodem. We verwachten dat de verschillen in groei/kwaliteit en dus de te behalen meeropbrengst groter zullen zijn bij percelen met meer variatie in de ondergrond.

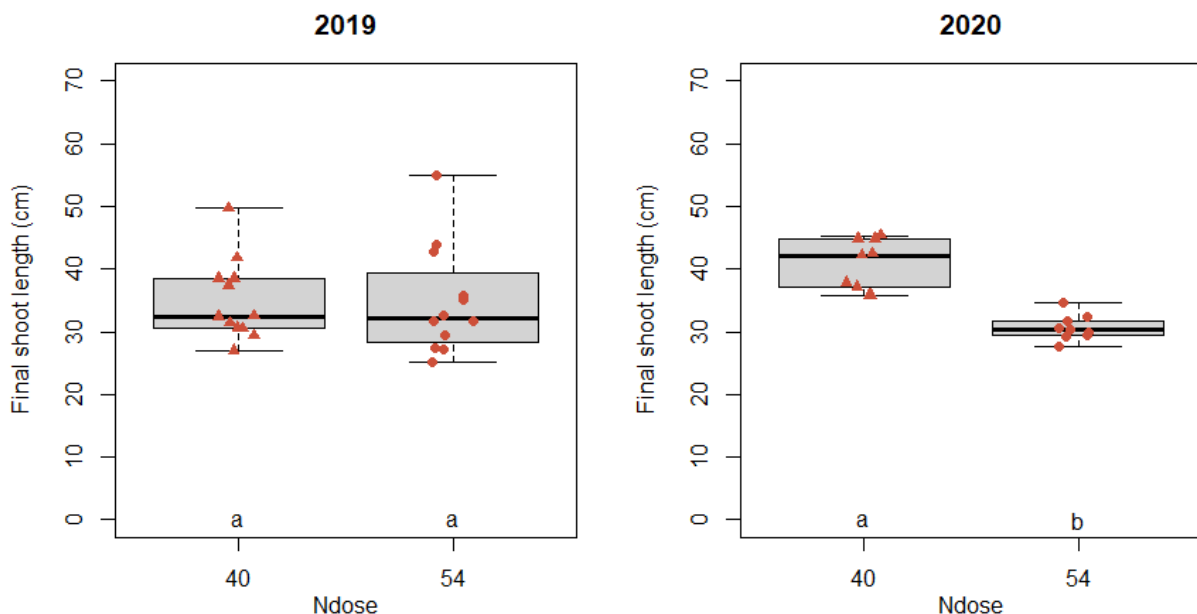
**Bijlage 1. Resultaten Wimmertingen – Variabele bemesting**

**B1.1 Aantal bloembotten**



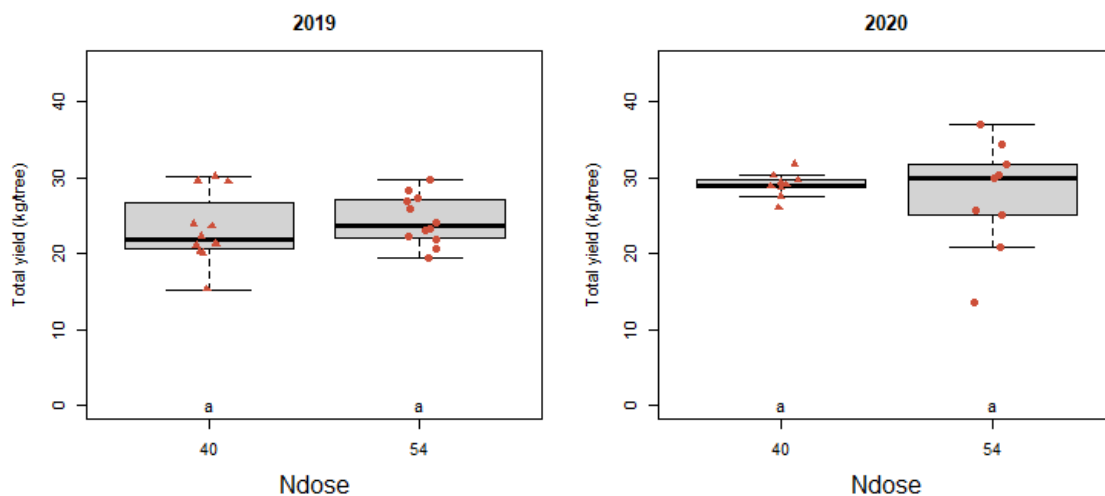
Figuur B. 1. Boxplots voor het aantal bloembotten per boom in 2019 (links) en 2020 (rechts). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per boom weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Er zijn geen significante verschillen.

