



## Statistische analyse gegevens 2018 project Circulair Bodembeheer

### Achtergrond

Voor het project 'Circulair Bodembeheer voor een vitaal bodemleven en een toekomstbestendig Rivierenland' zijn in maart 2018 proefvelden aangelegd op een biologische rundveehouderij en in een biologische appelboomgaard. Hierbij zijn verschillende bodemverbeterende materialen aangebracht in blokken respectievelijk in rijen. De gebruikte bodemverbeterende stoffen zijn:

- Compost (basis voor mengsel met slib): berm- en/of slootmaaisel, blad en paardenmest.
- Compost + slib: gewicht 50/50 %.
- Bokashi: kant en klaar gekocht van Bij de Oorsprong.
- Slib: schoon ingedikt baggerslib uit sloten.
- Bokashi + slib: gewicht 50/50 %.
- Frequenties: 2 kg epsomzout (magnesiumsulfaat) als drager met frequenties per proefplot.
- Compost + slib + frequenties: respectievelijk gewicht 49,94/49,94/0,12 %.
- Slib + frequenties: gewicht 99,87/0,13 %.
- Compost + frequenties: gewicht 99,87/0,13 %.

### Verzamelde gegevens

In maart 2018, voorafgaand aan de aanleg van de proef, en in september 2018 zijn gegevens over de bodemconditie verzameld. Hierbij zijn monsters van de teeltlaag genomen en zijn voor elk afzonderlijk proefvlak de volgende analyses uitgevoerd.

- Een chroma-analyse, waarmee de kwaliteit en potentie van de bodem in beeld wordt gebracht.
- Het bodemvoedselweb. Hierbij wordt de hoeveelheid bodemdierpjes in al haar diversiteit geteld, van bacteriën tot en met miljoenpoten en regenwormen.
- De activiteit van een aantal microbiologische bodemprocessen die een rol speelt bij de recycling van organische stof en de nutriëntopname door planten.

De resultaten die deze analyses hebben opgeleverd, zijn vastgelegd in een tussentijds projectverslag dat via onderstaande link geraadpleegd kan worden.

<https://www.inspilab.nl/wp-content/uploads/2019/01/Tussentijds-verslag-bodemonderzoek-november-2018.pdf>

## Statistische analyse

In aanvulling op het verslag is een statistische analyse gedaan. Hierbij is de dataset gebruikt die de verschillen weergeeft tussen de bodemcondities in september en in april.

Om de variatie van de bodemparameters tussen de verschillende behandelingen inzichtelijk te maken, is een PCA (Principal Component Analysis) uitgevoerd. Met deze statistische techniek wordt de variatie in de gegevens samengevat en wordt de samenhang tussen de bodemparameters onderling en tussen de bodemparameters en de behandelingen zichtbaar gemaakt.

### De methode

De PCA is een veel toegepaste statistische techniek voor het vinden van patronen in gegevens. Met de techniek kan een groot aantal variabelen gereduceerd worden tot een kleiner aantal primaire kenmerken die de variatie tussen de verschillende behandelingen verklaren. Deze kenmerken worden bij PCA de 'componenten' (PC) genoemd. Een voorbeeld is de aanwezigheid van verse organische stof in de bodem, de aanwezigheid van organismen die organische stof afbreken en een hoog zuurstofverbruik. Het zijn drie verschillende variabelen die afzonderlijk zijn gemeten, maar ze geven feitelijk allemaal informatie over dezelfde 'component'. We kunnen dus een nieuwe variabele bedenken die alle 3 deze kenmerken representeert zonder dat er informatie verloren gaat. Dat is de manier waarop de PCA-methode overzicht geeft.

### Resultaten en hoe te lezen

De resultaten van de statistische analyses zijn weergegeven in bijlage 1 voor de boomgaard en in bijlage 2 voor de veehouderij. In de paragraaf 'Interpretatie' wordt besproken wat uit de analyses afgeleid kan worden. Als u zelf de PCA-diagrammen in de bijlage wilt bekijken, staat hieronder een kleine leeswijzer om de figuren te kunnen interpreteren.

#### % variantie

Bij de resultaten van de PCA wordt eerst een tabel getoond, waarin voor elke component (PC) staat weergegeven hoeveel procent van de variatie in de dataset wordt verklaard door de betreffende component. Een component met een hoog percentage representeert dus belangrijke verklarende variabelen.

#### Eigenwaarde

De Eigenwaarde geeft het gewicht aan dat de betreffende component (PC) in de schaal legt.

