



PraktijkRapport 7

Quinoa-geheleplantensilage in het rantsoen van melkkoeien



Maart 2002



Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2002/oplage 100
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



PRAKTIJKONDERZOEK
VEEHOUDERIJ

PraktijkRapport 7

Quinoa-geheleplantensilage in het rantsoen van melkkoeien

Ronald Zom
Herman van Schooten
Ina Pinxterhuis

Maart 2002

Voorwoord

In Nederland vervult het Praktijkonderzoek Veehouderij een grote rol bij introductie van innovatieve technieken en nieuwe ontwikkelingen in de rundveehouderijpraktijk. Het Praktijkonderzoek Veehouderij probeert in samenwerking met het fundamenteel onderzoek nieuwe ontwikkelingen op te pikken en te vertalen in praktisch toepasbare oplossingen voor veehouders. De uitkomsten van dit toepassingsgerichte onderzoek van het Praktijkonderzoek Veehouderij zijn niet alleen voor de veehouder van belang, maar het geeft ook feedback en sturing aan het fundamentele onderzoek. Ook het onderzoek dat in dit rapport is beschreven is bij uitstek een voorbeeld van deze aanpak. Aanleiding voor dit onderzoek was het werk van Plant Research International op het gebied van veredeling van zoete varianten van het gewas quinoa. Gehele planten silage van quinoa (quinoa-GPS) wordt gezien als een potentiële eiwitbron voor het rantsoen van melkkoeien. Dit is vooral van belang voor de biologische melkveehouderij die beperkt is in de import van eiwit via het veevoer. Ook voor de gangbare veehouderij zullen nieuwe zelfgeteelde eiwitbronnen steeds belangrijker worden. Zeker wanneer de voorspellingen uitkomen dat de landbouw zich in de komende decennia meer regionaal zal moeten oriënteren, waarbij zowel de grondstoffen als eindproducten van agrarische productie binnen bepaalde regio's zullen moeten worden geproduceerd en verwerkt. Dit rapport beschrijft de eerste stap op weg in het onderzoek naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van quinoa-GPS als voedergras voor de praktische veehouderij in Nederland op dit moment. De auteurs willen hierbij ook hun dank uitspreken in de richting van Peter Feil voor de coördinatie van deze proef en de medewerkers van Praktijkcentrum Aver Heino die door hun inzet en toewijding bij de praktische uitvoering van deze voederproef dit onderzoek tot een succes hebben gemaakt. Het onderzoek werd mede mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van de stichting STIMULAND Overijssel.

F. Mandersloot, hoofd divisie Rundvee, Paarden, Schapen en Geiten

Samenvatting

De aanvoer van eiwit via (kracht)voer aankoop is op biologische veehouderijbedrijven beperkt. Dit komt enerzijds door regelgeving die eisen stelt aan de aard en de herkomst van eiwitrijke krachtvoerders en anderzijds door schaarste op de markt van biologische eiwitrijke krachtvoergrondstoffen. Voor biologische veehouderijbedrijven is verbetering van de eiwitvoorziening door meer gebruik te maken van zelfgeteelde voedergewassen het enige alternatief. Dit gegeven heeft geleid tot een intensieve zoektocht naar nieuwe voedergewassen die geschikt zijn als eiwitbron in het rantsoen voor melkkoeien. Recent onderzoek in Denemarken en Nederland heeft aangegeven dat quinoa (*Chenopodium quinoa*) een potentieel eiwitrijk voedergewas is met een hoog opbrengstvermogen. In een relatief korte tijd kan als gehele planten silage geogste quinoa drogestof opbrengsten geven tot 11 ton/ha met een ruw eiwitgehalte dat varieert tussen 17 en 21%. Deze quinoa-GPS werd geogst vóór de zaadvorming omdat de zaden van quinoa saponinen (bitterstoffen) bevatten die een bittere smaak geven.

Echter, nieuw onderzoek heeft nieuwe zoete quinoa variëteiten opgeleverd die een laag gehalte aan saponinen hebben. Deze zoete variëteiten hebben het voordeel dat de zaden ook kunnen bijdragen aan de drogestof opbrengst en de voederwaarde wanneer het gewas wordt geogst als quinoa-GPS. Gebaseerd op de hoge verwachtingen wat betreft opbrengst en eiwitgehalte, kan worden geconcludeerd dat quinoa-GPS een aantrekkelijk alternatief voedergewas kan zijn voor de biologische veehouderij. Echter, tot op heden waren nog geen ervaringen bekend met de toepassing van quinoa-GPS in het rantsoen van melkkoeien. Het Praktijkonderzoek Veehouderij heeft daarom een voederproef uitgevoerd waarin de effecten van het gedeeltelijk vervangen van gras/klaverkuil door quinoa-GPS op de voeropname, melkproductie en melksamenstelling is onderzocht.

Uit de veestapel van Praktijkcentrum Aver Heino werden 30 Red Holstein-Friesian melkkoeien (3 vaarzen en 27 ouderekalfs koeien) geselecteerd en ingedeeld in drie gelijkwaardige groepen: Q0, Q20 en Q40. Gedurende een voorperiode kregen alle koeien een basisrantsoen dat bestond uit onbeperkt snijmaïskuil en gras/klaverkuil in een verhouding van 35:65 op basis van drogestof. Gedurende de proefperiode werd een deel van de gras/klaverkuil in het basisrantsoen vervangen door quinoa-GPS. Op basis van drogestof bestond het basisrantsoen van de proefgroepen uit onbeperkt snijmaïskuil, gras/klaverkuil en quinoa-GPS in verhoudingen van respectievelijk 35:65:0 voor Q0, 35:45:20 voor Q20 en 35:25:40 voor Q40. Binnen elk blok was de krachtvoergift voor alle koeien gelijk.

De quinoa-GPS werd geogst in het deegrijpe stadium. In vergelijking met literatuurgegevens waren het ruw eiwitgehalte en de verteerbaarheid erg laag, waarschijnlijk mede door een laag stikstofbemestingsniveau. De gemiddelde ruwvoeropname van Q0, Q20 en Q40 bedroeg respectievelijk 15,3, 16,4 en 15,5 kg ds/dag. De gemiddelde totale drogestof opname van Q0, Q20 en Q40 bedroeg respectievelijk 21,8, 22,9 en 22,1 kg ds/dag. De ruwvoeropname en de totale drogestof opname van Q20 was significant hoger dan van Q0 en Q40. De VEM opname was niet significant verschillend tussen de proefgroepen. Zowel de DVE opname als de OEB opname verschilden significant tussen de groepen ($p < 0,05$). Naarmate het aandeel quinoa-GPS in het rantsoen toenam daalden de DVE en OEB opname.

De gemiddelde melkgift, vet-, eiwit en FPCM productie van Q0, Q20 en Q40 bedroeg respectievelijk 26,4, 25,8 en 24,4 kg melk/dag, 1252, 1271 en 1176 g vet/dag, 936, 889, 831 g eiwit/dag en 29,0, 28,8 en 27,1 kg FPCM/dag. De melkgift, eiwit- en FPCM-productie van Q40 was significant ($p < 0,05$) lager dan van Q0 en Q20. Daarnaast was er een tendens ($0,05 < p < 0,10$) voor een lagere vetproductie voor Q40 ten opzichte van Q0 en Q20. De eiwitproductie van Q0 was significant hoger dan van Q20 ($p < 0,05$). Er waren tussen de behandelingen geen significante verschillen in de gehalten van melkvet en eiwit. De excretie van melkureum nam af naarmate het aandeel quinoa-GPS in het rantsoen toenam, resulterend in significante verschillen tussen de proefbehandelingen ($p < 0,001$). Het melkureumgehalte van Q20 en Q40 was significant lager dan van Q0 ($p < 0,001$). Het gemiddelde lichaamsgewicht en het verloop van lichaamsgewicht en conditiescore verschilden weinig tussen de groepen. Berekeningen van de VEM- en DVE-balans en een vergelijking van de verschillen in werkelijke en verwachte FPCM productie zijn uitgevoerd om te beoordelen of de rekenregels voor graan-GPS ook voldoen voor quinoa-GPS. De resultaten suggereren dat dit inderdaad het geval is.

Er kan worden geconcludeerd dat quinoa-GPS goed wordt opgenomen maar dat de voederwaarde laag is, hetgeen zich uit in een lagere melk(eiwit)productie. Toekomstig onderzoek zal gericht moeten zijn op verbetering van het eiwitgehalte en de verteerbaarheid met behoud van de goede eigenschappen zoals een snelle gewasgroei, hoge drogestof opbrengst en een goede smakelijkheid.

Summary

In organic dairy farm systems the input of protein from concentrates purchase is restricted, on the one hand by legislative regulation and on the other due to a shortage of high protein feeds on the markets. In organic dairy farm systems, improvement of self-support with protein from home grown forages is the only alternative to increase the level of dietary protein in rations for dairy cows. Therefore, there is an intensive quest going on for novel feed crops that are suitable protein sources for dairy cows in organic farming systems. Research in Denmark and the Netherlands has indicated that quinoa (*Chenopodium Quinoa*) is quite promising as a high yielding and protein rich forage crop. In a relatively short period of time, a whole quinoa crop harvested prior to seed filling can yield to ca. 11 tons of dry matter/ha with a crude protein content that varies between 17 and 21 %.

The seed of the quinoa contains saponines which reduce the palatability due to their bitterness. However, recent breeding efforts have yielded new sweet quinoa varieties that are low in saponines. Forage production with low saponine quinoa varieties may have the advantage that the seeds can also contribute to the dry matter yield and feeding value.

Based on the high expectations for dry matter and protein yields, it was concluded that quinoa whole crop silage (quinoa WCS) could be attractive as an alternative forage crop for organic dairy farm systems. However, no data on quinoa WCS as forage for dairy cows have been published yet. Therefore a feeding experiment was conducted with the aim to evaluate the effects of partial replacement of wilted grass-clover silage by quinoa whole crop silage on feed intake and milk production and milk composition of dairy cows.

Thirty Red Holstein-Friesian dairy cows were allocated to 10 blocks of 3 cows each in order to form 3 balanced treatment groups. The treatment groups were defined as Q0 (control), Q20 and Q40. The experimental period consisted of a three week pre-treatment period and a five week treatment period. During the pre-treatment period all cows received the same basal diet that consisted of a mixture of maize silage and wilted grass-clover silage (ratio 35:65 on a dry matter basis) *ad libitum*. During the treatment period, the ratios between maize silage, wilted grass-clover silage and quinoa WCS in the basal diets of Q0, Q20 and Q40 were 35:65:0, 35:45:20 and 35:25:40 on a dry matter basis, respectively. This diet was supplemented with a commercial organic concentrate. The level of concentrate supplementation was equal for all cows within one block.

The quinoa WCS was harvested at a dough ripe stage of maturity. Compared to data from the literature, the protein content and digestibility of the organic matter were very low.