**B1.2 Scheutlengte**



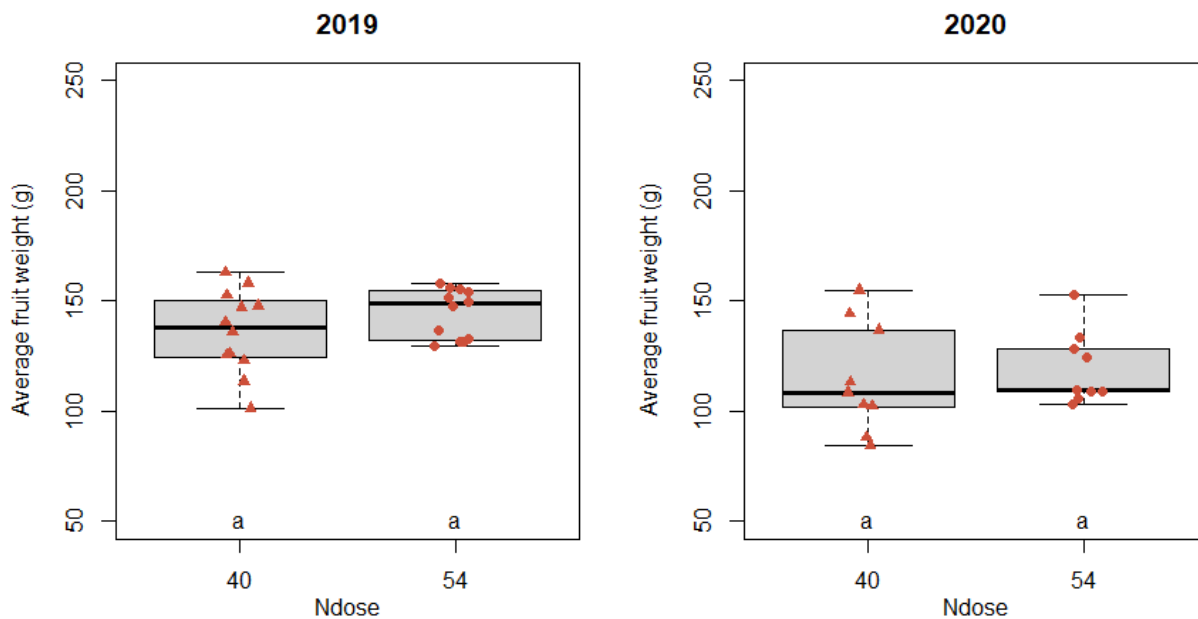
Figuur B. 2. Boxplots voor de finale lengte van eenjarige scheuten in 2019 (links) en 2020 (rechts). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per boom weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Verschillende letters onderaan de figuur duiden significante verschillen aan.