#### Assen

De x- en y-assen van de figuren staan voor de componenten. Bij de as staat weergegeven welke component het betreft. De verticaal geschreven component staat op de verticale as, de horizontaal geschreven component staat op de horizontale as.

#### Pijlen en punten

Met groene lijnen wordt weergegeven in welke mate de componenten (assen) een bepaalde variabele (meting) representeren. Ofwel: langere groene lijnen in (nagenoeg) dezelfde richting als een component (as) geven weer dat de betreffende variabelen

gerepresenteerd wordt door die component. Op dezelfde wijze kunnen de verschillende behandelingen in het diagram worden afgelezen: deze behandelingen worden weergegeven met punten (zonder lijnen) en geven de score van de behandelingen op de componenten weer. Groene lijnen en punten die in dezelfde richting zijn geplot geven dus weer dat de behandelingen (punten) hoog scoren op deze variabelen (groene lijnen).

## Interpretatie

### *Chroma's*

#### **Boomgaard**

Component 1 verklaart 60% van de variatie in de dataset. Een hoge score op deze component hangt samen met de mineralenbalans en biobeschikbaarheid van mineralen, humusinhoud, actief bodemleven en doorluchting. Alle behandelingen met epsomzout met frequenties scoren hoog op deze parameters. De behandelingen bokashi, slib en de controle scoren op deze aspecten negatief.

De tweede component staat voor 17% van de variatie in de dataset. Deze component staat voor een hoge score op de parameter Algemene bodemvruchtbaarheid Cz-1 (kleur in de chroma) en een lage score op Algemene bodemvruchtbaarheid Cz-2 (maat en vorm van de zone in de chroma). Een hoge score op deze component blijkt sterk samen te hangen met de toepassing van compost, vooral wanneer dit is gecombineerd met slib. De behandeling Bokashi en in mindere mate de behandeling met slib zonder compost laten juist het tegenovergestelde zien: een goede score op de parameter Algemene bodemvruchtbaarheid Cz-2, maar een mindere score op Algemene bodemvruchtbaarheid Cz-1.

#### **Veehouderij**

Component 1 verklaart 54% van de variatie in de dataset. Net als bij de boomgaard hangt een positieve score op deze component samen met de mineralenbalans en biobeschikbaarheid van mineralen, humusinhoud en actief bodemleven. Doorluchting hangt nu echter niet samen met de eerste component, zoals bij de boomgaard, maar humusinhoud en humusvorming tonen wel een correlatie. Ook hier scoren alle behandelingen met epsomzout met frequenties hoog op deze component. Behandelingen met bokashi en compost scoren juist laag. Een relatie met slib, zoals we bij de boomgaard zien, is hier niet evident.

De tweede component staat voor 20% van de variatie in de dataset. Deze component staat voor een hoge score op de parameter Algemene bodemvruchtbaarheid Cz-1 en een lage score op Algemene bodemvruchtbaarheid Cz-2. Daarnaast staat deze ook voor een goede doorluchting. De behandeling met compost + slib + frequenties scoort hierop hoog, maar compost en compost + frequenties scoren juist laag. Ook bij de verschillende behandelingen met bokashi is de score wisselend. Het is daarom moeilijk conclusies over de behandelingen aan deze component te verbinden. Het beeld is niet zo duidelijk als bij de boomgaard.

### **Boomgaard**

De eerste component staat voor 45% van de variatie in de dataset. Een positieve score op deze component geeft weer dat er een grote totale hoeveelheid voedingsstoffen is en er relatief veel voedingsstoffen worden vrijgemaakt door symbiotische micro-organismen in de wortelzone, terwijl het aandeel opgeloste nutriënten relatief laag is. Daarnaast komen er vrij veel voedingsstoffen vrij door afbraak van organisch materiaal, waarbij zuurstofstress dreigt. Met name de behandelingen controle en frequenties scoren hierop hoog, gevolgd door de behandeling met slib. Compost met slib en frequenties scoort juist negatief op deze component.

De tweede component staat voor 21% van de variatie in de dataset. Deze component geeft weer dat er veel zuurstof verbruikt wordt door afbrekers van organisch materiaal en relatief weinig door symbiotisch microleven dat de planten voedt. Deze component vertoont enige samenhang met de toediening van compost en mogelijk juist een negatieve relatie met de toediening van bokashi. Er is echter nog veel variatie tussen de verschillende behandelingen met compost en bokashi. Enkele mengsels scoren ook neutraal op deze component. Een negatieve score staat voor dominantie van oplosbare voedingsstoffen en een zuurstofrijkere omgeving met vooral meer symbiotische micro-organismen.