The treatment means of the forage dry matter intake (FDMI) and total dry matter intake (TDMI) for Q0, Q20 and Q40 were 15.3, 16.4 and 15.5 kg DM/d and 21.8, 22.9 and 22.1 kg DM/d, respectively. The FDMI and consequently TDMI were significantly higher for Q20 than for Q0 and Q40. The intake of VEM (net energy for lactation) was not significantly different between the treatments. The intakes of DVE (digestible protein available in the intestine) and OEB (degradable protein balance) declined with higher amounts of quinoa WCS in the diet. This resulted in significant differences in the intakes of both DVE and OEB between the treatments ($p < 0.05$).

The mean values for the milk, fat, protein and FPCM yields of treatments Q0, Q20 and Q40 were 26.4, 25.8 and 24.4 kg milk/d, 1252, 1271 and 1176 g fat/d, 936, 889, 831 g protein/d, 29.0, 28.8 and 27.1 kg FPCM/d, respectively. The yields of milk, protein and FPCM were significantly lower for Q40 than for Q0 and Q20 ($p < 0.05$). In addition, there was a tendency for a lower fat yield for Q40 than for Q0 and Q20 ($0.05 < p < 0.10$). The protein yield for Q0 was significantly higher than for Q20. There were no significant differences between the treatments in the concentrations of fat and protein in milk. The excretion of urea in milk was inversely related to the portion of quinoa-WCS in the diet, resulting in significant differences between the treatments ($P < 0.001$). The concentration of milk urea was significantly lower for Q20 and Q40 than for Q0. Body weight, body changes and BCS were similar for all treatment groups.

The feeding value of quinoa WCS was based on the same formulas that are currently in use for calculation of the feeding value of cereal WCS. Calculations on the energy and protein balances and the actual and expected FPCM and protein yield were performed to assess the accuracy of these formulas. The results indicated that the formulas for calculation of the feeding value of cereal WCS are also applicable for calculation of the feeding value of quinoa WCS.

It can be concluded that quinoa WCS is a palatable feed with a low feeding value however. Therefore, future research should be focussed on improvement of digestibility and protein content while maintaining its good points such as growth rate, yield potential and palatability.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en doelstelling van het onderzoek	1
1.2	Quinoa: Herkomst en eigenschappen	2
2	Materiaal en methoden	3
2.1	Proeflocatie	3
2.2	Proefopzet.....	3
2.3	Voedergewassen.....	3
2.3.1	Gras/klaverkuil	3
2.3.2	Snijmaïs.....	3
2.3.3	Quinoa.....	4
2.4	Voermethoden	4
2.5	Metingen, bemonstering en analyses	5
2.5.1	Voersamenstelling en voederwaarde	5
2.5.2	Voeropname	5
2.5.3	Melkproductie en melksamenstelling	5
2.5.4	Gewicht en conditiescore	6
2.5.5	VEM- en DVE-balans	6
2.6	Statistische analyse.....	7
3	Resultaten en discussie	8
3.1	Chemische samenstelling voeders	8
3.2	Conservering quinoa-GPS.....	8
3.3	Voer- en nutriëntenopname	11
3.3.1	Voer- en nutriëntenopname tijdens de voorperiode	11
3.3.2	Voer- en nutriëntenopname tijdens de proefperiode	11
3.3.3	Rantsoensamenstelling	13
3.4	Melkproductie	14
3.4.1	Melkgift en melksamenstelling tijdens de voorperiode.....	14
3.4.2	Melkgift en melksamenstelling tijdens de proefperiode	14
3.5	Gewicht en conditiescore	18
3.6	Schatting voederwaarde quinoa-GPS.....	20
4	Conclusies en aanbevelingen	21
	Literatuur	22
	Bijlagen	23
	Bijlage 1 Gewasstadium tabel	23
	Bijlage 2 Tables in English	24

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doelstelling van het onderzoek

Biologische landbouwbedrijven zijn voor de input van stikstof in het productiesysteem afhankelijk van de aanvoer via het veevoer, en door de binding van stikstof uit de lucht met vlinderbloemigen. De aanvoer van stikstof via het voer is beperkt. Dit is deels een gevolg van de regelgeving die beperkingen oplegt aan de hoeveelheid en de aard van de (eiwitrijke) grondstoffen die in biologisch krachtvoer mogen worden gebruikt. Daarnaast zijn door een krap aanbod de prijzen van eiwitrijke biologisch geteelde krachtvoergrondstoffen hoog. Bovendien streven biologische veehouderijbedrijven er naar om zoveel als mogelijk zelfvoorzienend te zijn wat betreft hun voederverzorging. Het gevolg is dat de input van eiwit, en dus ook stikstof, via het voer in biologische veehouderijsystemen vrij gering is. Het enige alternatief om de aanvoer van stikstof in biologische veehouderijsystemen te verbeteren is het gebruik van zelfgeteelde eiwitrijke voedergewassen. Dit gegeven heeft geleid tot een intensieve zoektocht naar voedergewassen die geschikt zijn als eiwitbron voor melkkoeien. Potentiële eiwitgewassen kunnen zowel vlinderbloemigen als niet-vlinderbloemigen zijn. Vlinderbloemige eiwitgewassen hebben het voordeel dat ze stikstof uit de lucht kunnen binden en daarmee stikstof van buitenaf in het systeem kunnen brengen. Diepwortelende niet-vlinderbloemige eiwitgewassen hebben het voordeel dat zij stikstof dat uitgespoeld is naar de diepere lagen van de bodem kunnen vangen en terughalen. Hierdoor worden de verliezen van stikstof uit het systeem beperkt. Ook vanuit overwegingen van bodemvruchtbaarheid (aaltjes, plantenziekten etc.) kan het aantrekkelijk zijn om niet uitsluitend vlinderbloemige gewassen te telen voor het verbeteren van de eiwitvoorziening. Quinoa (*Chenopodium Quinoa.*) is een voorbeeld van een diep wortelend niet-vlinderbloemig gewas dat mogelijk als eiwitbron kan worden gebruikt. Uit onderzoek in Denemarken is gebleken dat gehele plantensilage (GPS) van quinoa een opbrengst kan geven van 8 tot 11 ton drogestof per hectare (RVAU, 1996). De quinoa-GPS in dat onderzoek had een relatief hoog ruw eiwitgehalte (Zie Tabel 1). Het eiwit van quinoa-GPS bevat bovendien relatief veel essentiële en limiterende aminozuren (RVAU, 1996). Bij het Deense onderzoek werd de quinoa-GPS geoogst voordat de zaadvorming plaatsvond, omdat de zaden bitterstoffen (saponinen) bevatten. Plant Research International heeft een veredeling programma opgezet dat een aantal quinoa variëteiten heeft opgeleverd die geschikt zijn voor de teelt in Noordwest Europa en bovendien een zeer laag gehalte aan bitterstoffen hebben (Mastebroek, 2001). Deze zoete quinoa variëteiten kunnen in een later stadium worden geoogst waardoor ook de zaden kunnen bijdragen aan de voederwaarde en drogestof opbrengst (Mastebroek, 2001). Op basis van deze bevindingen is geconcludeerd dat quinoa-GPS mogelijkheden biedt als alternatief eiwitgewas voor de biologische melkveehouderij. Echter, tot op heden is niet bekend welke effecten het opnemen van quinoa-GPS in het rantsoen van melkkoeien heeft op de voeropname en melkproductie. Om deze leemte op te vullen is door het Praktijkonderzoek Veehouderij een voederproef uitgevoerd om te onderzoeken wat de effecten zijn van het gedeeltelijk vervangen van gras/klaverkuil door quinoa-GPS op de voeropname, melkgift, melksamenstelling, gewichtsverloop en conditiescore van melkkoeien.

Tabel 1. Samenstelling quinoa-GPS bij verschillende groeiduur, gehalten in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven

Groeiduur	9 weken	11 weken	13 weken
Drogestof (g/kg)	210	256	235
Ruw eiwit	212	167	180
Ruwe celstof	226	242	228
Ruw as	166	119	138
Ruw vet	33	39	36
Suiker	21	20	26
Zetmeel	7	31	44
NDF	347	370	353
ADF	261	275	248
VC-OS % (in vivo)	68,8	61,9	61,1
VC-OS % (in vitro)	67,0	63,6	64,5

Bron: RVAU, 1996.

1.2 Quinoa: Herkomst en eigenschappen

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) oftewel gierstmelde is een pseudo-graangewas dat van oorsprong uit de Andes in Zuid Amerika komt. De plant is nauw verwant aan de melde, spinazie en de biet. In een jong stadium lijken de plantjes sterk op melde (ook wel ganzenvoet of melganzenvoet genoemd). De volwassen planten worden afhankelijk van variëteit en type 0.7 tot 3.0 m hoog en bloeien in vele kleuren. In vergelijking met granen hebben de zaden van quinoa een hoog eiwitgehalte met een hoogwaardige aminozuursamenstelling met name de gehalten aan lysine, methionine en cysteine zijn relatief hoog (Galwey, 1992; Rurales en Nair, 1992). Aan het gewas quinoa is nog relatief weinig veredelingswerk gedaan. Onderzoek van Jacobsen en Stølen (1993) geeft aan dat de mogelijkheden tot selectie en genetische verbetering zeer aanzienlijk zijn. De resultaten van het onderzoek geven aan dat quinoa een veelbelovend gewas is dat goed kan groeien bij droogte en op slechte onvruchtbare (of laag bemeste) gronden (Galwey,1992; Jacobsen en Stølen,1993). Echter, hoewel quinoa vaak als een droogtetolerant gewas wordt beschouwd geven ervaringen in Denemarken aan dat wanneer quinoa als voedergewas wordt gebruikt beregening nodig kan zijn om stabiele en hoge producties veilig te stellen (RVAU, 1996).

2 Materiaal en methoden

2.1 Proeflocatie

Het experiment werd uitgevoerd op het Praktijkcentrum voor biologische melkveehouderij "Aver Heino" te Heino. De koeien waren gehuisvest in een ligboxenstal met roostervloer. De afdeling voor het voedingsonderzoek is uitgerust met elektronische voerdeuren (Calan) met automatische weegbakken (Welvaarts). Het krachtvoer kan worden verstrekt met computergestuurde krachtvoerautomaten (DeLaval). De koeien werden gemolken in een 8-stands open tandem melkstal met automatische koeherkenning, elektronische melkgifmeting en afnameapparatuur (DeLaval). Daarnaast is de stal voorzien van een elektronische weegbrug (Welvaarts) waarmee de koeien bij het verlaten van de melkstal automatisch worden gewogen.

2.2 Proefopzet

De voederproef is uitgevoerd als een volledig gewarde blokkenproef. Uit de veestapel van ongeveer 90 melkkoeien werden 30 herfstkalvende Red Holstein-Friesian melkkoeien (3 vaarzen en 27 ouderekalfs koeien) geselecteerd. Deze koeien werden ingedeeld in 10 blokken van 3 koeien elk. De blokindeling gebeurde op basis van de mate van overeenkomst in lactatienummer, lactatiestadium, drachtigheidstadium, melkproductie en melksamenstelling, conditiescore en gewicht. De koeien van elk blok werden door loting toegewezen aan de proefbehandelingen. De proefbehandelingen waren gedefinieerd als Q0, Q20 en Q40.