### B1.3 Opbrengst



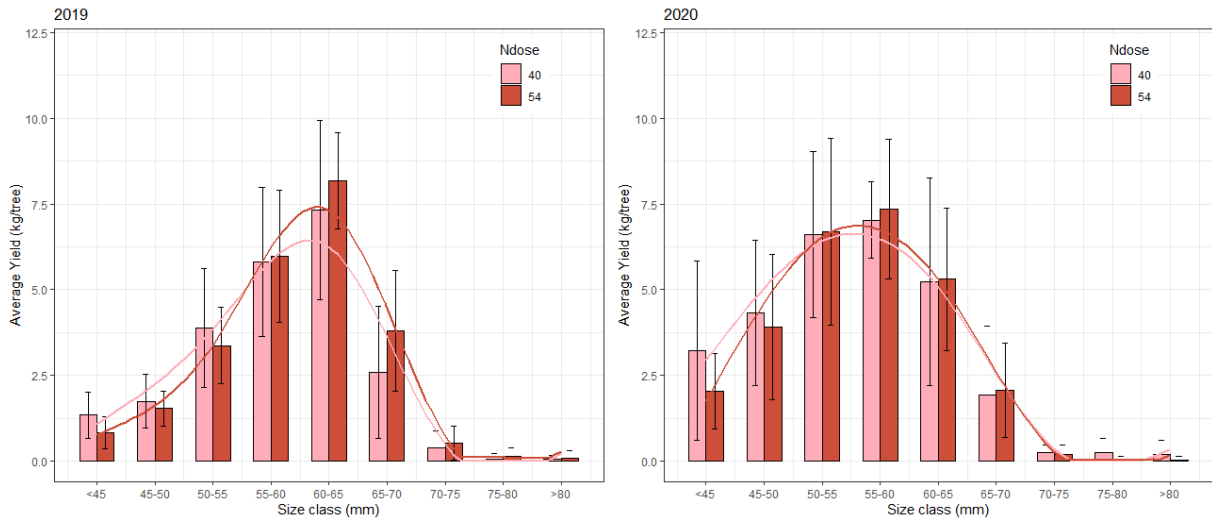
Figuur B. 3. Boxplots voor de totale opbrengst (kg/boom) in 2019 (links) en 2020 (rechts). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per boom weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Er zijn geen significante verschillen.

### B1.4 Gemiddeld vruchtgewicht



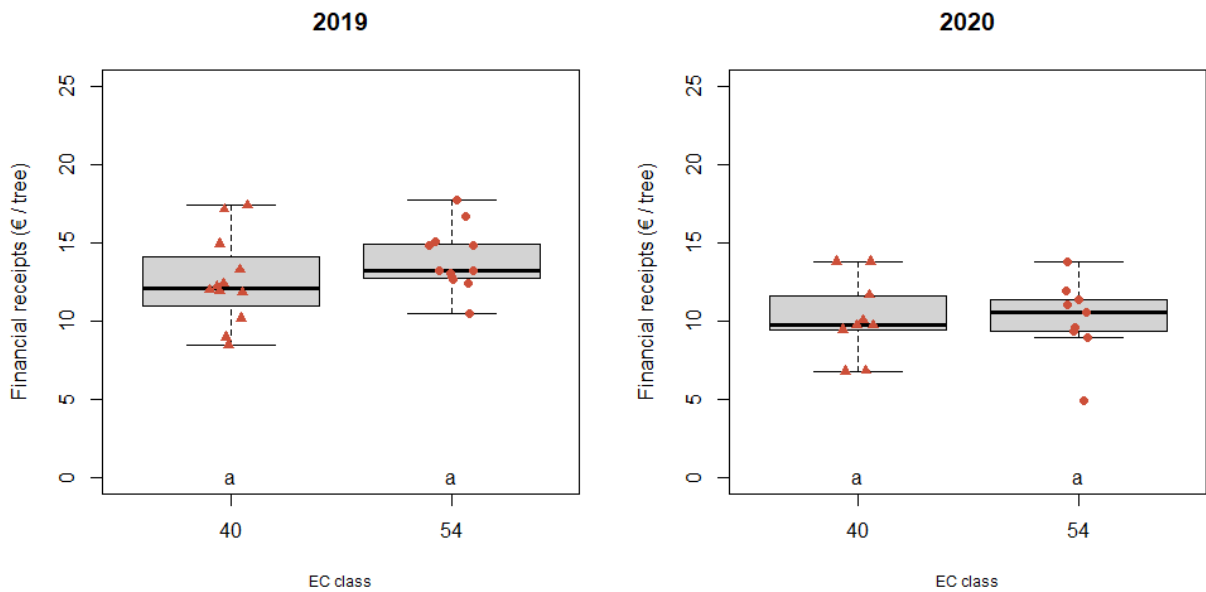
Figuur B. 4. Boxplots voor het gemiddeld vruchtgewicht in 2019 (links) en 2020 (rechts). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per boom weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Er zijn geen significante verschillen.