### **Veehouderij**

De eerste component verklaart 44% van de variatie in de dataset. De component vertoont gelijkenissen met het beeld dat we zien bij de appelboomgaard. Een positieve score op deze component geeft weer dat er een grote totale hoeveelheid voedingsstoffen is en er relatief veel voedingsstoffen worden vrijgemaakt door symbiotische micro-organismen in de wortelzone, terwijl het aandeel opgeloste nutriënten relatief laag is. In afwijking op de boomgaard zien we echter ook dat het aandeel van voedingsstoffen uit afbraak laag is bij de behandelingen die hoog scoren op deze component. Het zijn met name frequenties, bokashi + slib en de behandeling met compost die hoog scoren.

Een lage score op de eerste component betekent dat er veel oplosbare voedingsstoffen zijn en er vrij veel voedingsstoffen vrijkomen door afbraak van organisch materiaal. Dit zien we vooral bij compost + slib en compost + frequenties.

De tweede component staat voor 33% van de variatie in de dataset. Een positieve score op deze component geeft weer dat er veel zuurstof verbruikt wordt door zowel afbrekers van organisch materiaal als symbiotisch microleven dat de planten voedt, zonder dat er rottingsprocessen plaatsvinden. Dit zien we met name bij compost + frequenties. Alleen compost en compost + slib scoren juist opvallend negatief op deze component. Daar zien we dus wel rottingsprocessen door zuurstofstress en juist relatief lage activiteit van microleven.