Aan het begin van de proef waren de koeien van Q0, Q20 en Q40 respectievelijk gemiddeld 90, 87 en 84 dagen in lactatie.

De voederproef bestond uit een drieweekse voorperiode gevolgd door een vijfweekse proefperiode.

Gedurende de voorperiode kregen alle koeien een onbeperkte hoeveelheid van een basisrantsoen dat bestond uit snijmaïskuil en gras/klaverkuil in een verhouding van 35:65 op basis van drogestof. Gedurende de proefperiode bestond het basisrantsoen van de proefgroepen uit snijmaïskuil, gras/klaverkuil en quinoa-GPS in verhoudingen van respectievelijk 35:65:0 voor Q0, 35:45:20 voor Q20 en 35:25:40 voor Q40.

2.3 Voedergewassen

2.3.1 Gras/klaverkuil

De gras/klaverkuil was gemaakt van de eerste snede van een aantal gras/klaver percelen. De grasmat van deze percelen bestond overwegend uit engels raagrass en witte klaver. Deze percelen waren in het voorjaar van 2000 bemest met ongeveer 25 m³ rundveedrijfmest per ha toegediend met een zode-injecteur. De gras/klaver werd gemaaid op 2 mei, 2000 met een cirkelmaaier-kneuzercombinatie. Bij het maaien bedroeg de opbrengst ongeveer 2000 kg drogestof per hectare. Het gewas werd geschud en voorgedroogd en na een veldperiode van twee dagen geoogst met een hakselaar en tenslotte ingekuuld in een rijkuil.

2.3.2 Snijmaïs

De snijmaïs en quinoa werden elk verbouwd op een deel van hetzelfde perceel gescheurd grasland op een enkeerdgrond met grondwatertrap VII. Het grasland werd in het voorjaar bemest met 90 kg N/ha, waarvan 41 kg werkzame N/ha, 27,5 kg P₂O₅/ha en 162 kg K₂O/ha afkomstig uit 25 m³ rundveedrijfmest per hectare. Op 20 mei is een snede gras gemaaid en ingekuuld. De opbrengst bedroeg ongeveer 3750 kg per hectare. Na de oogst is de grasmat gefreesd, bewerkt met een vastetandcultivator en vervolgens geploegd met een ploeg met vorenpakker. Na het ploegen werd er bemest met 93 kg N/ha, waarvan 56 kg werkzame N/ha, 33 kg P₂O₅/ha en 177 kg K₂O/ha afkomstig uit 30 m³ rundveedrijfmest per hectare.

De snijmaïs van het ras Symphony werd gezaaid op 22 mei 2000. De hoeveelheid zaaizaad bedroeg ongeveer 100.000 zaden per hectare. De rijenafstand was 75 cm en de zaaidiepte ongeveer 6 cm. Het onkruid werd bestreden door één keer voor opkomst en één keer na opkomst te wieden. Er is twee keer alleen geschoffeld en één keer geschoffeld en aangeaard.

De snijmaïs werd geoogst in het hard deegrijpe stadium op 16 oktober 2000 met een maïshakselaar die was voorzien van een korrelkneuzer. De theoretische haksellengte was ongeveer 6 mm. De opbrengst bedroeg 12.9 ton drogestof per hectare. De snijmaïs werd ingekuuld in een sleufsilos afgedekt met plastic en een zanddek.

2.3.3 Quinoa

De quinoa die op een ander deel van hetzelfde perceel gescheurde grasland werd verbouwd kreeg dezelfde bemesting en grondbewerking als de snijmaïs. De quinoa werd gezaaid op 23 mei 2000 met een breedkouter graszaaimachine op een rijenafstand van 50 cm en een zaaidiepte van 1 á 2 cm. Per hectare is 10 kg zaaizaad gebruikt. Het zaaizaad van de quinoa was afkomstig uit een selectielijn (PRI98838) ontwikkeld door Plant Research International.

Het gewas kwam op binnen een week na het zaaien. Het onkruid werd vanwege de fijnzadigheid uitsluitend tussen de rij bestreden door één keer wiedegeen en één keer schoffelen met een rijenschoffel voor het sluiten van het gewas. Na 4 weken was het gewas volledig gesloten.

Het gehele gewas is op 15 september geoogst met een hakselaar met een rij-onafhankelijke maaisbek. De opbrengst bedroeg ongeveer 9 ton drogestof per hectare. Het drogestof gehalte bij de oogst bedroeg 232 g/kg. Het oogsttijdstip was aanvankelijk gepland bij een drogestof gehalte van ongeveer 280 g/kg om perssperverliezen te voorkomen. Echter de oogst werd vervroegd omdat het gewas dreigde te gaan legeren. Bij de oogst was de gewashoogte ongeveer 1.6 m. De stopplengte was ongeveer 30 cm. Bij de oogst waren de bloemen roodbruin verkleurd. De onderste helft van het gewas was geel verkleurd terwijl het bovenste deel van het gewas nog groen was. Het gewasstadium was 8 volgens de decimale code in de gewasstadiumtabel van Darwinkel en Stolen (1998). Zie bijlage 1. De theoretische haksellengte was ongeveer 6 mm. De quinoa-GPS werd ingekuild zonder conserveringsmiddel in een rijkuil afgedekt met plastic en een zanddek.

2.4 Voermethoden

Binnen de blokken kreeg elk dier een gelijke vaste hoeveelheid krachtvoer. Het krachtvoer werd gelijkmatig over de dag verstrekt met computergestuurde krachtvoer automaten die gedurende de gehele dag vrij toegankelijk waren. Het krachtvoer was een standaard biologisch mengvoer (Eco A Extra, ABCTA). De grondstoffensamenstelling is gegeven in Tabel 2.

Wekelijks werd de gras/klaverkuil, snijmaïskuil en quinoa-GPS bemonsterd voor bepaling van het drogestof gehalte. Het drogestofgehalte werd bepaald op basis van het gewichtsverschil van het verse materiaal en het gedroogde materiaal na 24 uur drogen bij 104°C. Op basis van deze drogestofgehaltes werd berekend hoeveel vers materiaal van elk voerpartij moest worden ingewogen in het ruwvoermengsel. De koeien werden twee keer per dag gevoerd om 7:00 en 17:00 uur met een voermengwagen. Voorafgaand aan het voeren werden de voerresten automatisch gewogen en vervolgens verwijderd. Gedurende de gehele duur van de voederproef hadden koeien onbeperkt toegang tot de ruwvoermengsels. Om een onbeperkte opname van ruwvoer te garanderen bedroeg de minimale hoeveelheid voerrest tenminste 10% van de aangeboden hoeveelheid ruwvoer. Vers drinkwater was de gehele dag vrij beschikbaar.

Tabel 2. Grondstoffensamenstelling biologisch mengvoer

Ingrediënt	%
Aardappeleiwit	5,0
Citruspulp	5,6
Grasbrok	20,0
Kokosschilfers	12,0
Lijnzaad	3,1
Luzernebrok	14,2
Palmpitschilfers	10,0
Raapzaadschilfers	1,8
Rietmelasse	3,0
Triticale	14,6
Zonnebloemzaadschilfers	9,4
Mineralen	1,2

2.5 Metingen, bemonstering en analyses

2.5.1 Voersamenstelling en voederwaarde

Wekelijks werd van elke voerpartij een representatief monster genomen. De monsters van het ruwvoer werden luchtdicht verpakt opgeslagen in een vriezer bij -20°C. De monsters van het krachtvoer werden gekoeld en luchtdicht opgeslagen. Van de afzonderlijke monsters van snijmais en gras/klaverkuil werden aan het einde van de proef per partij mengmonsters voor de voor- en proefperiode samengesteld. Van de afzonderlijke monsters van het krachtvoer werd aan het eind van de proefperiode één mengmonster voor de gehele experimentele periode samengesteld. Van afzonderlijke monsters van de quinoa-GPS werden twee mengmonsters samengesteld, één mengmonster voor de eerste helft van de proefperiode en één mengmonster voor de tweede helft van de proefperiode.

De mengmonsters werden geanalyseerd op het gehalte aan droge stof, NH₃ (alleen gras/klaverkuil en quinoa-GPS), ruw eiwit, ruwe celstof, ruw as, ruw vet (alleen quinoa-GPS en krachtvoer), suiker (behalve snijmais), zetmeel (behalve gras/klaverkuil), NDF, ADF, en ADL. Tevens werd van alle ruwvoerders de *in vitro* verteerbaarheid volgens de methode van Tilley en Terry (1963) bepaald. Aanvullend werd van de quinoa-GPS de zuurgraad (pH) en het gehalte aan azijnzuur, boterzuur, melkzuur en alcohol bepaald. Alle chemische analyses zijn uitgevoerd door ALNN te Wargea, volgens de voorschriften van het Productschap Diervoeder (PDV, 1999).

De voederwaarde (FOS, VEM, DVE, OEB) van de ruwvoerders werd berekend op basis van de chemische samenstelling en de *in vitro* verteerbaarheid volgens de voorschriften van Centraal Veevoederbureau (CVB, 1999a). Voor de berekening van de voederwaarde van de quinoa-GPS is daarbij uitgegaan van het voorschrift dat gehanteerd wordt voor het berekenen van de voederwaarde van ingekuuld snijgraan (CVB, 1999a). De voederwaarde van het krachtvoer was berekend door de fabrikant (ABCTA) op basis van de voederwaarde van de individuele ingrediënten volgens de voorschriften van het CVB (CVB, 1999b).

2.5.2 Voeropname

Van het ruwvoer en krachtvoer werd de dagelijks aangeboden hoeveelheid en de hoeveelheid voerrest automatisch geregistreerd. Direct na het voeren werd het ruwvoer bemonsterd door uit willekeurige bakken plukmonsters te nemen voor bepaling van het drogestof gehalte. Van de voerresten werden voor het verwijderen eveneens willekeurige monsters genomen voor de bepaling van het drogestof gehalte. Het drogestof gehalte van het aangeboden voer en de voerresten werd in duplo bepaald na 48 uur drogen bij 104°C in een droogstoof. De ruwvoeropname werd berekend uit de voergift vermenigvuldigd met het drogestof gehalte minus de voerrest vermenigvuldigd met het drogestof gehalte. De dagelijkse drogestof opname uit krachtvoer werd berekend door de gedoseerde hoeveelheid te vermenigvuldigen met het drogestofgehalte.

