

Evaluatierapport

**Yucca-extract als voederadditief bij
vleesvarkens**



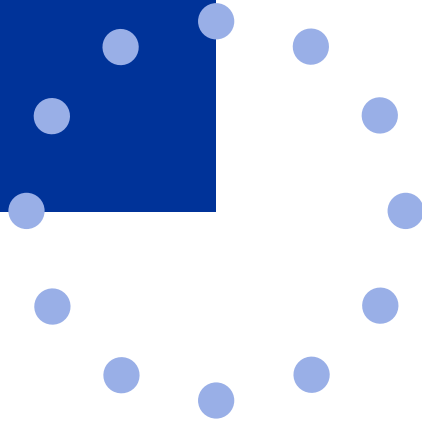
**Hoog
mikken voor
de lage landen!**

grensregio.eu

Inhoud

1. Inleiding.....	3
1.1 Kadering document.....	4
2. Materiaal en methoden	5
2.1 Omschrijving meetlocatie.....	6
2.2 Proefopzet.....	7
2.2.1 Geteste maatregel	7
2.2.2 Verloop van de proef.....	7
2.3 Emissiemetingen.....	8
2.4.1 Ontbrekende gegevens.....	9
3. Resultaten en discussie	10
3.1 Resultaten.....	11
3.2 Discussie.....	15
4. Conclusies	16
5. Referenties.....	18
6. Bijlages	20
6.1 Bijlage 1: voedersamenstellingen	21

1. Inleiding



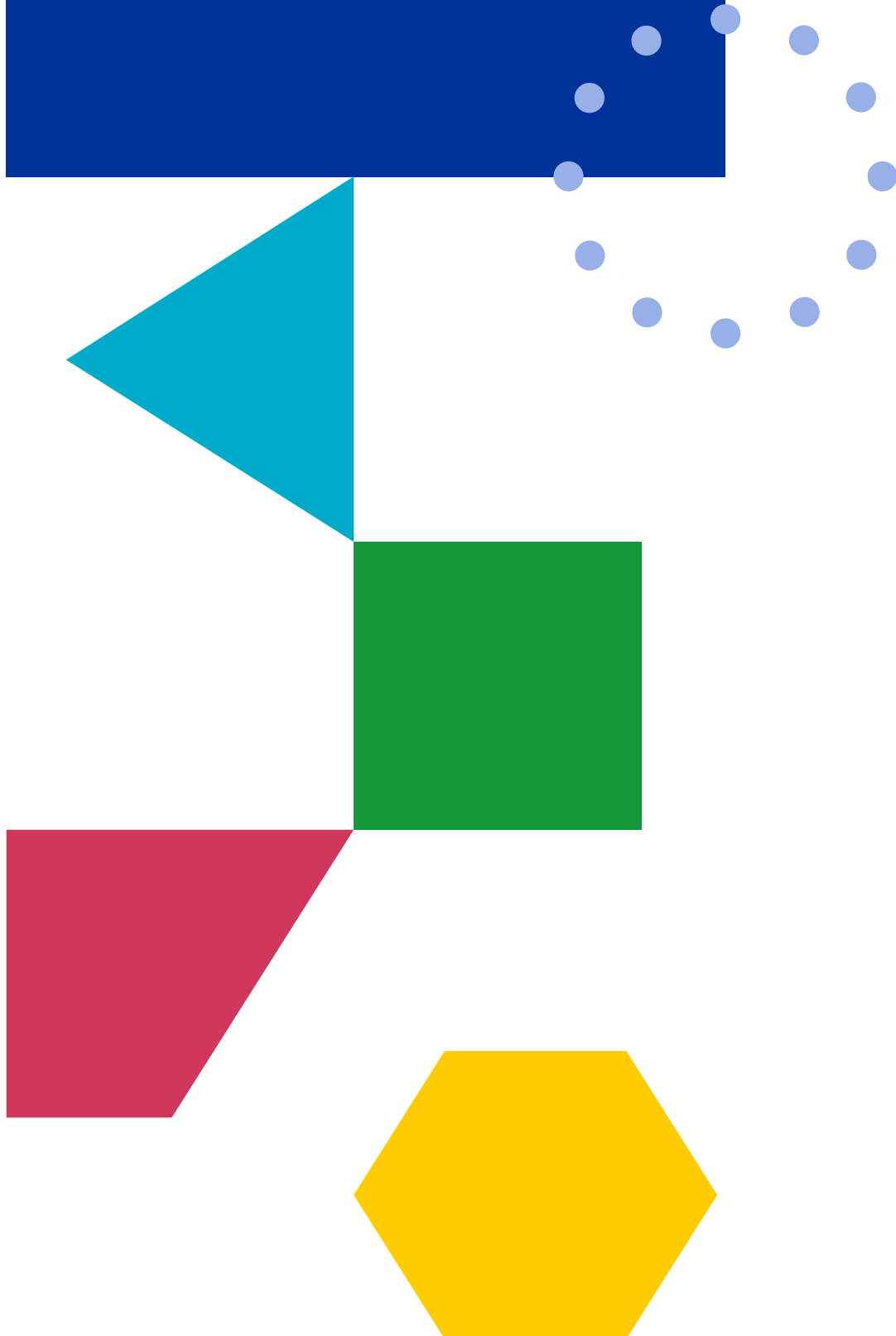
1.1 Kadering document

Dit evaluatierapport werd opgemaakt in kader van het Interreg Vlaanderen-Nederland project 'Reductie van Ammoniak via Brongerichte en flankerende Oplossingen' (RAMBO). In dit project is ingezet op innovatieve maatregelen en technieken om aan de ammoniakemissienormen voor de varkens- en pluimveesector te voldoen en wil bijdragen aan betere luchtkwaliteit in de grensregio.

Dit rapport beschrijft de proef die uitgevoerd werd om het potentieel van Yucca-extract als voederadditief als haalbare ammoniakreducerende maatregel te evalueren bij vleesvarkens. Het doel van deze proef is een eerste screening om de grootteorde van het ammoniakreducerende effect te bepalen, inzichten te krijgen in eventuele neveneffecten en de haalbaarheid van de maatregel in praktische context te bepalen. De proef is uitgevoerd op de Varkenscampus (onderzoeks- en onderwijsstal van ILVO, UGENT en HOGENT) op basis van de vooropgestelde methoden beschreven in het "Test- en demonstratieplan emissiereducerende maatregelen varkens: ILVO Varkenscampus". Dit evaluatierapport focust op de beschrijving van de exacte materialen en methodes gebruikt in deze proef en de resultaten ervan. Overkoepelende inzichten over de gebruikte meetmethodes, praktijkervaringen en richtlijnen over de verschillende maatregelen heen worden gebundeld in andere verslagen, zoals "Ervaringsverslag meet- en evaluatiemethodes: varkens", "Rapport richtlijnen en staltips RAMBO maatregelen en -technieken: varkens" en "Totaalverslag maatregelen en technieken: varkens".