### B1.5 Maatsortering



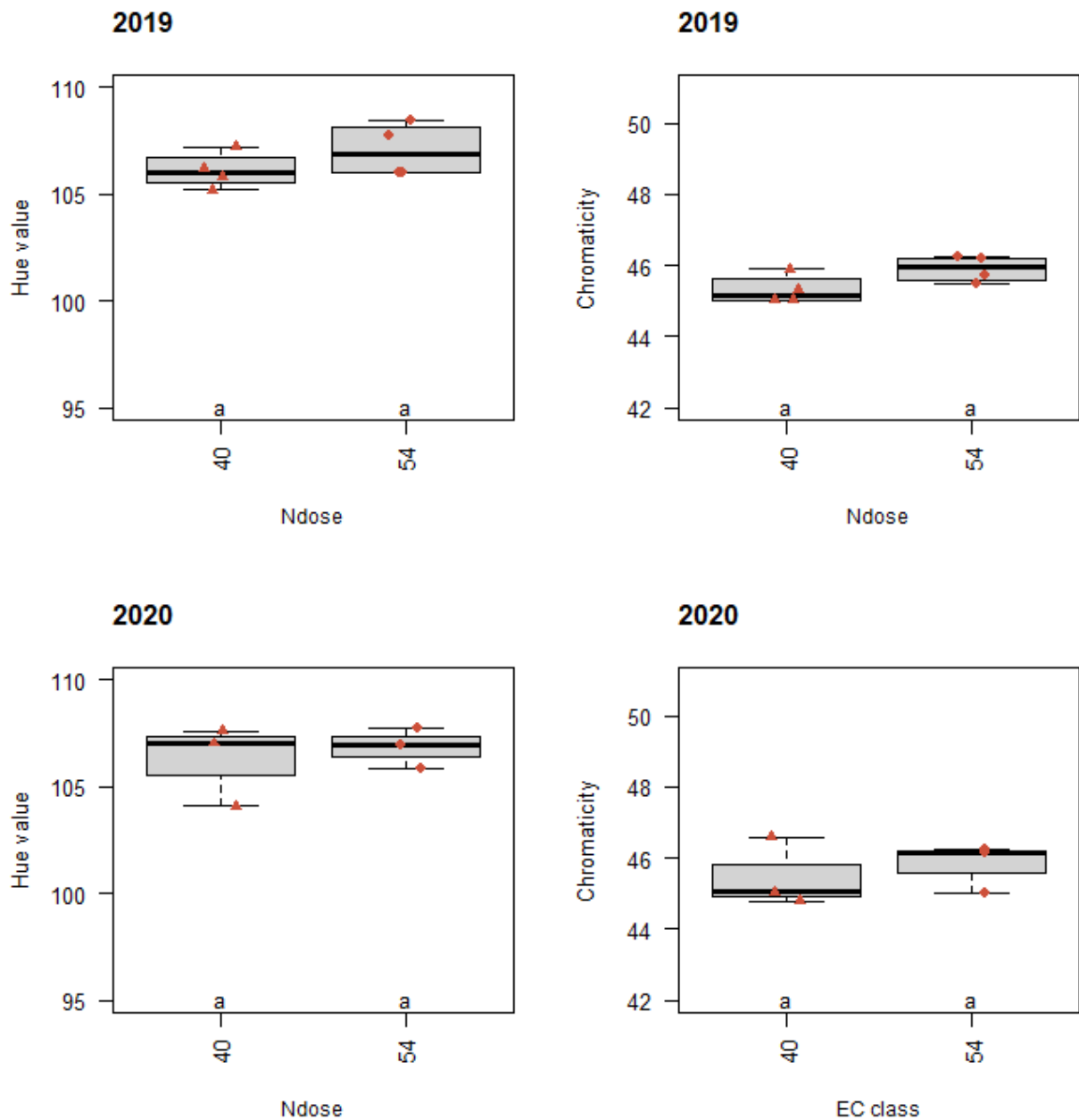
Figuur B. 5. Verdeling van de opbrengst (kg/boom) over verschillende maatklassen in 2019 (links) en 2020 (rechts) voor variabele (Ndose = 40 EN, roze) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, rood).