2.5.3 Melkproductie en melksamenstelling

De koeien werden tweemaal per dag gemolken om ongeveer 6:00 en 17:00 uur. Dagelijks werd bij elke melking de melkgift automatisch geregistreerd. Verder werden wekelijks van elke koe op twee opeenvolgende dagen

's ochtends en 's avonds melkmonsters genomen. De beide ochtendmonsters en de beide avondmonsters werden samengevoegd tot respectievelijk één ochtend- en één avondmonster per koe per week. De afzonderlijke avond- en ochtendmelkmonsters werden geanalyseerd op het vet-, eiwit-, lactose- en ureumgehalte bij het laboratorium van MCS te Zutphen. De wekelijkse productie van vet, eiwit, lactose en ureum werd berekend uit de gemiddelde melkgift tijdens de monsterneming en de bijbehorende vet-, eiwit en lactosegehalten.

2.5.4 Gewicht en conditiescore

Dagelijks werd van elke koe na het melken het lichaamsgewicht automatisch geregistreerd. Tijdens de eerste week van de voorperiode, de eerste week van de proefperiode en de laatste week van de proefperiode werd aan elke koe een conditiescore toegekend op een schaal van 1 tot 5 volgens de methode zoals beschreven door Boxem et al. (1998).

2.5.5 VEM- en DVE-balans

Op weekbasis werd van elke koe een VEM- en DVE-balans berekend. De VEM-behoefte voor melkproductie (VEM_{melk}) en onderhoud ($VEM_{\text{onderhoud}}$) werden berekend op basis van de rekenregels van van Es (1978). Aan vaarzen en tweedekalfs koeien werd een jeugdtoeslag (VEM_{jeugd}) toegekend van respectievelijk 600 en 300 VEM per dag (CVB, 2000a). De VEM-behoefte voor dracht (VEM_{dracht}) was gebaseerd op de rekenregels van het CVB (2000b). Als correctie voor gewichtsverandering werd gerekend met 3500 VEM per kg lichaamsgewicht (van Es, 1978). De VEM-balans werd berekend als de VEM-opname minus de gesommeerde VEM-behoefte voor melkproductie, onderhoud, jeugdgroei en dracht:

$$\text{VEM-balans} = VEM_{\text{opname}} - (VEM_{\text{melk}} + VEM_{\text{onderhoud}} + VEM_{\text{jeugd}} + VEM_{\text{dracht}})$$

Voor berekening van de theoretisch mogelijke FPCM productie bij 100% VEM-dekking werd aangenomen dat voor 1 kg FPCM 460 VEM nodig is. De theoretisch mogelijke FPCM productie werd aldus berekend:

$$\text{Theoretisch mogelijke FPCM productie} = \text{werkelijke FPCM productie} + \text{VEM-balans}/460$$

De DVE-behoefte voor onderhoud ($DVE_{\text{onderhoud}}$), jeugdgroei (DVE_{jeugd}), dracht (DVE_{dracht}), negatieve OEB (DVE_{OEB}) en de VEM-balans (DVE_{VEMB}) was gebaseerd op de rekenregels van Tamminga *et al.* (1994). De DVE-behoefte voor melkproductie (DVE_{melk}) was gebaseerd op de rekenregels van Subnel *et al.* (1994).

De DVE-balans werd berekend als de DVE-opname minus de gesommeerde DVE-behoefte voor melkproductie, onderhoud, jeugdgroei, dracht, negatieve OEB en VEM-balans op de volgende wijze:

$$\text{DVE-balans} = DVE_{\text{opname}} - (DVE_{\text{melk}} + DVE_{\text{onderhoud}} + DVE_{\text{jeugd}} + DVE_{\text{dracht}} + DVE_{\text{OEB}} + DVE_{\text{VEMB}})$$

Voor berekening van de theoretisch mogelijke melkeiwitproductie bij 100% DVE-dekking werd uitgegaan van een efficiëntie voor melkeiwitsynthese van 67% (Tamminga *et al.*, 1994). De theoretisch mogelijke melkeiwitproductie werd aldus berekend:

$$\text{Theoretisch mogelijke melkeiwitproductie} = \text{werkelijke melkeiwitproductie} + \text{DVE-balans} \times 0.67$$

2.6 Statistische analyse

De weekgemiddelden van de droge stof en nutriëntenopname, melkgift en melksamenstelling, lichaamsgewicht en VEM en DVE balans werden geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de procedure ANOVA van het statistische pakket Genstat 5 versie 4.1. (Genstat, 1998). De gegevens over melkproductie en melksamenstelling gedurende de voorperiode werden gebruikt als co-variabelen bij de variantieanalyse van de resultaten van de proefperiode. Hierbij worden de verschillen in de proefperiode gecorrigeerd voor eventuele verschillen die zijn opgetreden tijdens de voorperiode. Het volgende statistische model is gehanteerd voor de variantieanalyse:

$$Y_{ijk} = \mu + Y_{COV} + \text{Blok}_i + \text{Behandeling}_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk}	=	Behandelingsgemiddelde
μ	=	Totaal gemiddelde
Y_{COV}	=	Co-variabele behandelingsgemiddelde voorperiode
Blok_i	=	Blokeffect (i=1...10)
Behandeling_j	=	Behandelingseffect (j = Q0, Q20, Q40)
ε_{ijk}	=	Restafwijking

De groepsgemiddelden van de droge stof en nutriëntenopname, melkgift, productie van melkbestanddelen (vet eiwit, lactose en ureum), melksamenstelling, lichaamsgewicht en VEM en DVE balans zijn vergeleken met Student's t-test.

3 Resultaten en discussie

3.1 Chemische samenstelling voeders

In Tabel 3 is de chemische samenstelling en de berekende voederwaarde van de voeders gegeven. De voederwaarde van de snijmais en graskuil is goed en wijkt weinig af van de waarden in de veevoedertabel (CVB, 2000). De quinoa-GPS die in dit experiment werd gebruikt maakte deel uit van een vergelijkend onderzoek op 7 bedrijven uitgevoerd door Plant Research International (Mastebroek, 2001). Ten opzichte van alle andere partijen quinoa-GPS die bij dit vergelijkende onderzoek waren betrokken had de quinoa-GPS in deze voederproef het laagste ruw eiwitgehalte (zie Tabel 4). Ook het drogestofgehalte was het laagst in vergelijking met de andere partijen quinoa-GPS. De gehalten aan ruwe celstof, ruw as en zetmeel en de *in vitro* verteerbaarheid waren vergelijkbaar met de andere partijen quinoa-GPS in vergelijkend onderzoek van Mastebroek (2001). Onderzoek in Denemarken leverde quinoa-GPS op met ruw eiwitgehalten die ongeveer 2 tot 3 keer zo hoog waren als in deze voederproef. Daarnaast had deze quinoa-GPS lagere gehalten aan zetmeel, ruwe celstof, NDF en ADF en een hogere *in vitro* verteerbaarheid (zie Tabel 1).

De verschillen in samenstelling van quinoa-GPS tussen het Deense onderzoek en deze voederproef zijn mogelijk te verklaren door verschillen in oogststadium en stikstofbemestingsniveau. In het Deense onderzoek werd de quinoa-GPS geoogst vóór optreden van de zaadvorming bij een gewasouderdom van 9, 11 en 13 weken (RVAU, 1996). Dat is een aanmerkelijk jonger stadium dan in deze voederproef waarbij is geoogst in het deegrijpe stadium bij gewasouderdom van 115 dagen (16 weken). In het algemeen neemt het ruwe celstofgehalte toe bij oudere gewassen. Het lagere zetmeelgehalte in de quinoa-GPS bij het Deense onderzoek komt waarschijnlijk doordat de zaden, die veel zetmeel bevatten nog niet zijn ontwikkeld.

Daarnaast bedroeg in het Deense onderzoek de stikstofbemesting 300 kg/ha uit kunstmest (RVAU, 1996). Het is aannemelijk dat in deze proef de hoeveelheid beschikbare stikstof aanmerkelijk lager is geweest. Bij benadering komt uit de nawerking van drijfmest gegeven in het voorjaar voor de maaisnede van het gras en uit de werkzame fractie van de drijfmest gegeven voor het zaaien in totaal ongeveer 100 kg N vrij. Daarnaast is er sprake van stikstofnalevering uit de oude graszode. Echter vanwege het late tijdstip waarop het grasland is gescheurd valt te verwachten dat de hoeveelheid benutbare stikstof die is vrijgekomen uit de oude graszode klein is. Onderzoek naar het optimale tijdstip van het scheuren van grasland voor inzaaien heeft aangetoond dat bij een laat tijdstip van het scheuren van grasland (na half maart) of scheuren na de oogst van een maaisnede de stikstofnalevering uit de graszode gering is (van Dijk 1999; van den Pol-van Dasselaar en Philipsen, 2000).

Vanwege het verschil herkomst en verschillen in teeltomstandigheden is het moeilijk om vergelijkingen te trekken met de resultaten van zoals gevonden in Denemarken (RVAU, 1996). Echter, er lijken toch aanwijzingen te zijn dat het oogsttijdstip en het niveau van stikstofbemesting belangrijke bepalende factoren kunnen zijn voor de chemische samenstelling en verteerbaarheid van het gewas.

3.2 Conservering quinoa-GPS

In Tabel 5 is een overzicht gegeven van de conserveringparameters van de quinoa-GPS. De pH van de silage is laag. Een lage pH duidt op een goede conservering en een goede stabiliteit van de kuil. Het gehalte aan azijnzuur en boterzuur is laag. Het melkzuurgehalte is relatief hoog. Melkzuur ontstaat bij de fermentatie van suiker in de kuil. Quinoa-GPS bevat ondanks het lage drogestof gehalte nog een zekere hoeveelheid suiker, in combinatie met een laag ruw eiwitgehalte resulteert dit in een goed conserveerbaar product. Er kan worden geconcludeerd dat de conservering van de quinoa-GPS goed geslaagd is.

Tabel 3. Chemische samenstelling en voederwaarde, alle waarden uit gedrukt in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven

Voersoort	Quinoa-GPS		Snijmaïs		Graskuil		Mengvoer	
	Periode ¹	proef (1)	proef (2)	voor	proef	voor		proef
<i>Chemische samenstelling</i>								
Drogestof (g/kg)		259	243	311	306	564	478	901
Ruw eiwit		76	81	73	70	198	184	193
Ruwe celstof		274	272	183	191	218	237	161
Ruw as		99	109	37	37	126	130	90
VC-OS (%)		57,3	56,1	75,1	73,8	78,5	76,9	77,9
Ruw vet		44	51					68
Suiker		11	25			62	44	62
Zetmeel		161	193	360	351			114
NDF		407	409	398	406	440	450	412
ADF		304	311	217	226	266	276	245
ADL		46	47	25	24	23	24	17
Zand						32	33	
NH ₃ (%)		15	12			7	10	
<i>Mineralen</i>								
Kalium		34,5	33,4	10,8	10,6	36,8	38,6	17,4
Natrium		0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5	2,6
Calcium		5,5	5,3	1,3	1,4	4,8	4,5	5,7
Magnesium		5,6	5,4	1,2	1,2	2,4	2,5	5,6
Fosfor		3,9	3,7	2,0	2,0	4,7	4,6	5,2
<i>Voederwaarde</i>								
VEM (/kg ds)		624	601	959	939	908	874	1043
DVE		15	12	46	44	88	77	128
OEB		7	13	-30	-31	59	61	19
FOS		383	357	494	488	578	551	541
VOS		516	500	723	710	686	669	709

Periode: Proef (1) = eerste helft van de proefperiode; Proef (2) = tweede helft van de proefperiode;
 Voor = voorperiode; Proef = proefperiode

Tabel 4. Opbrengst, chemische samenstelling en voederwaarde van verschillende partijen quinoa-GPS op 7 bedrijven in 2000 in een vergelijkend onderzoek Plant Research International, (Mastebroek, 2001). Alle waarden uit gedrukt in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven

	Gemiddeld	Maximum	Minimum	Aver Heino ¹
Opbrengst (ton ds/ha)	8,7	11,0	4,8	9,0
Drogestof (g/kg)	264	310	246	264
Ruw eiwit	115	129	97	97
Ruwe celstof	237	293	177	241
Ruw as	104	116	89	96
Ruw vet	46	51	38	49
Zetmeel	203	255	128	224
VC-OS (%)	57,7	67,5	53,4	55,2

¹De waarden gevonden op Aver Heino kunnen afwijken van de waarden zoals gepresenteerd in Tabel 3 als gevolg van verschil in het moment van monsternamen (dagen na de oogst) en verschil in de monsternamen- en analysemethoden.