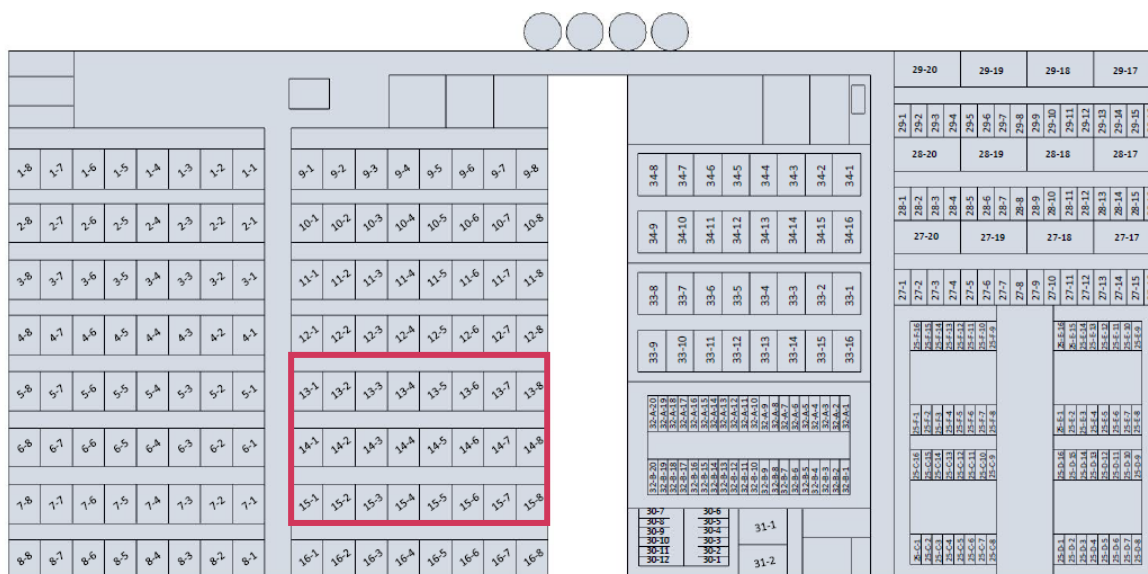
2. Materiaal en methoden



2.1 Omschrijving meetlocatie

De proef werd uitgevoerd op de Varkenscampus (Merelbeke-Melle, België), een stal die zowel een proeflocatie is als een gesloten varkensbedrijf dat zoveel mogelijk representatief gerund wordt als een normaal varkensbedrijf. De varkenscampus werd geopend in 2015 en bestaat uit twee vleugels, onderling verbonden door een werkgang. In het rechtergedeelte (Figuur 1) bevinden zich de zeugen en (speen)biggen, het linkergedeelte bevat 16 vleesvarkensafdelingen, waarvan de helft AEA-afdelingen (V-4.7) met 50% dichte vloer en 50% roostervloer (afdelingen 1-4 en 9-12), waaronder zich een mestput met schuine wanden bevindt. De andere helft bestaat uit meer conventionele afdelingen met 100% roostervloer (afdelingen 5-8 en 13-16). Elke afdeling is opgedeeld in 8 hokken van 2 op 2.5m, waarin 5 varkens gehuisd werden. De mestputten van de verschillende afdelingen zijn gescheiden van elkaar en kunnen individueel geleegd worden. De mestputten in de afdelingen met volledige roostervloer zijn 1m diep. Op 50cm hoogte bevindt zich een overloop, wat maakt dat de mesthoogte in de mestput nooit hoger kan komen dan 50cm. Elke afdeling heeft één luchtuitlaat met kleppen, type Stienen ADU-45, waarvan de uitgaande lucht terechtkomt in een centrale drukkamer boven de afdelingen. Van hieruit wordt de lucht via ventilatoren naar een biologische luchtwasser gebracht voor het de stal verlaat.

Het klimaat wordt per afdeling geregeld via het Thomas® automatisatiesysteem van Hotraco Agri. De Prisma Farm Management software is geïnstalleerd, wat het mogelijk maakt om de data van de ventilatiecomputer lokaal op te slaan en de klimaatgegevens te exporteren. Door de ventilatoren die zich aan het uiteinde van de drukkamer boven de afdelingen bevindt, wordt de lucht naar buiten verplaatst. Dit creëert een onderdruk, waardoor de lucht vanuit de afdelingen via de uitlaatkanalen naar deze ruimte verplaatst wordt. De regelbare kleppen in de uitlaatkanalen regelen het ventilatiedebiet in de afdeling op basis van gemeten drukverschillen. De ventilatie is temperatuur gestuurd via een vooraf ingestelde ventilatiecurve. Er is altijd een minimale ventilatie van 400 m³/h per afdeling, de maximale capaciteit is 3700 m³/h. De luchtinlaat verloopt via kanaalventilatie. De lucht komt via roosters in de vloer aan beide kopgevels terecht in de ondergrondse gangen. Van daaruit komt de lucht de afdeling binnen via de roosters in de vloer van de voedergang. Op deze manier kan de lucht voorgeconditioneerd worden. Er is geen bijkomende koeling of verwarming mogelijk op deze manier.



Figuur 1. Grondplan van de Varkenscampus. In de linkervleugel bevindt zich de 16 vleesvarkensafdelingen, die elk onderverdeeld worden in 8 hokken met 5-6 varkens per hok. De 8 AEA afdelingen bevinden zich aan de bovenzijde (afdeling 1-4 en 9-12), de volrooster afdelingen bevinden zich in afdelingen 5-8 en 13-16. De proefging door in afdeling 13-15, aangeduid met een rood kader.

De varkens beschikken over ad libitum droogvoeder via een voederbak met voorraadbak. Water is vrij ter beschikking via een drinknippel met opvangbak en waterverbruik wordt per afdeling gelogd m.b.v. een waterteller. Elke afdeling heeft een raam aan de buitenmuur voor natuurlijke lichtinlaat. Er is aanvullend kunstlicht tussen 7u00 en 16u00. De proeven waarin deze maatregel geëvalueerd werd speelden zich af in afdelingen 13 en 14, in de traditionele afdelingen met volledige betonroostervloer.



2.2 Proefopzet

2.2.1 Geteste maatregel

Yucca schidigera (YS) extract wordt door verschillende bedrijven in de markt gezet als gezondheid bevorderend en geur- en ammoniakemissie reducerend voederadditief voor dieren. Yucca extract heeft NH_3 -bindende eigenschappen, vooral door de aanwezigheid van saponines, een milde surfactant die NH_3 kan vasthouden en binden en het urease-enzym kan inhiberen. Daarnaast bevat Yucca ook andere (glyco)componenten die kunnen bijdragen aan het vasthouden van NH_3 . Als Yucca ook een effect heeft op de voederconversie, zou het op deze manier ook kunnen bijdragen aan een lager stikstofverbruik of het verder reduceren van het eiwitgehalte in het voeder mogelijk maken.

In samenspraak met Jadis Additiva en de voederleverancier voor het project werd een dosis van 200g/ton (200 ppm) Yucca Plus (Baja Agro International) ingemengd in het voeder dat geformuleerd werd voor het controlevoeder. Door de lage dosis was het niet nodig om de formulering aan te passen aan de verdunning van het voeder om op een gelijke eiwitgift uit te komen als het controlevoeder. Om een goede verdeling van deze lage dosering aan het Yuccapoeder in het voeder te garanderen, werd ervoor gekozen om het Yuccapoeder vooraf in te mengen in de premix of voormengsel, die vervolgens ingemengd werd in het voeder voor het in brokken geperst werd.

2.2.2 Verloop van de proef

De proef startte op 4 november 2025 met 40 dieren per afdeling in afdeling 13, 14 en 15. De startleeftijd, gewichten en verdeling tussen gelten en baren voor de afdelingen wordt weergegeven in Tabel 1. De ronde duurde 14 weken in totaal, waarvan de varkens fase 1 voeder kregen gedurende de eerste 4 weken, gevolgd door 4 weken fase 2 voeder en afgesloten met 6 weken fase 3 voeder. De samenstellingen van de voeders kunnen teruggevonden worden in Bijlage 1. Aan de start van de proef werd controlevoeder voorzien aan de varkens in afdeling 13 en afdeling 15. De varkens in afdeling 14 kregen voeder met het Yucca-additief. Vanaf de fase 3 voeder, wisselde afdeling 13 van controlevoeder naar voeder met Yucca extract. Op dit punt werden de mestputten van alle afdelingen afgelaten.