### B1.6 Prijs

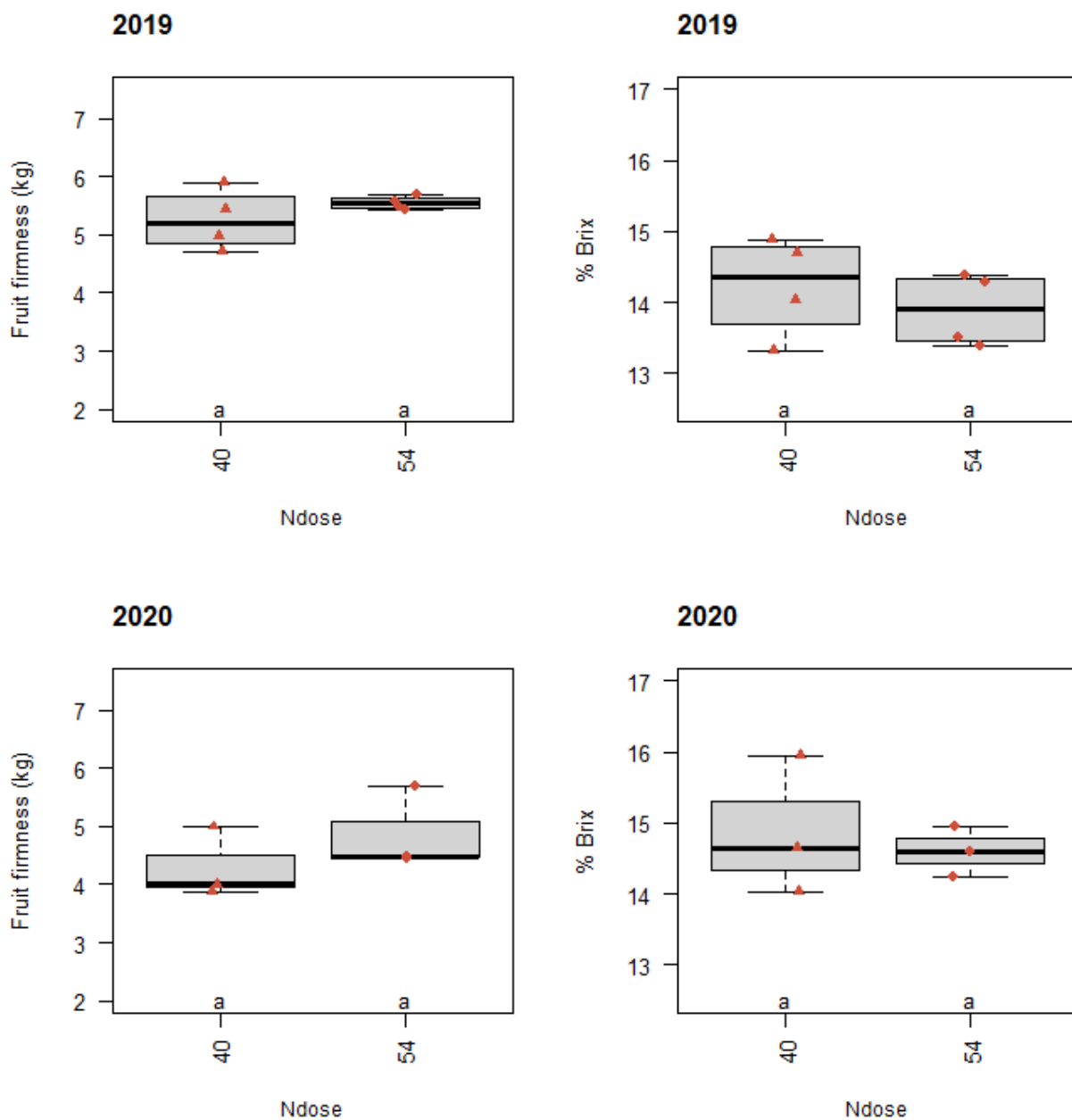


Figuur B. 6. Boxplots voor de prijs van de peren in 2019 (links) en 2020 (rechts). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per boom weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Er zijn geen significante verschillen.