Tabel 5. Conserveringparameters quinoa-GPS

Periode	proef (1)	proef (2)
pH	4,0	4,0
Alcohol (g/kg)	<1,0	<1,0
Azijnzuur (g/kg)	1,0	1,0
Boterzuur (g/kg)	<1,0	<1,0
Melkzuur (g/kg)	12,8	10,0

Periode: Proef (1) = eerste helft van de proefperiode; Proef (2) = tweede helft van de proefperiode

3.3 Voer- en nutriëntenopname

3.3.1 Voer- en nutriëntenopname tijdens de voorperiode

In Tabel 6 zijn de groepsgemiddelden van de drogestof, kVEM, DVE en OEB opname tijdens de voorperiode gegeven. In de voorperiode kregen alle groepen hetzelfde rantsoen. Tussen de groepen was geen significant verschil in de opname van drogestof VEM, DVE en OEB.

Tabel 6. Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname gedurende de voorperiode

	Q0	Q20	Q40	p ¹	lsd ²
Ruwvoer (kg ds)	14,8	15,1	15,3	0,778	1,3
Snijmais (kg ds)	5,2	5,3	5,3		
Gras/klaverkuil (kg ds)	9,6	9,8	9,9		
Krachtvoer (kg)	7,2	7,2	7,3		
Totaal (kg ds)	21,3	21,5	21,8	0,728	1,4
kVEM	20,5	20,7	21,0	0,722	1,3
DVE (g)	1916	1930	1959	0,695	108
OEB (g)	536	542	550	0,743	38

¹p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen.

²lsd=kleinste significante verschil (p<0,05)

3.3.2 Voer- en nutriëntenopname tijdens de proefperiode

In Tabel 7 is een overzicht gegeven van de groepsgemiddelden van de opname van voer (vers product), drogestof, kVEM, DVE en OEB tijdens de proefperiode. De opname van de hoeveelheid product was verschillend tussen de drie proefgroepen. Dit is vooral te verklaren door het lagere drogestofgehalte van de mengsels met quinoa-GPS. De drogestofgehalten van de ruwvoermengsels bedroegen respectievelijk 40, 35 en 31% voor Q0, Q20 en Q40. Ondanks het lagere drogestofgehalte deed de drogestof opname van de rantsoenen met quinoa-GPS niet onder voor de opname van het rantsoen zonder quinoa-GPS. Gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode was er sprake van een significant (p<0,05) hogere opname voor groep Q20 ten opzichte van Q0 en Q40. Tussen groep Q40 en groep Q0 was er geen significant verschil in drogestof opname. Een verhoging van het aandeel quinoa in het rantsoen tot 40% resulteerde in een daling van de drogestof opname ten opzichte van 20% quinoa-GPS in het rantsoen.

De verhoging van het aandeel quinoa-GPS ging gepaard met een daling van het drogestof gehalte van het ruwvoermengsel. Mogelijk is bij groep Q40 het lage drogestofgehalte van het ruwvoermengsel een beperkende factor geweest voor de drogestof opname waardoor de drogestof opname lager is ten opzichte van Q20. Bij nattere rantsoenen moeten de koeien een grotere voermassa verwerken voor dezelfde drogestof opname. In Figuur 1 is het verloop van de drogestof opname weergegeven.

Hoewel de berekende VEM waarde van quinoa-GPS lager is dan van de gras/klaverkuil, leidde vervanging van gras/klaver door quinoa-GPS slechts tot een gering verschil in kVEM opname. Dit komt door dat de groepen Q20 en in minder mate groep Q40 een hogere drogestof opname realiseerden dan groep Q0. Zowel de DVE opname als de OEB opname verschillen significant tussen de groepen (p<0,05). Naarmate het aandeel quinoa-GPS in het rantsoen toenam daalden de DVE en OEB opname.

Tabel 7. Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname gedurende de proefperiode. Getallen in dezelfde rij met een verschillend superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$)

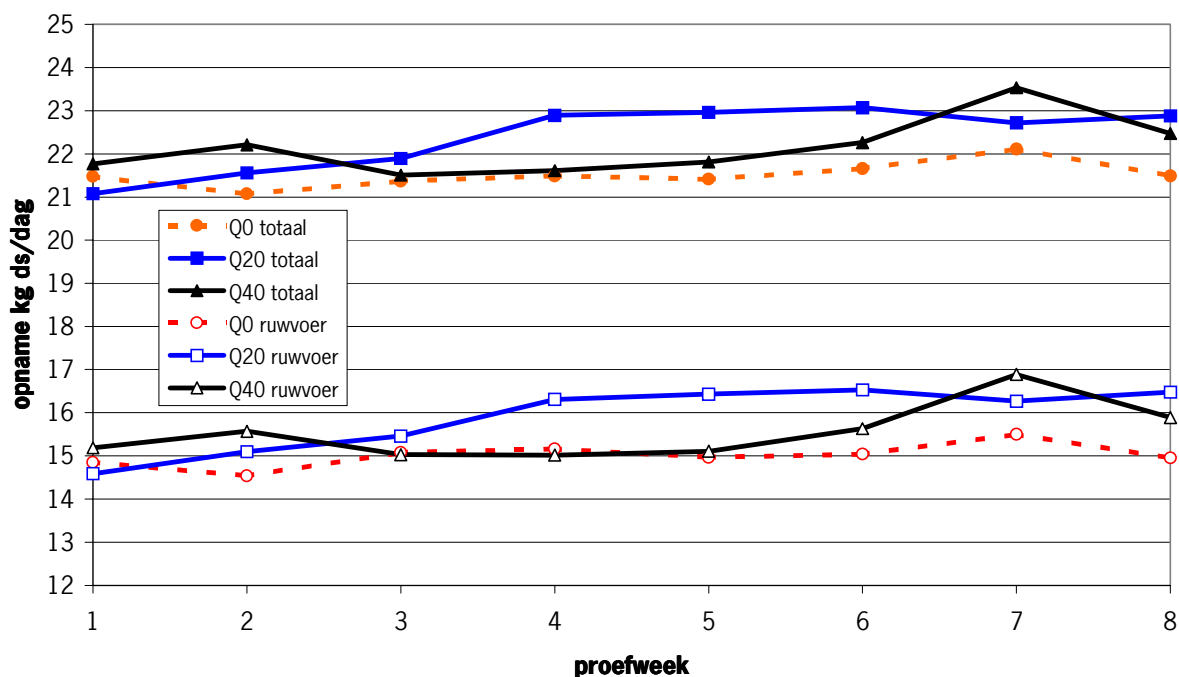
proefperiode	Q0	Q20	Q40	p	Isd
Ruwvoer, vers (kg)	37,1 ^a	46,3 ^b	50,3 ^c	<0,001	3,4
Ruwvoer (kg ds)	15,1	16,4	15,7	0,130	1,3
Snijmais (kg ds)	5,3	5,7	5,5		
Gras/Klaverkuil (kg ds)	9,8	7,4	3,9		
Quinoa-GPS (kg ds)	0,0	3,3	6,3		
Krachtvoer (kg)	7,2	7,2	7,3		
Totaal (kg ds)	21,6	22,9	22,3	0,159	1,3
kVEM	20,4	20,6	19,5	0,123	1,2
DVE (g)	1828 ^a	1693 ^b	1480 ^c	<0,001	85
OEB (g)	559 ^a	431 ^b	262 ^c	<0,001	34

Gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode

Ruwvoer (kg ds)	15,3 ^a	16,4 ^b	15,5 ^a	0,004	0,6
Totaal (kg ds)	21,8 ^a	22,9 ^b	22,1 ^a	0,006	0,6

¹p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil het effect is van de behandelingen.

²Isd=kleinste significante verschil ($p < 0,05$)

**Figuur 1** Verloop van de gemiddelde totale drogestof opname en ruwvoeropname (kg ds/koe/dag)

3.3.3 Rantsoensamenstelling

In Tabel 8 zijn de gemiddelde rantsoensamenstellingen gedurende de voorperiode en de proefperiode weergegeven. Vervanging van gras/klaverkuil door quinoa-GPS leidde tot een lager ruw eiwit, VOS, FOS, VEM, DVE en OEB gehalte van het rantsoen, terwijl het zetmeelgehalte en het ADL gehalte van het rantsoen juist toenemen.

Tabel 8. Gemiddelde gewogen rantsoensamenstelling in de voorperiode en proefperiode, alle waarden in g/kg drogestof tenzij anders vermeld

	Voorperiode	Q0	Proefperiode	
	Alle groepen		Q20	Q40
Ruw eiwit	166	159	143	129
Ruwe celstof	192	203	209	213
Ruw as	93	95	92	88
Suiker	47	39	35	32
Zetmeel	122	120	146	171
NDF	421	426	420	414
ADF	248	252	257	261
ADL	22	22	26	29
VOS	702	691	667	645
FOS	546	533	506	481
VEM (/kg)	961	943	900	871
DVE	90	85	74	66
OEB	25	26	19	12

3.4 Melkproductie

3.4.1 Melkgift en melksamenstelling tijdens de voorperiode

In Tabel 9 zijn de behandelingsgemiddelden van melkproductie, melksamenstelling, VEM- en DVE-dekking gedurende de voorperiode gegeven. Geen van de kenmerken was significant verschillend, er was dus sprake van drie gelijkwaardige proefgroepen. Echter, er was wel een tendens voor lager vetgehalte voor de koeien die waren ingedeeld in groep Q0 ten opzichte van de groep Q40 ($0,05 < p < 0,10$).