De varkens kregen ad libitum voeder via manueel bijvullen van de voorraadbak. Bij elke bijvulling werd het toegediend gewicht geregistreerd. Bij elke fasewissel werden de varkens per hok gewogen en werd het resterende voeder uit de voederbakken en voorraadbakken verwijderd en gewogen voor de nieuwe fase werd verdeeld. De dieren en de hokken werden dagelijks geïnspecteerd om de algemene gezondheidsstatus te controleren, een constante toevoer van voeder en water te garanderen, de juiste temperatuur en ventilatie te controleren en gebeurtenissen te registreren. Wekelijks werden extra controles gedaan voor bijtgedrag. Hierbij werden de varkens individueel gescoord op wonden op staart en oren. Aan het eind van de proef werd in elke afdeling een meststaal genomen. Dit gebeurd rechtstreeks uit de mestput. De meststalen werden in het labo geanalyseerd op nutriëntensamenstelling.

Tabel 1. Gemiddelde en standaarddeviatie van de startleeftijd en gewichten (gewogen 1 dag voor de verhuis naar de afdelingen) en de verdeling tussen gelten en baren voor de proefafdelingen.

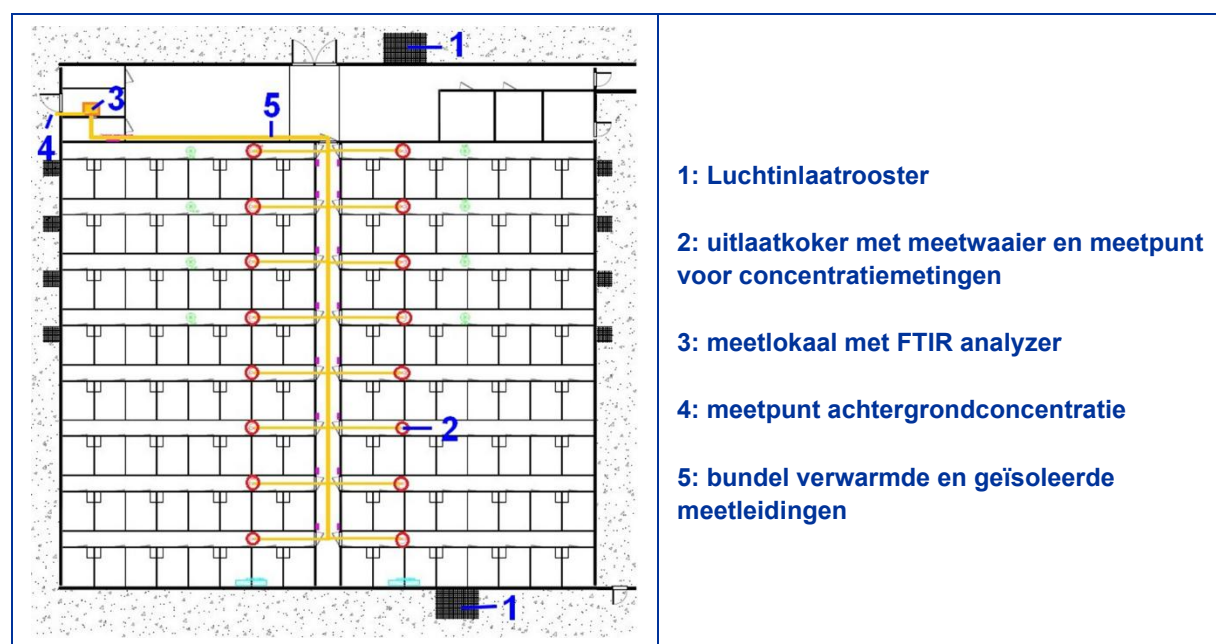
	Afdeling 13	Afdeling 14	Afdeling 15
Gemiddelde leeftijd [dagen]	67,2	67,0	67.2
Gewicht (gem $\pm$ std) [kg]	29.2 $\pm$ 3.3	29.2 $\pm$ 3.4	29.2 $\pm$ 3.5
Aantal gelten	21	21	21
Aantal baren	19	19	19



2.3 Emissiemetingen

Om emissies te meten en berekenen moeten zowel de concentratie van het pollutant in de uitgaande lucht als de hoeveelheid uitgaande lucht bekend zijn. In de varkenscampus is hiervoor aan de luchtuitlaat een Teflon leiding gehangen waarmee lucht continu afgezogen wordt en naar een gas analyser (FTIR) gestuurd wordt (zie Figuur 2). Door een luchtlek in één van de afdelingen werd niet de data van FTIR, maar wel die van de Dräger Xnodes gebruikt voor de NH₃-concentratiemetingen. De Dräger sensoren waren aanwezig in de afdelingen en hingen op dezelfde locatie als het afzuigpunt van de FTIR. Voor CO₂ en CH₄ was geen back-up meetsysteem aanwezig. Hiervoor zijn dus beperkte gegevens beschikbaar. Voor het bepalen van het ventilatiedebiet in de afdelingen werd een meetwaaier geplaatst in de uitlaat. Alle gebruikte sensoren werden op regelmatige basis gekalibreerd en/of gevalideerd. Meer informatie in deze procedures en resultaten kan gevonden worden in het "Verificatierapport Varkenscampus". De emissie wordt vervolgens als volgt berekend:

$$Emissie \left[\frac{g}{h} \right] = \left(\text{concentratie aan uitlaat} \left[\frac{g}{m^3} \right] - \text{concentratie buiten} \left[\frac{g}{m^3} \right] \right) * \text{ventilatiedebiet} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$



Figuur 2. Grondplan vleesvarkensgedeelte van de varkenscampus met opstelling voor emissiemetingen

2.4 Dataverwerking

De FTIR gas analyzer wisselt elke 7 minuten naar een andere meetlocatie. Hierdoor is er geen volcontinue data aanwezig, maar worden er regelmatige meetpunten genomen, met een minimale frequentie van 1 meetperiode per uur per meetlocatie (afdeling of buitenlucht). Enkel het gemiddelde van de laatste 2 meetminuten wordt gebruikt om de gasconcentraties te bepalen. Dit geeft de sensor tijd om te reageren op veranderende concentraties tussen afdelingen en te stabiliseren. Deze wordt gecombineerd met de concentratie in de buitenlucht op basis van dichtste nabijheid in tijd. De Dräger sensoren meten continu de NH₃-concentraties en blijven in dezelfde afdelingen hangen. Daardoor kon er rechtstreeks gecombineerd worden met de ventilatiedebiet, wat ook continu gemeten wordt. Voor alle sensoren wordt een lopend gemiddelde genomen over 2 minuten en concentratiewaarden worden vermenigvuldigd met ventilatiewaarden.

Op deze manier worden verschillende emissiemeetpunten bekomen. Deze emissiemeetpunten worden uitgemiddeld (uitgedrukt in g/u) en vermenigvuldigd met 24 om een emissie in g/dag te bekomen. Voor de omzetting naar dagwaarden moeten minimaal 16 uurwaarden aanwezig zijn. Deze dagwaarde wordt gedeeld door het aantal dieren in de afdeling tot een waarde per dag per dier bekomen wordt.