**B1.7 Kleur van de vruchten**

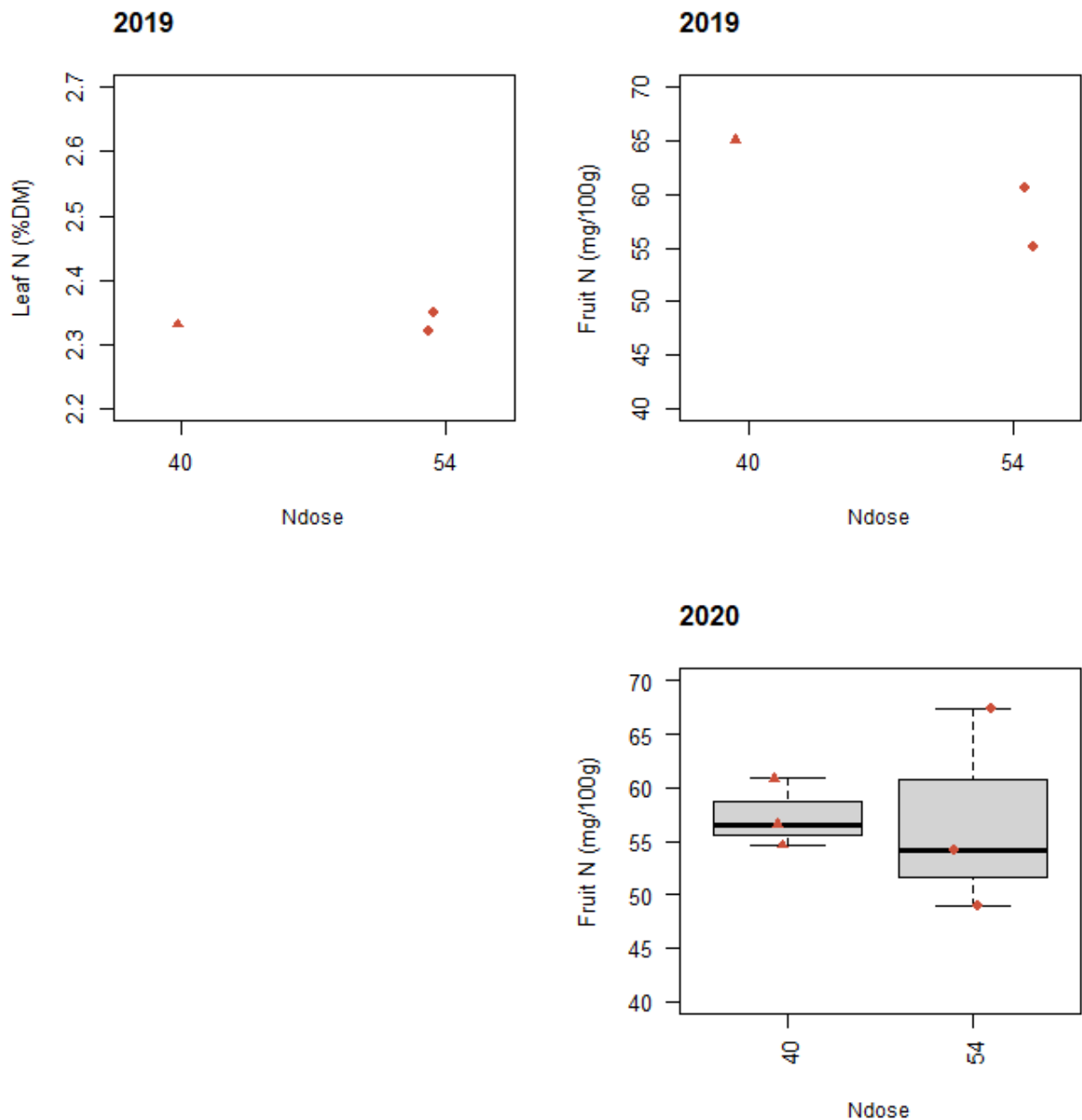


Figuur B. 7. Boxplots voor de groene achtergrondkleur van de vruchten (Hue value, links) en de intensiteit van de kleur (Chromaticity, rechts) in 2019 (boven) en 2020 (onder). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per plot van drie bomen weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Er zijn geen significante verschillen.