Tabel 9. Gemiddelde dagelijkse melkproductie, melksamenstelling, VEM- en DVE-dekking gedurende de voorperiode

voorperiode	Q0	Q20	Q40	p ¹	lsd ²
Melk (kg)	28,8	27,9	27,5	0,230	1,6
Vet (g)	1281	1267	1323	0,664	134
Eiwit (g)	959	971	961	0,948	80
Lactose (g)	1311	1301	1258	0,479	95
Ureum (mg)	7764	7549	7121	0,398	988
Vet (%)	4,44	4,54	4,82	0,077	0,34
Eiwit (%)	3,33	3,48	3,50	0,257	0,23
Lactose (%)	4,55	4,66	4,58	0,184	0,12
Ureum (mg/100 g)	27	27	26	0,829	2,6
FPCM (kg)	30,3	29,9	30,4	0,904	2,3
VEM-dekking (%)	105	106	108	0,595	6,3
DVE-dekking (%)	112	110	113	0,762	6,9

¹p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil het effect is van de behandelingen.

²lsd=kleinste significante verschil ($p < 0,05$)

3.4.2 Melkgift en melksamenstelling tijdens de proefperiode

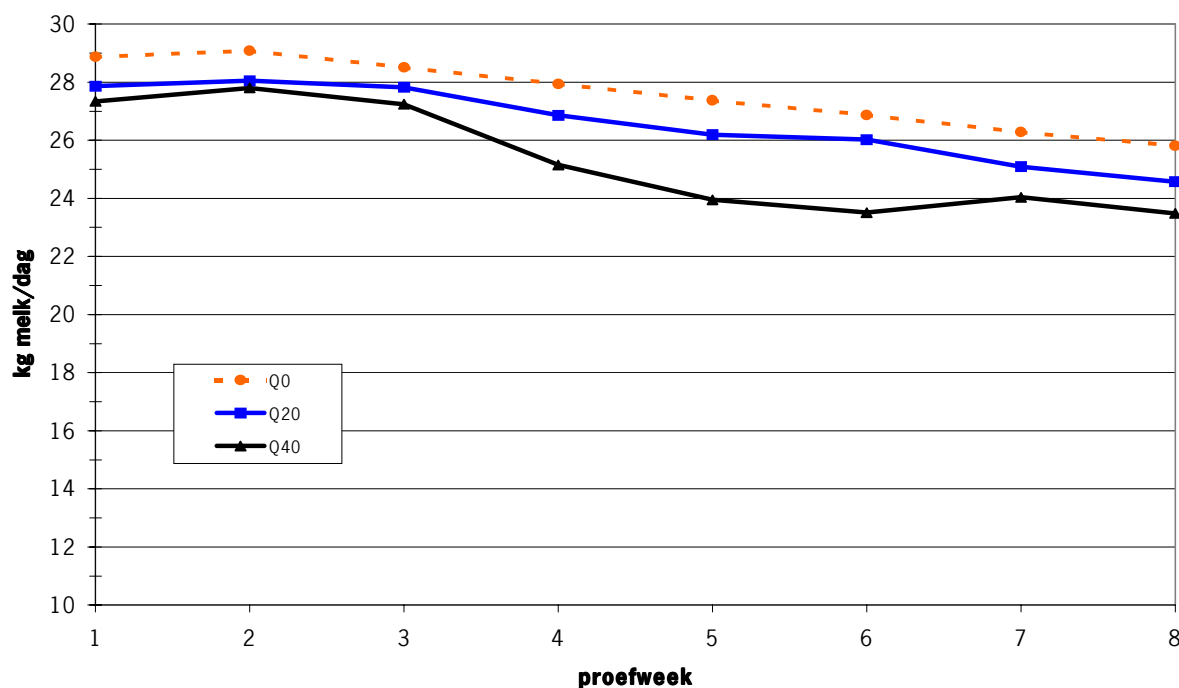
In Tabel 10 zijn de behandelingsgemiddelden van melkproductie, melksamenstelling VEM- en DVE-dekking tijdens de proefperiode gegeven. De melkgift, vet- eiwit en lactoseproductie en de vet- eiwit en lactosegehalten zijn gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode. De melkgift, eiwitproductie, lactoseproductie en FPCM productie (voor vet- en eiwitgehalte gecorrigeerde melkproductie) van groep Q40 waren significant ($p < 0,05$) lager dan van groep Q0 en Q20. Ook was er een sterke tendens voor een lagere vetproductie bij groep Q40 in vergelijking met groep Q0 en Q20 ($0,05 < p < 0,10$). Tussen de groepen Q0 en Q20 bestond geen significant verschil in melkgift, vetproductie, lactoseproductie en FPCM productie. Echter, de eiwitproductie van groep Q0 was significant ($p < 0,05$) hoger dan van groep Q20. De uitscheiding van ureum in melk was significant verschillend tussen de behandelingsgroepen en daalde naarmate het aandeel quinoa-GPS in het rantsoen toenam ($p < 0,001$). Het melkureumgehalte van Q0 was significant hoger dan van Q20 en Q40 ($p < 0,001$), er was geen verschil tussen Q20 en Q40. Het verschil in de uitscheiding van melkureum en het melkureumgehalte kan worden verklaard uit de hogere OEB opname van groep Q0 en verschillen in de melkeiwitproductie tussen de behandelingsgroepen. In Figuur 2 tot en met 5 is het verloop van de melkgift, vetproductie, eiwitproductie en FPCM productie gegeven. Uit het verloop is duidelijk te zien dat de melk- vet en eiwitproductie van groep Q40 duidelijk achterblijft na de eerste week van de proefperiode.

Tabel 10. Melkproductie en melksamenstelling in de proefperiode, gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode. Getallen in dezelfde rij met een verschillend a, b, c superscript zijn significant verschillend ($p < 0,05$). Getallen in dezelfde rij met een verschillend x, y, z superscript geven een tendens voor een verschil aan ($0,05 < p < 0,10$)

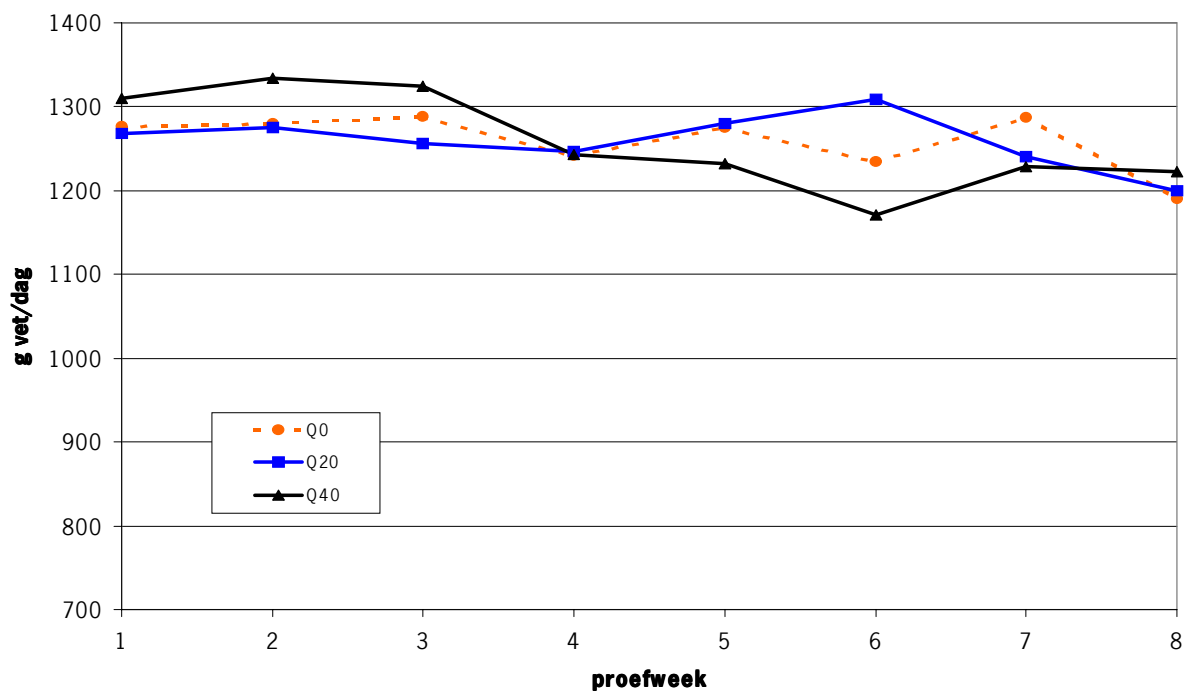
proefperiode	Q0	Q20	Q40	p ¹	lsd ²
Melk (kg)	26,4 ^a	25,8 ^a	24,4 ^b	0,001	0,9
Vet (g)	1252 ^x	1271 ^x	1197 ^y	0,056	62
Eiwit (g)	936 ^a	889 ^b	831 ^c	<0,001	41
Lactose (g)	1218 ^a	1183 ^a	1131 ^b	0,006	49
Ureum	6772 ^a	5760 ^b	5295 ^c	<0,001	472
Vet (%)	4,74	4,92	4,91	0,441	0,23
Eiwit (%)	3,55 ^x	3,44 ^y	3,41 ^y	0,078	0,14
Lactose (%)	4,61	4,58	4,64	0,222	0,05
Ureum (mg/100 g)	26 ^a	22 ^b	22 ^b	<0,001	1,2
FPCM (kg)	29,0 ^a	28,8 ^a	27,1 ^b	0,001	1,0
VEM-dekking (%)	107	109	109	0,777	6,3
DVE-dekking (%)	108 ^a	102 ^b	98 ^b	0,006	5,7

¹p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil het effect is van de behandelingen.