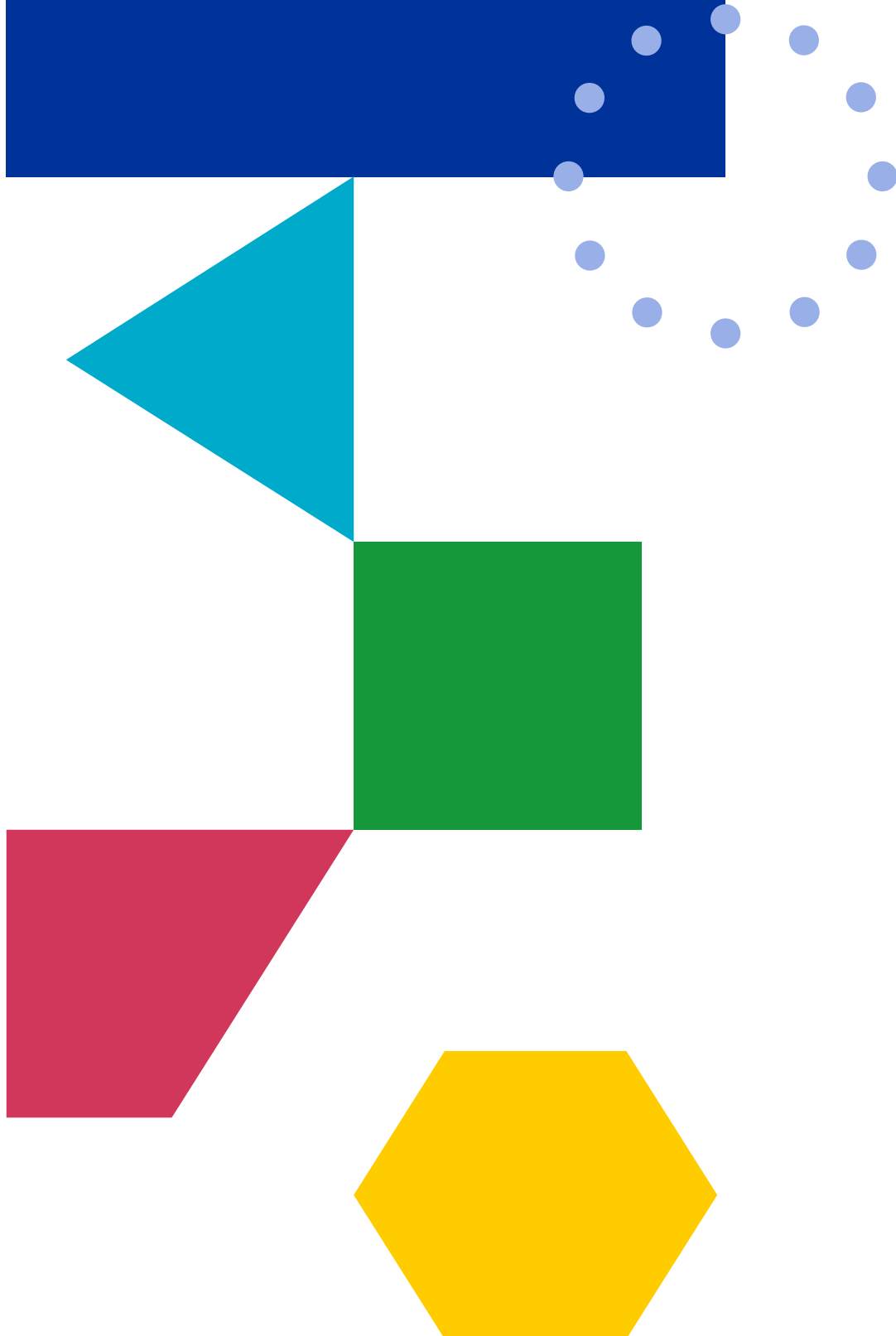
2.4.1 Ontbrekende gegevens

De concentratiewaarden van de FTIR gas analyzer voor CO₂ en CH₄, de Dräger sensoren voor NH₃ en de ventilatiewaarden van de meetwaaiers worden gebruikt voor de emissieberekening. Bij kortdurende onderbrekingen in de meetgegevens werden deze data niet opgevuld. In deze proef deden de volgende technische storingen zich voor:

Start	Eind	Wat ging er mis?	Hoe werd dit aangepakt?
05/11/2025	12/11/2025	De FTIR gas analyzer was niet op tijd terug van onderhoud.	De Dräger XNodes werden wel opgehangen. Daarnaast werd een Axetris toestel als vervangende gas analyzer geïnstalleerd, maar door een luchtlek in 1 van de afdelingen is deze data niet bruikbaar.
05/11/2025	13/11/2025	De aansluiting van de meetleiding van afdeling 15 op de multisampler was niet volledig luchtdicht, hierdoor is de lucht van de afdeling verdund met lucht uit het meetlokaal waar de FTIR (en Axetris) stonden.	Voor NH ₃ werden de concentratiegegevens van de Dräger XNodes gebruikt. Voor CO ₂ en CH ₄ is er geen back-up systeem aanwezig. Hiervoor is er enkel data voor afdeling 13 en afdeling 14 en zijn er maar beperkt gegevens voor afdeling 15.
23/12/2025	10/02/2026		
21/11/2025	24/11/2025	Geen concentratiegegevens voor de FTIR gas analyzer door IT problemen.	Voor NH ₃ werd de data van de Dräger XNodes gebruikt. Voor CO ₂ en CH ₄ is er geen data tijdens deze periode.
05/11/2025	24/11/2025	Door lage ventilaties in sommige afdelingen konden de luchtdebieten niet betrouwbaar bepaalde worden met de meetwaaiers.	Aangezien er ook technische problemen waren voor de CO ₂ -concentratiemetingen, kon geen alternatieve berekening gemaakt worden via de CO ₂ -balans. De ventilatie- en emissiedata starten pas vanaf 24/11/2025.
02/01/2026	05/01/2026	Geen data voor de meetwaaiers door serverproblemen.	Door de relatief korte periode werden de gegevens niet opgevuld.