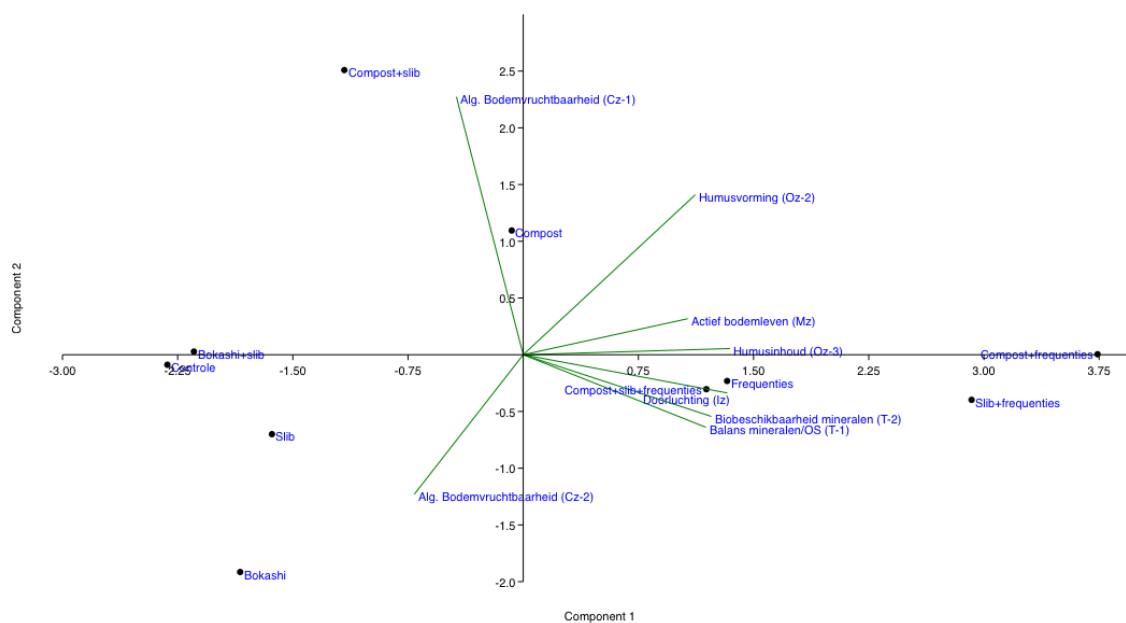
### *Bodemvoedselweb*

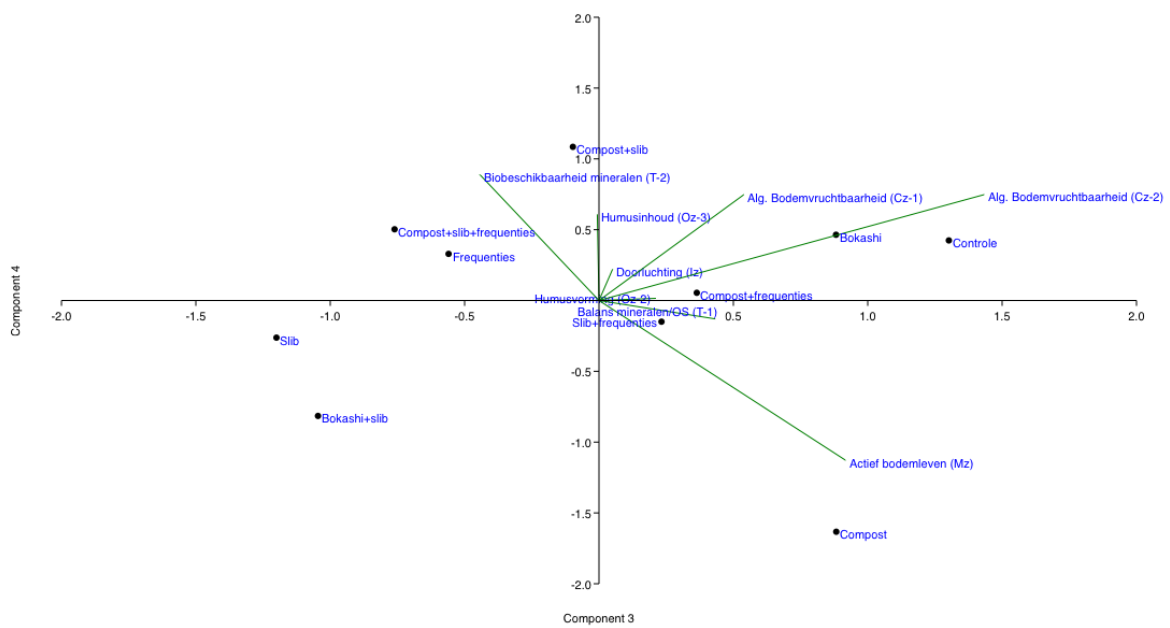
Bij de gegevens van de analyse van het bodemvoedselweb zien we met de gegevens die tot nu toe verzameld zijn nog geen duidelijke patronen aftekenen op basis van de statistische analyses.

## Bijlage 1 – Resultaten PCA-analyse Fruitteelt

### Chroma's

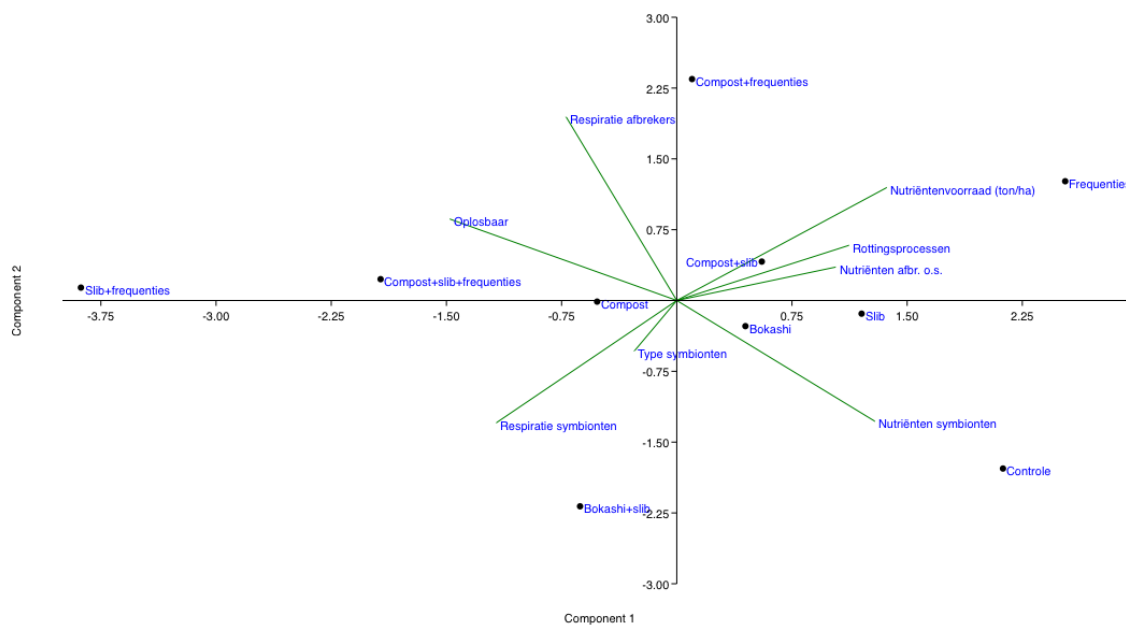
| PC | Eigenwaarde | % variantie |
|----|-------------|-------------|
| 1  | 4.7891      | 59.864      |
| 2  | 1.32944     | 16.618      |
| 3  | 0.763698    | 9.5462      |
| 4  | 0.59533     | 7.4416      |
| 5  | 0.316115    | 3.9514      |
| 6  | 0.117391    | 1.4674      |
| 7  | 0.0609228   | 0.76153     |
| 8  | 0.0280024   | 0.35003     |