**B1.8 Vruchtkwaliteit**


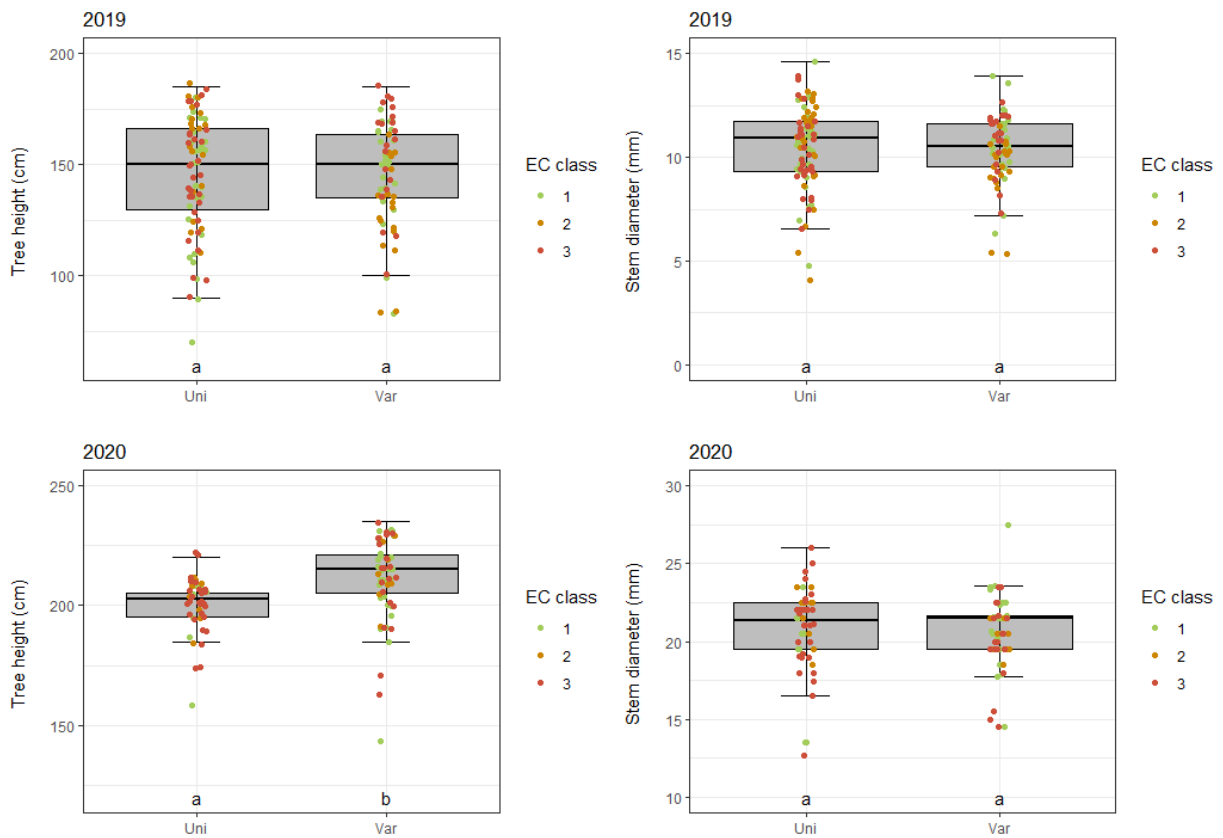
Figuur B. 8. Boxplots voor de hardheid (links) en het suikergehalte (rechts) van de vruchten in 2019 (boven) en 2020 (onder). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per plot van drie bomen weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Er zijn geen significante verschillen.

**B1.9 Stikstofgehalte van de bladeren en de vruchten**



Figuur B. 9. Boxplots voor het stikstofgehalte van de bladeren (% droge stof, links) en van de vruchten (mg/100g versgewicht, rechts) in 2019 (boven) en 2020 (onder). De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per plot van drie bomen weer voor variabele (Ndose = 40 EN, driehoeken) en uniforme bemesting (Ndose = 54 EN, cirkels) bij EC-klasse 3 met lange snoei (2020). Er zijn geen significante verschillen. Voor 2018 en 2019 waren onvoldoende gegevens beschikbaar om statistieken te berekenen.

**Bijlage 2. Resultaten Perez – Variabele bemesting**



**Figuur B. 10.** Boxplots voor boomhoogte (links) en stamdiameter (rechts) in 2019 (boven) en 2020 (onder) voor het proefperceel “Perez”, gemeten in plots van 10 bomen verspreid over het perceel. De dikke zwarte lijn geeft de mediaan weer. De punten geven de meetwaarden per boom weer voor lage EC (EC-klasse 1, groen), gemiddelde EC (EC-klasse 2, oranje) en hoge EC (EC-klasse 3, rood). Verschillende letters onderaan de figuur geven significante verschillen weer. Er zijn enkel resultaten voor het ras Regina.