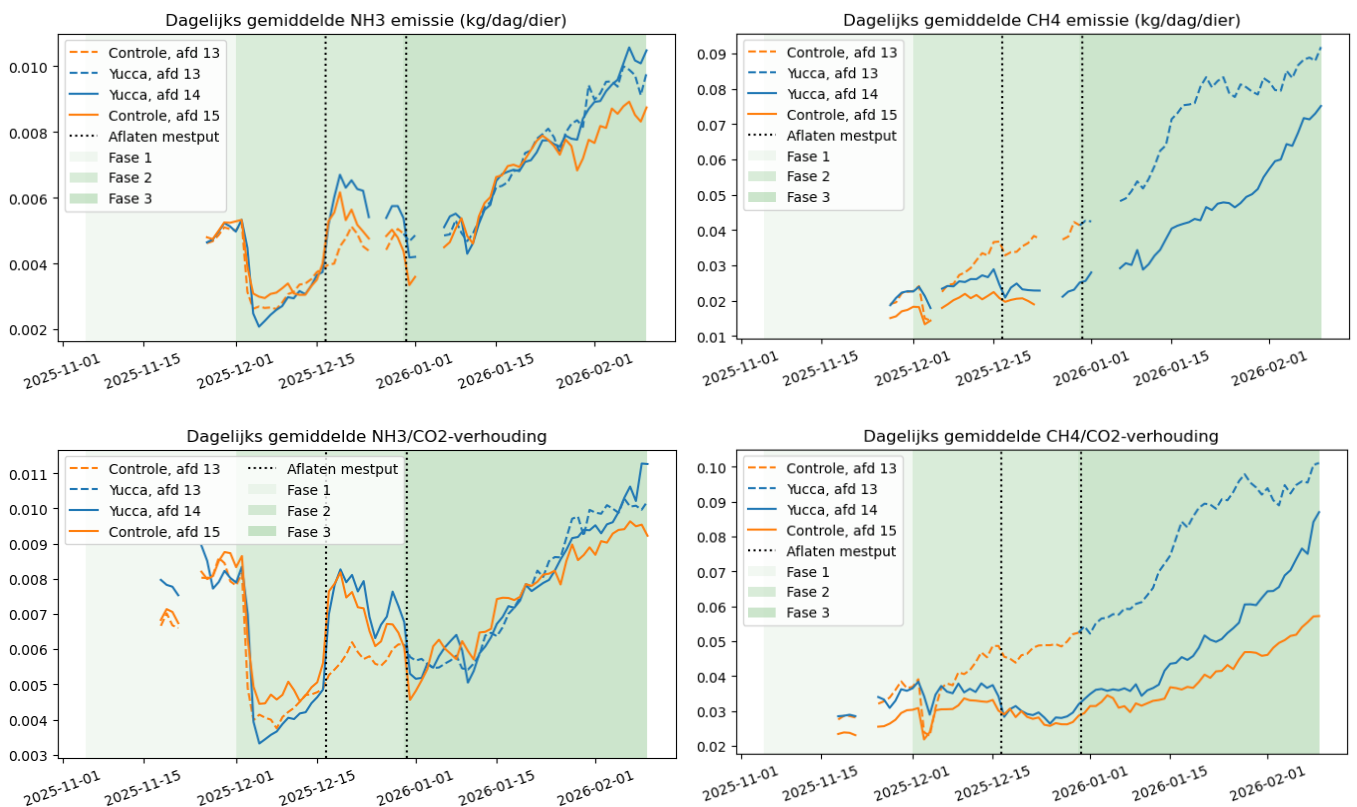


3. Resultaten en discussie



3.1 Resultaten

Het verloop van de emissies voor NH_3 en CH_4 in de afdelingen gedurende de proefronde kan teruggevonden worden in Figuur 3. De samenvattende gegevens voor het klimaat en de emissies per fase zijn weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** Hieruit blijkt dat de NH_3 -emissies een woelig verloop kenden tijdens de ronde. Voor de eerste fase was er pas vanaf het eind van de periode een voldoende hoge ventilatie in alle afdelingen om de emissies betrouwbaar te kunnen vergelijken. Vlak na de eerste fasewissel daalden de NH_3 -emissies sterk in alle afdelingen, het is onduidelijk hoe dit komt. Na het aflaten van de mestput stegen de emissies weer, maar vertoonden gedurende de rest van de tweede fase een dalende trend. Vanaf fase 3 namen de emissies weer toe in een bijna lineair verloop. In de korte periode van fase 1 waarvoor er emissiegegevens beschikbaar waren, waren de NH_3 -emissies nagenoeg gelijk in de 3 afdelingen. In de tweede fase waren de NH_3 -emissies het laagst in afdeling 13, waar de dieren toen controle-voeder kregen. Vanaf de derde fase, waarbij afdeling 13 omschakelde van controlevoeder naar voeder met Yucca extract liepen de emissies in de 3 afdelingen gelijk. Enkele weken voor het einde van de ronde was de emissie het laagst in de controle-afdeling. De NH_3 -emissies bleven de hele ronde relatief laag, met slechts kleine en vaak inconsistente verschillen tussen de emissies van de afdeling(en) met controle-voeder en die met Yucca extract. Voor CH_4 waren de emissies in fase 2 het laagst bij één van de 2 controle-afdelingen (afdeling 15), voor technische problemen ervoor zorgden dat de FTIR data voor deze afdeling niet meer bruikbaar waren. Afdeling 13 (toen controle), had gelijkaardige CH_4 -emissies als afdeling 14 (Yucca), maar de emissies stegen snel vanaf het begin van de 2^{de} fase. Ook tijdens de derde fase bleven de CH_4 -emissies hoger in afdeling 13 dan in afdeling 14. De temperatuur was gedurende de hele ronde beduidend lager in afdeling 13 t.o.v. de andere 2 afdelingen (0,4-1°C), het verschil tussen de andere 2 afdelingen was consistent, maar klein. De ventilatie was gedurende de hele ronde het hoogst in afdeling 14 (Yucca).



Figuur 3. Verloop van emissies (boven) en concentratieverhoudingen t.o.v. CO_2 (onder) van NH_3 (links) en CH_4 (rechts) gedurende de vleesvarkens proefronde met aanduiding van de momenten waarop de mestput afgelaten werd.



Tabel 2. Gemiddelde waarden voor klimaatparameters en de emissies per fase per afdeling gedurende de proefronde.

	Afdeling 13	Afdeling 14	Afdeling 15
Fase 1			
Behandeling	Controle	Yucca	Controle
NH ₃ concentratie (ppm)	17,3	17,0	18,9
CO ₂ concentratie (ppm)	2960	2576	2972
Temperatuur (°C)	22,4	23,0	22,8
Ventilatie (m ³ /u)	632	750	665
NH ₃ emissie (g/dag/dier)	4,9	4,9	5,1
CO ₂ emissie (kg/dag/dier)	1,61	1,67	1,61
CH ₄ emissie (g/dag/dier)	21,2	20,8	16,7
Fase 2			
Behandeling	Controle	Yucca	Controle
NH ₃ concentratie (ppm)	10,3	10,9	12,9
CO ₂ concentratie (ppm)	2525	2396	NA
Temperatuur (°C)	21,7	22,7	22,4
Ventilatie (m ³ /u)	893	988	798
NH ₃ emissie (g/dag/dier)	3,8	4,3	4,2
CO ₂ emissie (kg/dag/dier)	1,96	1,98	NA
CH ₄ emissie (g/dag/dier)	30,9	23,7	NA
Fase 3			
Behandeling	Yucca	Yucca	Controle
NH ₃ concentratie (ppm)	13,9	13,0	14,8
CO ₂ concentratie (ppm)	2369	2260	NA
Temperatuur (°C)	21,1	22,0	21,7
Ventilatie (m ³ /u)	1180	1301	1063
NH ₃ emissie (g/dag/dier)	7,3	7,3	6,8
CO ₂ emissie (kg/dag/dier)	2,40	2,42	NA
CH ₄ emissie (g/dag/dier)	72,1	46,6	NA
Totaal			
NH ₃ concentratie (ppm)	13,8	13,5	15,4
CO ₂ concentratie (ppm)	2523	2360	NA
Temperatuur (°C)	21,6	22,4	22,2



Ventilatie (m³/u)	1029	1140	933
NH ₃ emissie (g/dag/dier)	5,8	6,0	5,7
CO ₂ emissie (kg/dag/dier)	2,18	2,19	NA
CH ₄ emissie (g/dag/dier)	53,1	36,0	NA

In Tabel 3 worden de gemiddelde groeiprestaties en bijtgedrag weergegeven. In de eerste fase was de voederconversie numeriek het hoogst in de afdeling met Yucca-additief. In de tweede fase waren zowel groei als voederconversie gelijkaardig tussen alle afdelingen. In de derde fase was zowel de hoogste als de laagste groei in de 2 Yucca-afdelingen. De laagste voederconversie was terug te vinden in de controle-afdeling. In de eerste en tweede fase was het staartbijtgedrag het hoogst in de afdeling waar Yucca gegeven werd. Voor oorbijten lagen in dezelfde periodes de waarden van de Yucca-afdeling tussen de 2 controle-afdelingen. In de derde fase was de frequentie van staartbijten gelijkaardig in de 3 afdelingen. Numeriek was het oorbijten zowel het meest als het minst frequent in de 2 Yucca-afdelingen. Het waterverbruik lag gedurende de hele ronde zeer gelijkaardig tussen alle afdelingen. De meststalen genomen op het einde van de ronde (Tabel 4) wijzen op een numeriek iets lagere totale stikstofinhoud in de mest van de controle-afdeling, vooral door een iets lager ammoniakaal stikstofgehalte. De overige nutriënten waren in gelijkaardige mate aanwezig in de meststalen.

Tabel 3. Gemiddelde effecten op groei, voederopname en bijtgedrag per fase en over de volledige ronde.