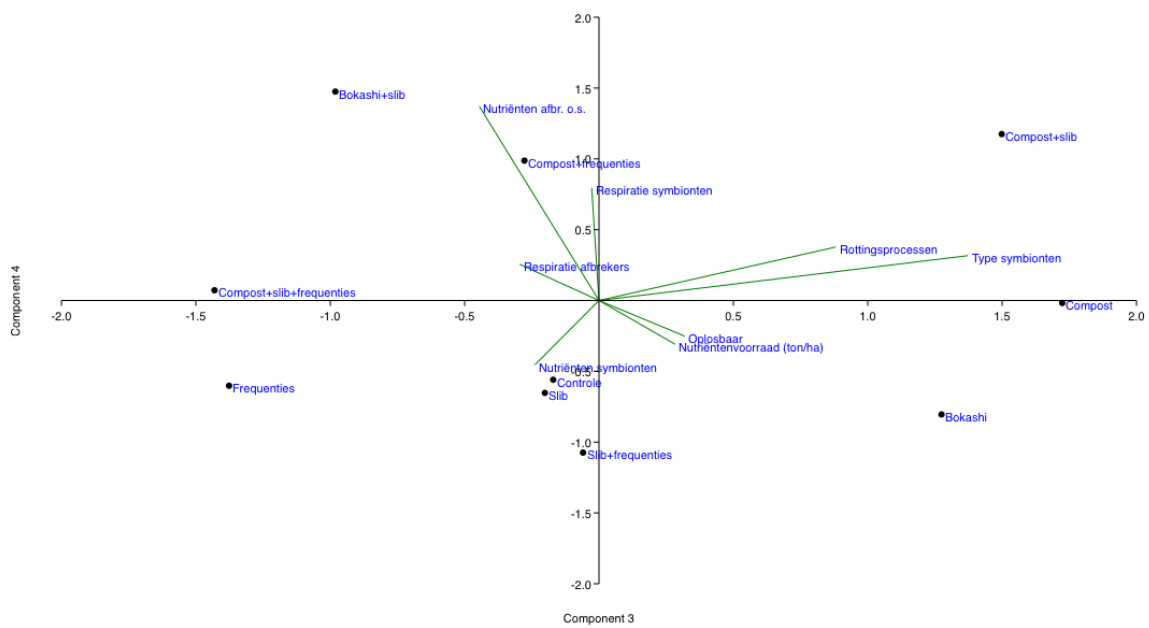


## Activiteit microbiologie

| PC | Eigenwaarde | % variantie |
|----|-------------|-------------|
| 1  | 3.59036     | 44.879      |
| 2  | 1.70522     | 21.315      |
| 3  | 1.32166     | 16.521      |
| 4  | 0.826571    | 10.332      |
| 5  | 0.349553    | 4.3694      |
| 6  | 0.179335    | 2.2417      |
| 7  | 0.0252721   | 0.3159      |
| 8  | 0.00203157  | 0.025395    |