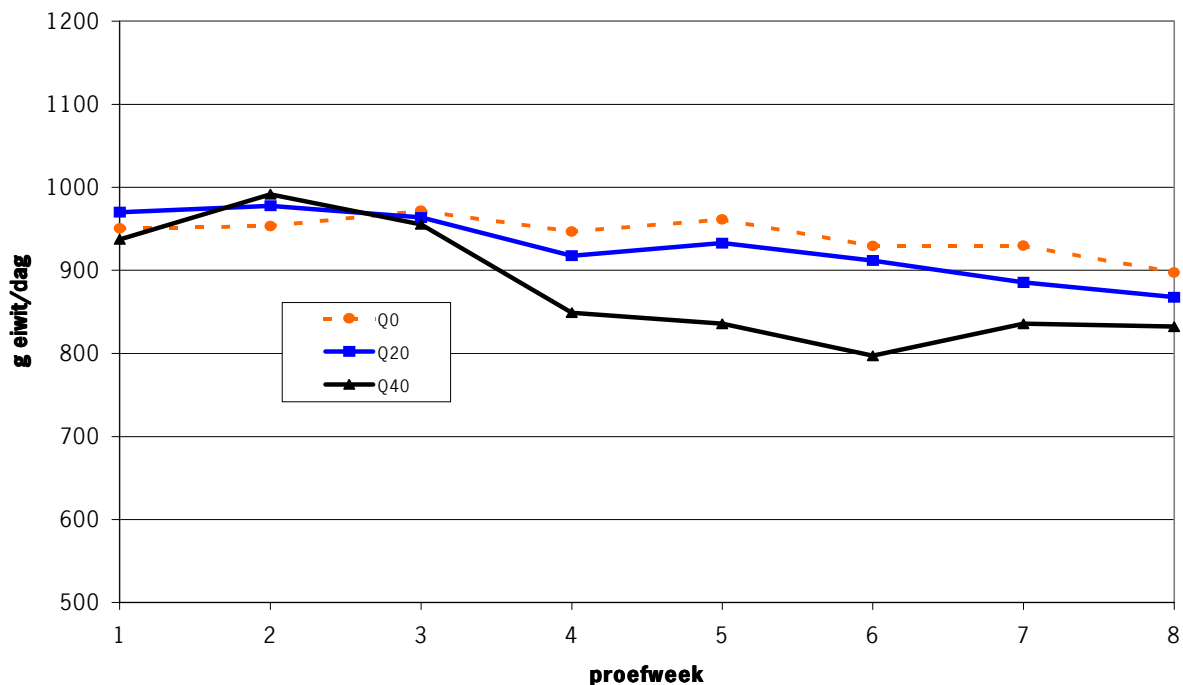
²lsd=kleinste significante verschil ($p < 0,05$)



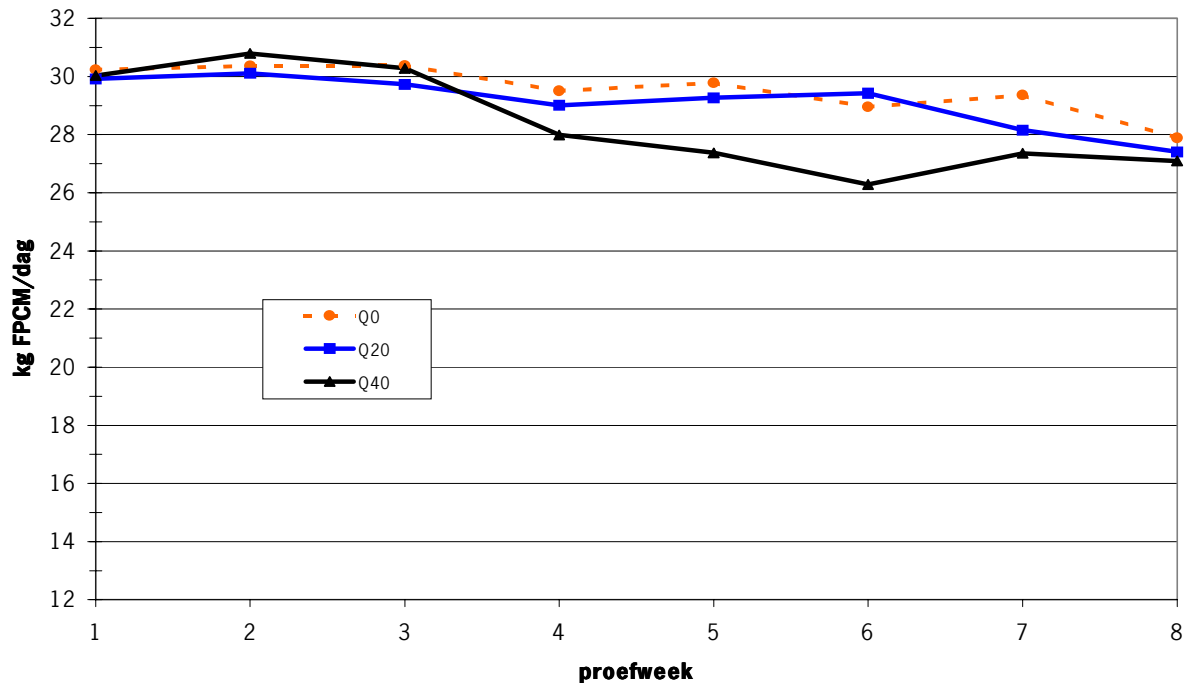
Figuur 2. Verloop gemiddelde melkgift (kg/koe/dag)



Figuur 3. Verloop gemiddelde vetproductie (g/koe/dag)



Figuur 4. Verloop gemiddelde eiwitproductie (g/koe/dag)



Figuur 5. Verloop gemiddelde FPCM productie (kg/koe/dag)

3.5 Gewicht en conditiescore

In Tabel 11 is het gemiddelde lichaamsgewicht gedurende voorperiode en proefperiode gegeven. Zowel in de voor- als proefperiode waren er geen significante verschillen in het lichaamsgewicht tussen de proefbehandelingen Q0, Q20 en Q40. Ook de gewichtsveranderingen waren voor de drie groepen vergelijkbaar (zie Tabel 12). De gemiddelde verandering van het lichaamsgewicht was voor alle groepen zeer gering. In Figuur 6 is het verloop van het gemiddelde lichaamsgewicht van de proefgroepen weergegeven. De gemiddelde conditiescore van groep Q0 was slechts een fractie lager dan van de groepen Q20 en Q40. Echter, tussen de proefgroepen bestond er gedurende de proef weinig verschil in het verloop van de gemiddelde conditiescore (Zie Figuur 7).

Tabel 11. Gemiddeld lichaamsgewicht gedurende voorperiode en proefperiode

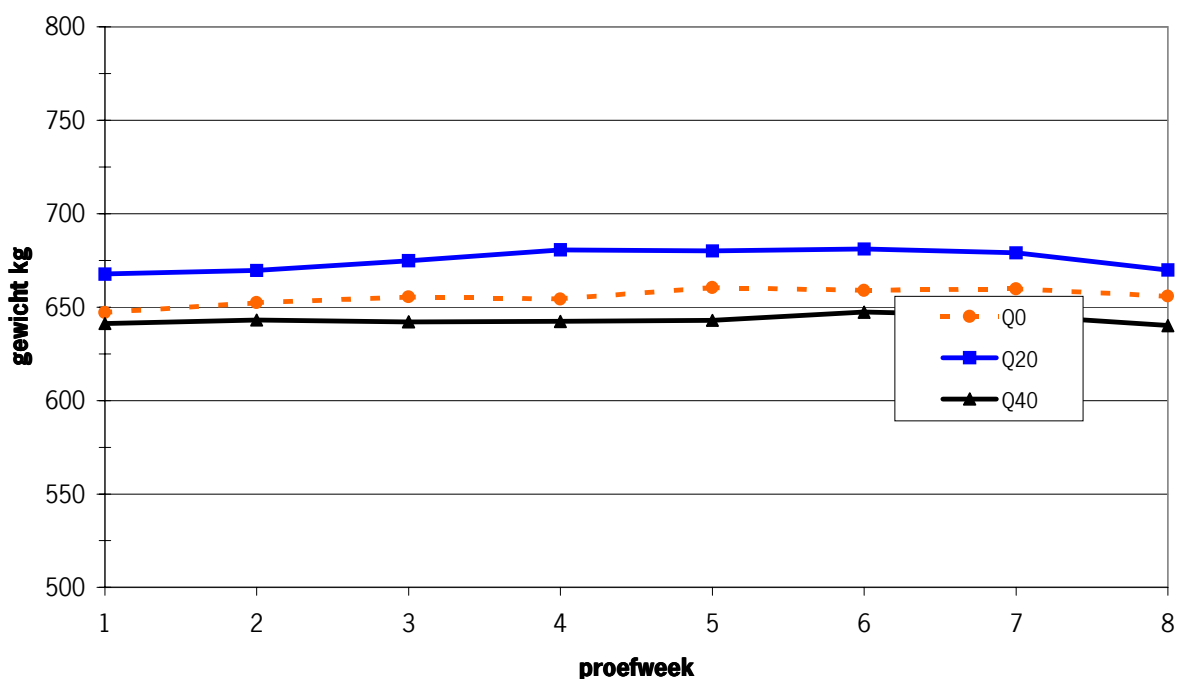
	Q0	Q20	Q40	p ¹	lsd ²
<i>Voorperiode</i>					
Gewicht (kg)	652	671	642	0,432	46
<i>Proefperiode</i>					
Gewicht (kg)	658	678	644	0,356	49

¹p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil het effect is van de behandelingen.

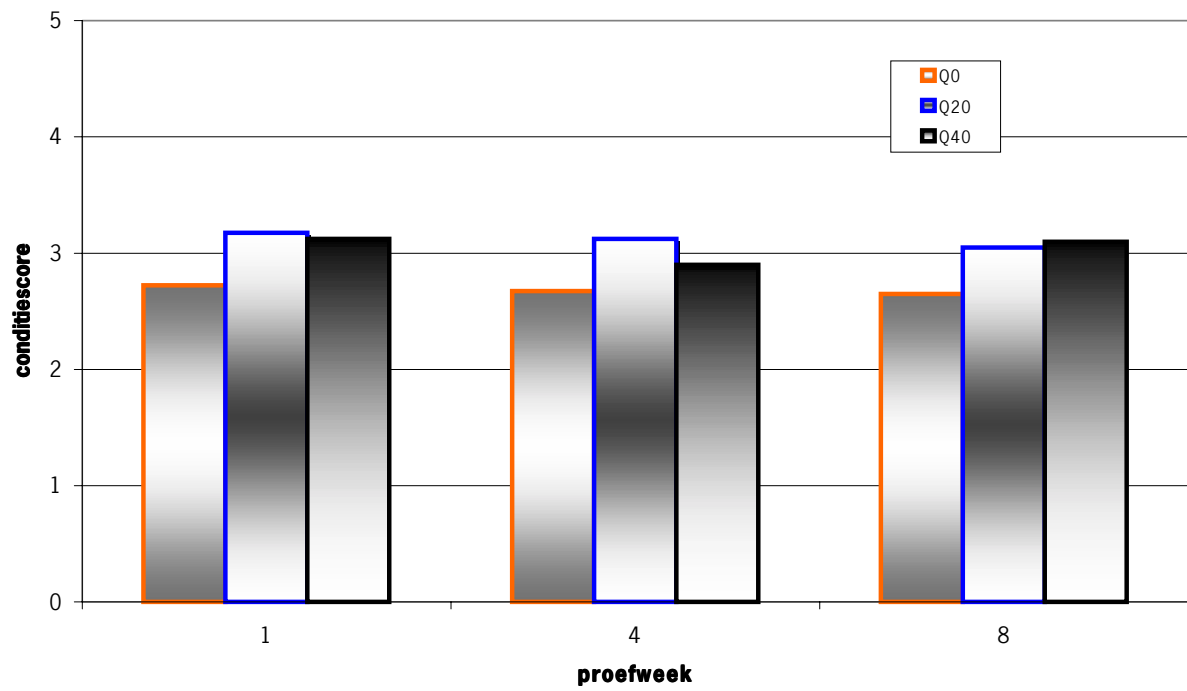
²lsd=kleinste significante verschil (p<0,05)

Tabel 12. Gemiddelde gewichtsverandering tussen het begin en einde van de voorperiode en proefperiode

	Q0	Q20	Q40
<i>Voorperiode</i>			
Gewichtstoename (kg)	+8	+7	+1
<i>Proefperiode</i>			
Gewichtstoename (kg)	+1	-11	-2



Figuur 6. Verloop van het gemiddelde lichaamsgewicht (kg)



Figuur 7. Verloop van de gemiddelde conditiescore

3.6 Schatting voederwaarde quinoa-GPS

De voederwaarde (VEM, DVE en OEB) van quinoa-GPS is gebaseerd op een globale schatting. Op basis van een vergelijking van de verschillen tussen de werkelijk gerealiseerde FPCM productie en de theoretisch mogelijke FPCM productie kan een inschatting gemaakt worden of de VEM waarde goed is geschat.