	Afdeling 13	Afdeling 14	Afdeling 15
Fase 1			
Behandeling	Controle	Yucca	Controle
Groei (g/dag)	803 ± 75	796 ± 73	830 ± 95
Voederverbruik (g/dag)	1749 ± 152	1776 ± 174	1791 ± 154
Waterverbruik (L/dag)	4,41	4,41	4,36
Voederconversie	2,18 ± 0,06	2,23 ± 0,07	2,16 ± 0,09
Observaties staartbijten	1,9%	10,6%	4,4%
Observaties oorbijten	10,0%	9,4%	7,5%
Fase 2			
Behandeling	Controle	Yucca	Controle
Groei (g/dag)	1098 ± 81	1104 ± 104	1078 ± 76
Voederverbruik (g/dag)	2612 ± 235	2609 ± 258	2532 ± 271
Waterverbruik (L/dag)	6,19	6,33	5,97
Voederconversie	2,38 ± 0,16	2,36 ± 0,09	2,34 ± 0,10
Observaties staartbijten	1,9%	7,5%	3,8%
Observaties oorbijten	1,3%	3,8%	5,1%



Fase 3			
Behandeling	Yucca	Yucca	Controle
Groei (g/dag)	985 ± 36	907 ± 66	949 ± 49
Voederverbruik (g/dag)	3087 ± 160	2938 ± 199	2901 ± 182
Waterverbruik (L/dag)	5,91	5,91	5,81
Voederconversie	3,14 ± 0,24	3,25 ± 0,30	3,06 ± 0,15
Observaties staartbijten	3,7%	3,3%	3,3%
Observaties oorbijten	2,2%	5,8%	4,8%
Totaal			
Groei (g/dag)	963 ± 45	930 ± 45	951 ± 54
Voederverbruik (g/dag)	2569 ± 155	2512 ± 199	2478 ± 176
Waterverbruik (L/dag)	5,55	5,58	5,43
Voederconversie	2,67 ± 0,15	2,70 ± 0,11	2,61 ± 0,08
Observaties staartbijten	2,7%	6,4%	3,7%
Observaties oorbijten	4,1%	6,2%	5,6%

Tabel 4. Analyse resultaten van meststalen, rechtstreeks genomen uit de mestput, aan het einde van de vleesvarkensronde.

	Afdeling 13	Afdeling 14	Afdeling 15
Droge stof (%)	7,4	7,7	8,6
Ruwe as (g/kg VM)	17	18	18
Organische stof (g/kg VM)	57	59	68
Stikstof (g/kg DS)	73	70	68
ammoniak-stikstof (g/kg DS)	42	41	39
organische stikstof (g/kg DS)	30	29	29
Fosfor (g/kg DS)	17	18	16
Kalium (g/kg DS)	34	34	32
Magnesium (g/kg DS)	12	13	11
Natrium (g/kg DS)	11	10	10



3.2 Discussie

Door technische limieten van de meetwaaiers bij lage ventilatiesnelheden is er weinig emissiedata beschikbaar van de eerste voederfase. De gegevens die wel aanwezig zijn, aan het eind van deze periode, wijzen op eerder gelijkaardige NH_3 -emissies in de 3 afdelingen. Vanaf de start van fase 2 is er een duidelijke daling van de emissies in alle afdelingen. Er zijn geen observaties in de stal die dit kunnen verklaren. De NH_3 -emissies stijgen terug na het aflaten van de mestput, wat erop wijst dat dit waarschijnlijk kwam door een effect in de put. In afdeling 13 nemen de emissies hierna echter minder sterk toe dan in de andere 2 afdelingen. Na de plotse stijging na het aflaten van de mestput neemt de NH_3 -emissie weer langzaam af, wat overeenkomt met een lichte daling van de (buiten)temperatuur en ventilatie in de afdelingen. Vanaf de start van de derde fase (waarbij de mestputten opnieuw afgelaten werden) namen de NH_3 -emissies lineair toe. In de eerste helft van de derde fase was de NH_3 -emissie nagenoeg gelijk in alle afdelingen. In de laatste 2 weken waren de NH_3 -emissies van de controle-afdeling lager dan deze van de 2 Yucca-afdelingen. Deze resultaten tonen geen duidelijk effect van Yucca op de NH_3 -emissies van de afdelingen aan.

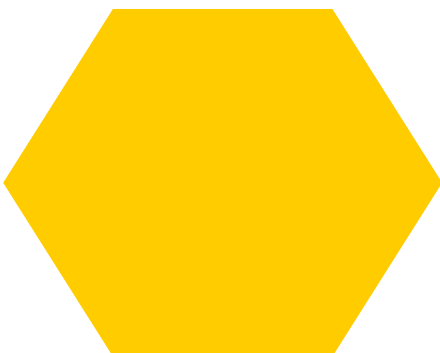
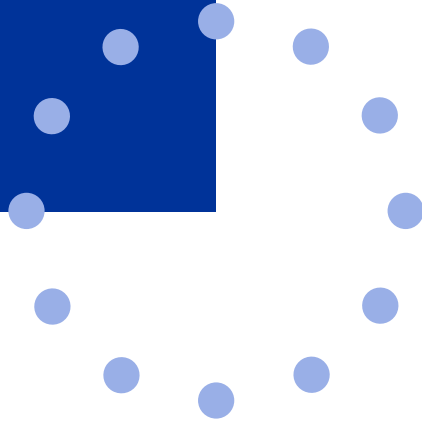
Voor CH_4 was er initieel (vanaf de start van de emissiegegevens) een 20% lagere CH_4 -emissie in 1 van de controle-afdelingen en gelijkaardige emissies in de andere 2 afdelingen. In de loop van de tweede voederfase nam de emissie in afdeling 13 sterk toe. Dit effect hield ook aan na overschakeling van controle-voeder naar voeder met Yucca-additief in deze afdeling. Door een luchtlek in de koppeling van de aanzuigleiding met de FTIR, zijn de CH_4 -emissiegegevens van de controle-afdeling (afdeling 15) niet bruikbaar vanaf het einde van de tweede fase en kunnen geen vergelijkingen gemaakt worden tussen de behandeling en de controle. Ter indicatie werden wel de figuren van de $\frac{\Delta\text{NH}_3}{\Delta\text{CO}_2}$ en de $\frac{\Delta\text{CH}_4}{\Delta\text{CO}_2}$ verhouding toegevoegd onderaan in Figuur 3. Deze verhoudingen zijn geen emissies, maar kunnen wel een ruwe inschatting geven van de emissietrends, aangezien de ΔCO_2 een inschatting is van de luchtverversing (gelijkaardig aan de CO_2 -balansmethode). Hiervoor moeten we wel veronderstellen dat de lucht die aangezogen werd via het luchtlek in het lokaal van de FTIR analyser een gelijkaardige samenstelling had als de buitenlucht. Hieruit lijkt, indicatief, dat de CH_4 -emissie in afdeling 14 (Yucca) iets hoger lag in de tweede fase dan de controle (van afdeling 15), in de derde fase nam dit verschil verder toe. Afdeling 13 had ruim de hoogste CH_4 -emissies vanaf de tweede fase. Dit blijkt echter een consistente observatie in deze afdeling, die zich bij alle proeven van RAMBO heeft voorgedaan, waarbij de methaanemissies vooral vanaf halverwege de ronde sterk op gang komen en de emissies hoger waren dan de emissies van de andere afdelingen. Hoewel het niet 100% duidelijk is waar dit verschil in emissies vandaan komt, lijkt dit een afdelingseffect te zijn, hoewel dit niet geobserveerd werd in de initiële vergelijking tussen de afdelingen (zie Verificatierapport Varkenscampus). Mogelijks is de microbiële samenstelling van de mestput op een bepaald punt geëvolueerd tot een gunstige samenstelling voor CH_4 -emissies en worden deze culturen niet voldoende teruggedrongen door ontsmetting en reiniging van de afdelingen en het laten leeglopen van de mestput tussen de rondes door.