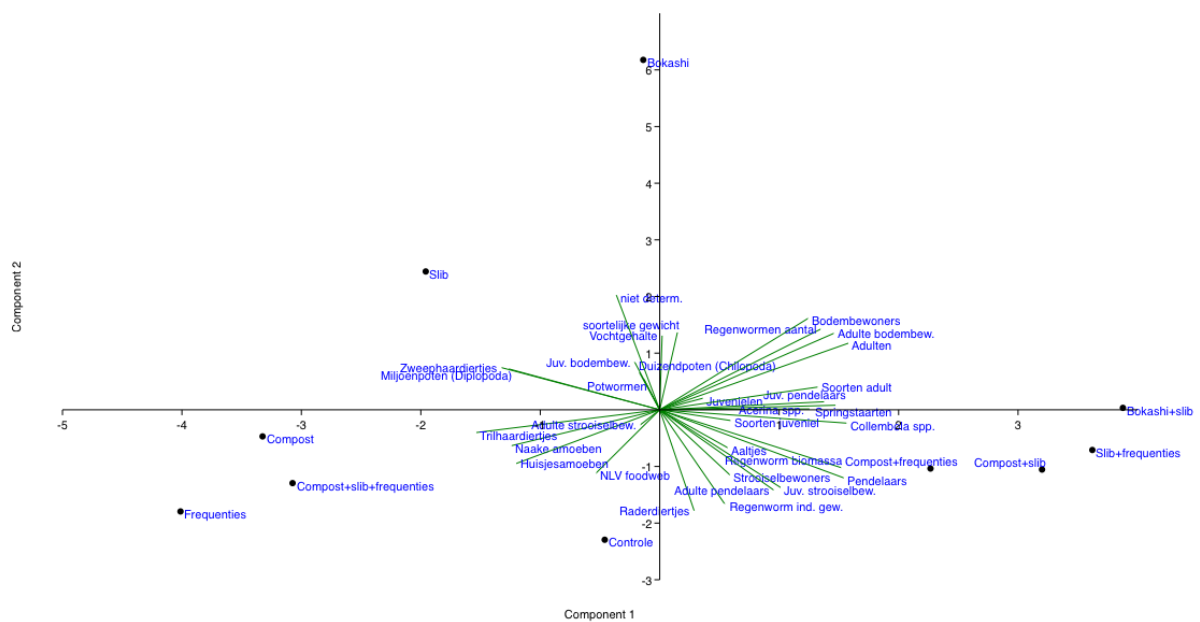






## Bodemvoedselweb

| PC | Eigenwaarde | % variantie |
|----|-------------|-------------|
| 1  | 9.3565      | 29.239      |
| 2  | 6.35364     | 19.855      |
| 3  | 4.90717     | 15.335      |
| 4  | 3.53195     | 11.037      |
| 5  | 2.66911     | 8.341       |
| 6  | 2.03054     | 6.3454      |
| 7  | 1.24788     | 3.8996      |
| 8  | 1.03827     | 3.2446      |
| 9  | 0.864944    | 2.7029      |