Het gebrek aan emissiereductie geobserveerd in deze proef, is tegenstrijdig met enkele eerdere onderzoeken. Zo zag Amon et al. (1995) een 26% lagere NH_3 -emissie bij varkens die gevoederd werden met Yucca-extract (65 mg/kg voeder) in combinatie met dagelijkse dosering van het extract in de mestput. Kropsch et al. (2021) observeerde een verschil van 20% bij een toediening van 200 mg/kg Yucca-extract aan het voeder. Panetta et al. (2006) zag dan weer geen significant verschil tussen NH_3 -emissies van varkens die gevoederd werden met 0, 62,5 of 125 mg/kg Yucca-extract. Ook groei en voederconversie verschilden niet bij het gebruik van Yucca in het voeder (Amon et al., 1995; Panetta et al., 2006; Santoru et al., 2026). Ook in de huidige proef was er geen eenduidige verschil op vlak van dierprestaties tussen de afdelingen waar Yucca gegeven werd en de controle-afdelingen. Veraart, Bikker & Winkel (2022) besluiten na een literatuurstudie over meerdere diercategorieën heen dat hoewel sommige onderzoeken aanwijzingen geven dat het gebruik van Yucca de emissies kan verlagen, het eerder onwaarschijnlijk is dat dit effect, indien aanwezig, groter is dan 20%. Dit sluit aan bij de observaties in de huidige studie waarbij geen effect van Yucca op de NH_3 -emissies geobserveerd kon worden. Dit sluit niet uit dat er geen kleine effecten zouden kunnen zijn, die door variaties in praktijkomstandigheden niet tot uiting kwamen in deze beperkte proef.

De toevoeging van Yucca extract aan het voeder is een eenvoudig toepasbare maatregel die op veel verschillende stallen gebruikt kan worden. Het extract kan ingemengd worden door de voederfabrikant en vervolgens kan het voeder gebruikt worden zoals elk ander voeder. Dit verhoogt ook de mogelijkheid tot borging van de toepassing van de maatregel. Door de lage dosis is geen herformulering van de voedersamenstelling nodig, wat maakt dat er enkel een kleine meerkost is voor het extract zelf, wat kan leiden tot een lichte stijging van de voederprijs. Daar staat tegenover dat er geen wijzigingen nodig zijn in de stalinfrastructuur en er dus geen investeringskost of arbeidskost is voor deze voedermaatregel.



4. Conclusies



4.1 Conclusies

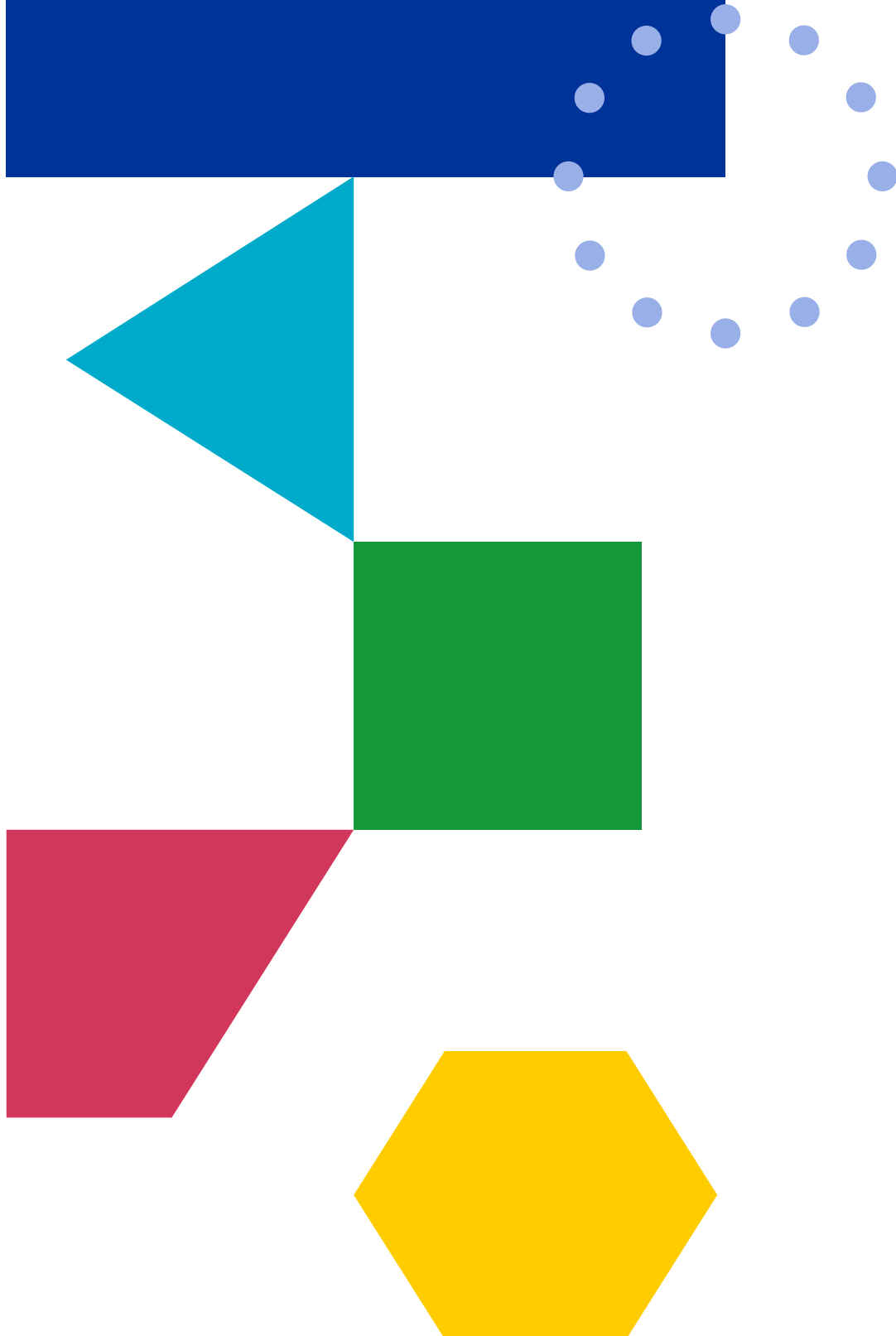
In deze praktijkproef kon geen duidelijk effect van het toevoegen van Yucca-extract aan het voeder op de NH_3 -emissies worden aangetoond. De emissies vertoonden over de verschillende fasen voornamelijk gelijkaardige trends in alle afdelingen, waarbij schommelingen eerder gelinkt konden worden aan externe factoren zoals het aflaten van de mestput, ventilatie en temperatuur, dan aan de behandeling zelf. In de laatste fase werden zelfs iets hogere NH_3 -emissies vastgesteld in de Yucca-afdelingen ten opzichte van de controle, wat het ontbreken van een consistent reducerend effect bevestigt. Voor CH_4 -emissies kon geen betrouwbare vergelijking gemaakt worden tussen behandeling en controle door technische problemen met de meetapparatuur. Indicatieve analyses suggereren geen reductie en mogelijk zelfs hogere emissies in de Yucca-afdelingen, maar deze bevindingen moeten met grote voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Daarnaast werd een uitgesproken en terugkerend afdelingsspecifiek effect vastgesteld (met name in afdeling 13), wat erop wijst dat lokale factoren zoals microbiële samenstelling van de mestput een belangrijke invloed kunnen hebben op methaanemissies.

Ook op vlak van dierprestaties en gedrag werd geen eenduidig effect van Yucca-extract vastgesteld. Dit ligt in lijn met een deel van de bestaande literatuur, waarin effecten op emissies en prestaties wisselend en vaak beperkt blijven. Hoewel de maatregel praktisch eenvoudig toepasbaar is en weinig bijkomende kosten of aanpassingen vraagt, tonen de resultaten van deze proef aan dat het effect op emissiereductie in praktijkomstandigheden onzeker en waarschijnlijk beperkt is.

Samenvattend kan gesteld worden dat het gebruik van Yucca-extract in het voeder in deze proef geen aantoonbare bijdrage leverde aan de reductie van NH_3 - en CH_4 -emissies. Kleine effecten kunnen niet volledig uitgesloten worden, maar werden in deze praktijkproef niet zichtbaar, mogelijk door variabiliteit in omstandigheden en technische beperkingen. Verdere studies met meer herhalingen en onder sterk gecontroleerde omstandigheden zijn nodig om het potentieel van deze maatregel beter te kwantificeren.