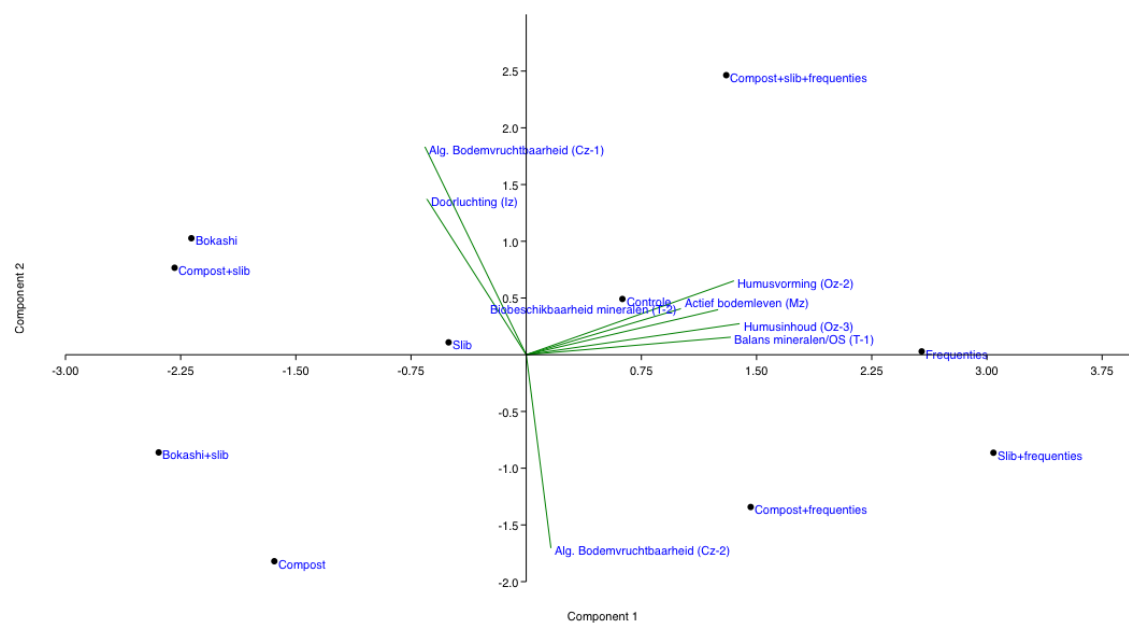


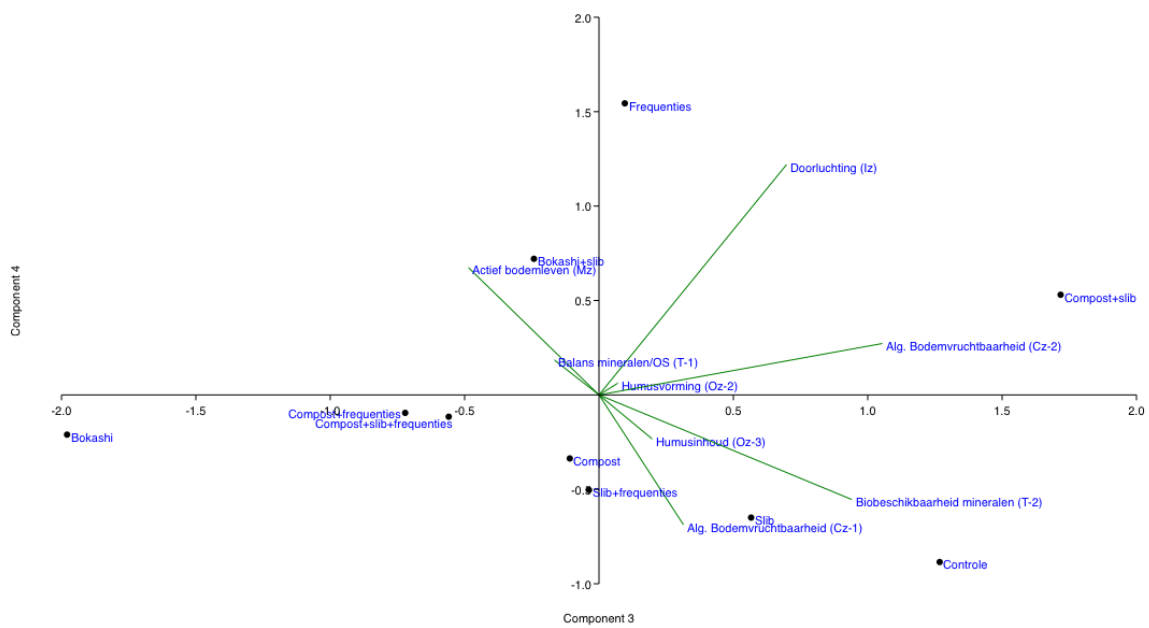


## Bijlage 2 – Resultaten PCA-analyse Veeteelt

### Chroma's

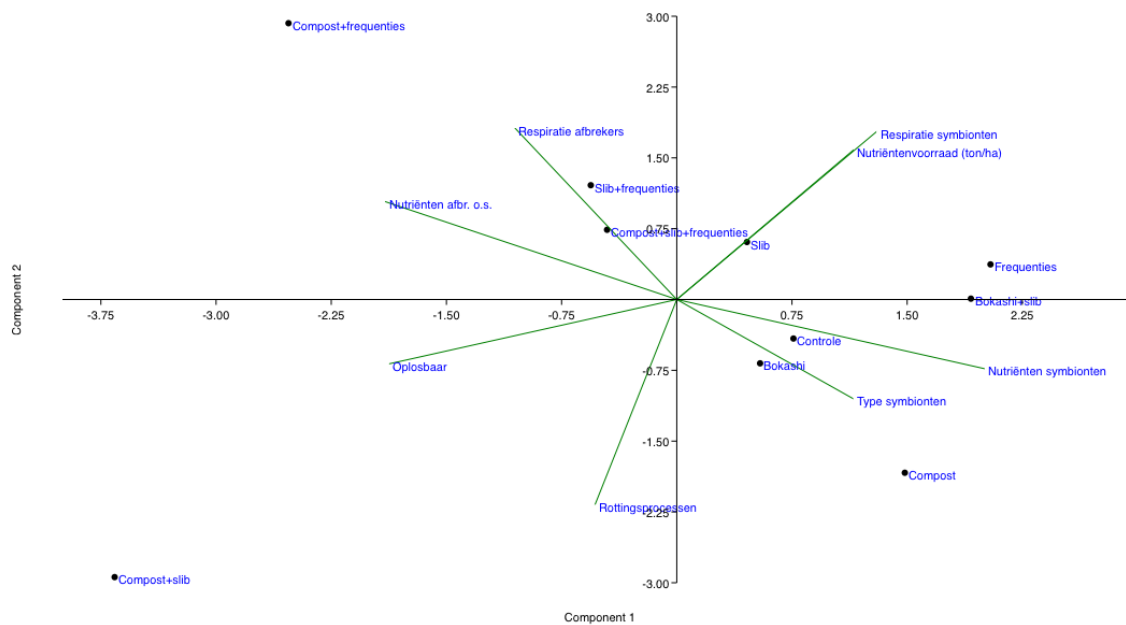
| PC | Eigenwaarde | % variantie |
|----|-------------|-------------|
| 1  | 4.30921     | 53.865      |
| 2  | 1.61871     | 20.234      |
| 3  | 1.0788      | 13.485      |
| 4  | 0.535965    | 6.6996      |
| 5  | 0.337898    | 4.2237      |
| 6  | 0.0773358   | 0.9667      |
| 7  | 0.0269887   | 0.33736     |
| 8  | 0.0150951   | 0.18869     |