5. Referenties



5.1 Referenties

Amon M., Dobeic M., Misselbrook T. H., Pain B. F., Phillips V. R., and Sneath R. W. (1995). A farm scale study on the use of De-Odorase for reducing odour and ammonia emissions from intensive fattening piggeries. *Bioresour. Technol.* 51:163–169. doi: 10.1016/0960-8524(94)00107-C

Kropsch, M., Gasteiger, K., Jung, A. & Zentner, E. (2022). Targeted reduction of emissions in fattening pigs. HBLFA Raumberg-Gumpenstein Landwirtschaft.

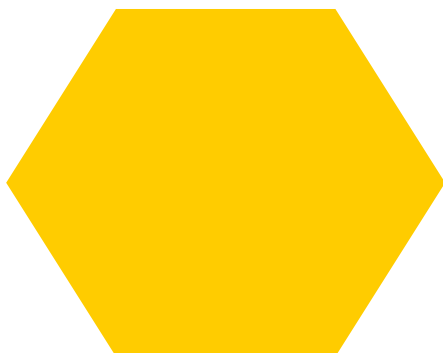
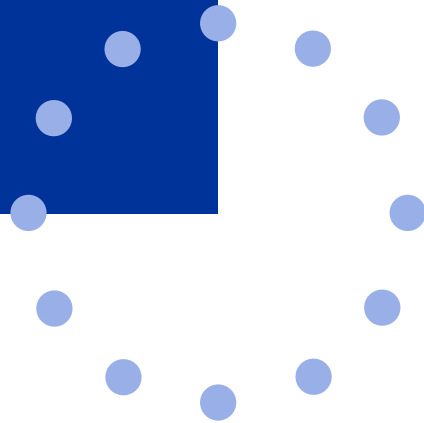
Panetta, D., Powers, W. J., Xin, H., Kerr, B. J., & Stalder, K. J. (2006). Nitrogen excretion and ammonia emissions from pigs fed modified diets. *Journal of Environmental Quality*, 35(4), 1297.

Santoru M, Muñoz-Grein J, Latorre MA, Rossi L, Pinotti L, Alvarez-Rodriguez J. (2026) Yucca schidigera extract in finishing pig diets: impacts on performance, welfare, carcass and meat traits by sex. *Animal Production Science* 66, AN25381. <https://doi.org/10.1071/AN25381>

Veraart, M., Bikker, P. & Winkel, A. (2022). Evaluation of Yucca schidigera plant products for mitigation of gaseous emission from livestock. Wageningen Livestock Research, Public Report 1429.



6. Bijlages



6.1 Bijlage 1: voedersamenstellingen

Fase 1	Controle		Yucca	
	Formulering	Analyse	Formulering	Analyse
netto energie (kcal/kg)	2300	NA	2300	NA
vocht (%)	12,3	11,8	12,3	11,9
ruw eiwit (%)	16	15,1	16	14,9
ruw vet (%)	5	4,7	5	4,8
zetmeel (%)	40,4	37,2	40,4	35,7
suiker (%)	3,9	4,6	3,9	4,4
ruwe celstof (%)	4,6	4,7	4,6	5,0
ruwe as (%)	4,6	5,7	4,6	5,9
calcium (%)	0,6	0,57	0,6	0,62
fosfor (%)	0,42	0,37	0,42	0,38
natrium (%)	0,21	0,18	0,21	0,19
Kalium (%)	NA	0,69	NA	0,71
Chloor (%)	0,19	0,19	0,19	0,19
Elektrolytenbalans [Na]+[K]-[Cl] (meq)	240	198	240	208
vit E (mg/kg)	150	NA	150	NA
selenium (mg/kg)	0,4	NA	0,4	NA
Lysine (%)	1,05	NA	1,05	NA
SID met + cys/SID lysine	0,6	NA	0,6	NA
SID thr/SID lys	0,66	NA	0,66	NA
SID trp/SID lys	0,18	NA	0,18	NA
SID val/SID lys	0,66	NA	0,66	NA
SID ile/SID lys	0,54	NA	0,54	NA
SID leu/SID lys	1,03	NA	1,03	NA
SID his/SID lys	0,35	NA	0,35	NA
Yucca (ppm)	0	NA	200	NA



Fase 2	Controle		Yucca	
	Formulering	Analyse	Formulering	Analyse
netto energie (kcal/kg)	2275	NA	2275	NA
vocht (%)	12,3	11,9	12,3	12,5
ruw eiwit (%)	15,7	14,30	15,7	14,3
ruw vet (%)	4,46	3,5	4,46	3,5
zetmeel (%)	41,3	39,4	41,3	38,6
suiker (%)	3,9	4,2	3,9	4,2
ruwe celstof (%)	4,54	5,3	4,54	4,7
ruwe as (%)	4,54	4,4	4,54	4,9
calcium (%)	0,60	0,67	0,60	0,67
fosfor (%)	0,42	0,39	0,42	0,40
natrium (%)	0,21	0,20	0,21	0,18
Kalium (%)	NA	0,64	NA	0,65
Chloor (%)	0,18	0,24	0,18	0,26
Elektrolytenbalans [Na]+[K]-[Cl] (meq)	240	185	240	171
vit E (mg/kg)	150	NA	150	NA
selenium (mg/kg)	0,40	NA	0,40	NA
Lysine (%)	0,96	NA	0,96	NA
SID met + cys/SID lysine	0,61	NA	0,61	NA
SID thr/SID lys	0,66	NA	0,66	NA
SID trp/SID lys	0,19	NA	0,19	NA
SID val/SID lys	0,73	NA	0,73	NA
SID ile/SID lys	0,59	NA	0,59	NA
SID leu/SID lys	1,12	NA	1,12	NA
SID his/SID lys	0,38	NA	0,38	NA
Yucca (ppm)	0	NA	200	NA

Fase 3	Controle		Zeolieten	
	Formulering	Analyse	Formulering	Analyse



netto energie (kcal/kg)	2250	NA	2250	NA
vocht (%)	12,26	12,0	12,26	11,8
ruw eiwit (%)	14,5	14,0	14,5	13,8
ruw vet (%)	4,03	3,3	4,03	3,4
zetmeel (%)	42,3	39,1	42,3	38,1
suiker (%)	3,66	4,3	3,66	4,1
ruwe celstof (%)	4,76	5,9	4,76	4,4
ruwe as (%)	4,4	4,4	4,4	4,4
calcium (%)	0,6	0,61	0,6	0,66
fosfor (%)	0,41	0,41	0,41	0,41
natrium (%)	0,2	0,21	0,2	0,20
Kalium (%)	NA	0,62	NA	0,62
Chloor (%)	0,19	0,24	0,19	0,25
Elektrolytenbalans [Na]+[K]-[Cl] (meq)	220	182	220	176
vit E (mg/kg)	150	NA	150	NA
selenium (mg/kg)	0,4	NA	0,4	NA
Lysine (%)	0,85	NA	0,85	NA
SID met + cys/SID lysine	0,62	NA	0,62	NA
SID thr/SID lys	0,66	NA	0,66	NA
SID trp/SID lys	0,2	NA	0,2	NA
SID val/SID lys	0,75	NA	0,75	NA
SID ile/SID lys	0,59	NA	0,59	NA
SID leu/SID lys	1,16	NA	1,16	NA
SID his/SID lys	0,39	NA	0,39	NA
Yucca (ppm)	0	NA	200	NA



In samenwerking met/ met steun van:



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO



Proefbedrijf
Pluimveehouderij
Provincie Antwerpen



Provincie
Antwerpen



Provincie Noord-Brabant