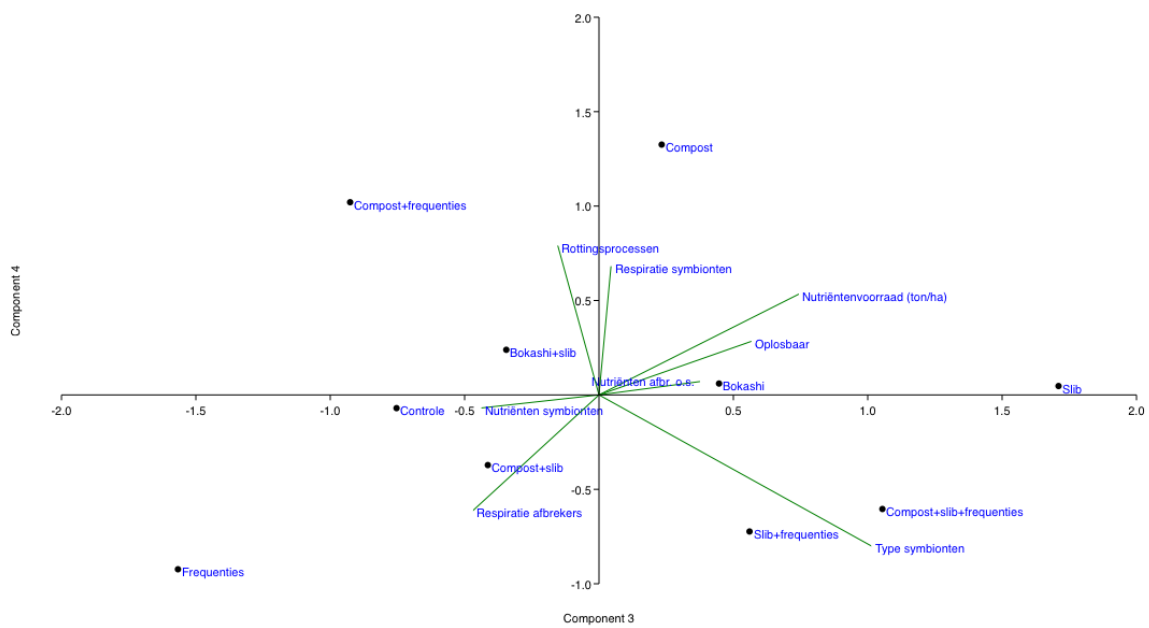




## Activiteit microbiologie

| PC | Eigenwaarde | % variantie |
|----|-------------|-------------|
| 1  | 3.493       | 43.663      |
| 2  | 2.63588     | 32.949      |
| 3  | 0.974815    | 12.185      |
| 4  | 0.527229    | 6.5904      |
| 5  | 0.187169    | 2.3396      |
| 6  | 0.155667    | 1.9458      |
| 7  | 0.0245964   | 0.30745     |
| 8  | 0.00163668  | 0.020459    |





## Bodemvoedselweb

| PC | Eigenwaarde | % variantie |
|----|-------------|-------------|
| 1  | 9.12549     | 30.418      |
| 2  | 6.09294     | 20.31       |
| 3  | 4.04731     | 13.491      |
| 4  | 3.59577     | 11.986      |
| 5  | 2.49558     | 8.3186      |
| 6  | 1.8088      | 6.0293      |
| 7  | 1.36382     | 4.5461      |
| 8  | 1.07213     | 3.5738      |
| 9  | 0.398161    | 1.3272      |