In Tabel 13 is een overzicht gegeven van het verschil tussen de gerealiseerde FPCM en eiwitproductie en de theoretisch mogelijke FPCM en eiwitproductie bij 100% VEM-dekking en 100% DVE-dekking. Omdat de verandering in lichaamsgewicht en conditiescore gering was is mobilisatie en aanzet van lichaamsreserves verwaarloosd. Bovendien was het verloop van het lichaamsgewicht en de conditiescore voor alle groepen vergelijkbaar.

Op basis van de kVEM opname en een VEM behoefte van 460 VEM per kg FPCM zou mogen worden verwacht dat Q20 en Q40 respectievelijk 0.5 kg FPCM meer en 1.7 kg FPCM minder zouden produceren dan Q0. In werkelijkheid produceerden de koeien van Q20 en Q40 respectievelijk 0.4 en 1.9 FPCM minder dan Q0. Het gerealiseerde verschil in FPCM productie ligt dus dicht bij theoretisch berekende verschil.

Dit wijst erop dat de algemene formules die worden gebruikt voor het berekenen van de voederwaarde van graan-GPS ook redelijk geschikt lijken voor het berekenen van de voederwaarde van deegrijp geoogste quinoa-GPS. Echter, er moet worden gerealiseerd dat op deze wijze de energiewaarde slechts kan worden benaderd. Voor een precieze vaststelling zijn energiebalansproeven nodig.

De VEM-dekking van de proefgroepen gedurende de proefperiode was niet significant verschillend (zie Tabel 10). Voor alle groepen was de VEM-dekking ruim boven de 100%, dus de dieren waren in een positieve energiebalans. Dit houdt mede verband met het feit dat de koeien gemiddeld in het midden van de lactatie verkeerden. In deze fase van de lactatie gaan koeien gewoonlijk de lichaamsreserves die in het begin van de lactatie zijn gemobiliseerd herstellen.

De DVE-dekking van het rantsoen van Q0 is significant hoger dan van Q20 en Q40 ($p < 0,05$). Dit is het gevolg van een hogere DVE opname door groep Q0 als gevolg van een hoger DVE gehalte van het rantsoen. Voor groep Q0 kan dat een zekere luxeconsumptie van DVE tot gevolg hebben gehad. Echter, voor de groepen Q20 en Q40 waarvan de DVE-dekking dicht in de buurt van 100% ligt, komt de werkelijke melkeiwitproductie goed overeen met de theoretisch mogelijke eiwitproductie.

Tabel 13. Verschil tussen gerealiseerde FPCM en eiwitproductie en de theoretisch mogelijke FPCM en eiwitproductie bij 100% VEM-dekking en 100% DVE-dekking. De producties zijn niet gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode

	Q0	Q20	Q40
Werkelijke FPCM productie	29.1	28.7	27.2
Theoretisch mogelijke FPCM productie	31.9	32.4	30.2
Verschil FPCM productie (kg)	-2.8	-3.7	-3.0
Werkelijke eiwitproductie	933	903	830
Theoretisch mogelijke eiwitproductie	1021	929	811
Verschil eiwitproductie (g)	-88	-26	+19

4 Conclusies en aanbevelingen

In een korte tijd kan quinoa-GPS een hoge drogestof opbrengst geven, daarom kan het geschikt zijn als tussengewas bij bijvoorbeeld graslandvernieuwing. Hierbij wordt na de oogst van een eerste snede gras, quinoa ingezaaid. Bij tijdig inzaaien van de quinoa is het oogttijdstip voldoende vroeg om vervolgens weer succesvol een gras/klavermengsel in te zaaien.

Het ruw eiwitgehalte, de verteerbaarheid en de voederwaarde (VEM, DVE en OEB) van deegrijp geoogste quinoa-GPS zijn laag in vergelijking met gras/klaverkuil. Wanneer een deel van de gras/klaverkuil in het rantsoen werd vervangen door quinoa-GPS leidde dit tot een hogere droge stof opname, maar desondanks ook tot een lagere DVE en OEB opname.

Het gedeeltelijk vervangen van gras/klaverkuil door 20% quinoa-GPS in het basisrantsoen had een lagere melkeiwitproductie tot gevolg. Wanneer gras/klaverkuil werd vervangen tot een niveau van 40% quinoa-GPS in het basisrantsoen dan had dat een lagere melkgift, eiwit- en lactose- en FPCM productie tot gevolg. Daarnaast was er ook een tendens tot een lagere melkvetproductie. Hoewel quinoa-GPS wordt beschouwd als een mogelijk eiwitgewas voor melkvee, lijkt het erop dat de lagere DVE opname waarschijnlijk het meest beperkend is geweest voor de melk(eiwit)productie in de rantsoenen met quinoa-GPS.

De algemene formules voor het berekenen van de voederwaarde van graan-GPS lijken ook redelijk geschikt voor het berekenen van de voederwaarde van deegrijp geoogste quinoa-GPS.

In het algemeen bevat deegrijp geoogste quinoa-GPS ten opzichte van graan-GPS iets meer ruw eiwit en iets minder zetmeel. Gezien het lage gehalte aan ruw eiwit, DVE en OEB valt quinoa-GPS bij de huidige teeltwijze niet te kwalificeren als een eiwitgewas. Daarom lijkt quinoa-GPS eerder in aanmerking te komen als een eiwitrijkere vervanger van graan-GPS dan als een eiwitrijk gewas dat gras/klaverkuil zou kunnen vervangen. Daarom is het als suggestie voor toekomstig onderzoek het overwegen waard om te onderzoeken of quinoa-GPS een geschikt alternatief is voor graan-GPS.

Het is belangrijk op te merken dat dit onderzoek eenmalig is uitgevoerd. De resultaten geven daarom alleen een indicatie over de mogelijke veevoedkundige waarde van quinoa-GPS. Om beter onderbouwde uitspraken te kunnen doen is meer vergelijkend onderzoek nodig met verschillende soorten quinoa-GPS die variëren in chemische samenstelling en verteerbaarheid.

Toekomstig onderzoek zal in de eerste plaats gericht moeten zijn op verbetering van de verteerbaarheid en het eiwitgehalte via teelt, bemesting, optimalisering van het oogttijdstip en rassenveredeling. Wanneer het lukt de goede eigenschappen (groeisnelheid, opbrengst, smakelijkheid) van quinoa te behouden en de verteerbaarheid en het eiwitgehalte te verhogen dan kan quinoa wellicht een plaats krijgen als alternatief voedergewas. Echter, op dit moment lijkt de lage voederwaarde van deegrijp geoogste quinoa-GPS een beperkende factor voor een brede toepasbaarheid in de praktijk. Daarom is de eindconclusie: Quinoa, een gewas voor de toekomst maar is op dit moment nog onvoldoende praktisch toepasbaar voor de veehouderij van nu.

Literatuur

1. Boxem, Tj. P. Dobbelaar, D.L. Durkz, W. Mulder, L.W. Talsma, en L. van Wijckhuise, 1998. Conditie score melkvee. Themaboek 32. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad, Nederland.
2. CVB, 1999a. Handleiding voederwaarde berekening ruwvoerders. Centraal veevoederbureau, Lelystad, Nederland.
3. CVB, 1999b. Veevoedertabel. Centraal veevoederbureau, Lelystad.
4. CVB, 2000a. Tabellenboek Veevoeding 2000. Voedernormen landbouwhuisdier en voederwaarde veevoerders. Centraal veevoederbureau, Lelystad
5. CVB, 2000b. Voedernormen voor droogstaande melkkoeien. Documentatierapport 27 Centraal Veevoederbureau Lelystad.
6. Es A.J.H. van, 1978. Feed evaluation for ruminants 1: The systems in use from May 1977 onwards in the Netherlands. *Livestock Production Science* 5: 331-345.
7. Darwinkel A. and O. Stølen, 1998. Understanding the quinoa crop: Guidelines for growing in temperate regions of N.W. Europe. Brochure of the The Quinoa Project. AIR 2 Programme – contract #931426. pp 20.
8. Dijk, W. van 1999. Gescheurd grasland levert veel stikstof voor snijmaïs. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen Paarden (PR), Praktijkonderzoek 1999-2.
9. Galwey, N. W., 1992. The potential of quinoa as a multi-purpose crop for agricultural diversification: a review. *Industrial Crops and Products* 1: 101-106.
10. Genstat 1998. Genstat 5 release 4.1 fourth edition. Genstat Committee, Rothamsted. Institute for Arable Crops Research Harpenden, Hertfordshire AL5 2JQ. Clarendon Press, Oxford, UK.
11. Jacobsen S.E. and O. Stølen, 1993. Quinoa – Morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. *European Journal of Agronomy* 2: 19-29.
12. Mastebroek, H.D., 2001. Quinoa haalt er uit wat er in zit. Resultaten van het eerste jaar beproeving voor gehele planten silage. Poster gepresenteerd tijdens de open dagen van Praktijkcentrum Aver Heino, 14 februari, 2001.
13. PDV. (1999). Onderzoekmethoden diervoeder van het productschap voor Diervoeder. Productschap voor Diervoeder, 's Gravenhage, Nederland.
14. Pol-van Dasselaar, A. van en A.P. Phillipsen, 2000. Nieuw N-advies snijmaïs na scheuren grasland. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen Paarden (PR), Praktijkonderzoek 2000-1.
15. Rurales J. and B. M. Nair, 1992. Nutritional value of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seed. *Plant Food for Human Nutrition*. 42: 1-11.
16. RVAU, 1996. Quinoa: A multipurpose crop for EC's agricultural diversification. Final report for contractor RVAU, Year 3 November 1993 - November 1996. AIR contract No. CT92-1426. The Royal Veterinary & Agricultural University Department of Agricultural Sciences. pp. 4-44.
17. Subnel, A.P.J., R.G.M. Meijer, W.M. Straalen, S. Tamminga, and W.M. van Straalen. 1994. Efficiency of milk protein production in the DVE protein evaluation system. *Livestock Production Science* 40: 215-224.
18. Tamminga, S., W.M. van Straalen W.M., A.P.J. Subnel, R.G.M. Meijer, A. Steg, C.J.G Wever and M.C. Blok, 1994. The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB-system. *Livestock Production Science* 40: 139-155.
19. Tilley, J.M. and R.E. Terry, 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111.

Bijlagen

Bijlage 1 Gewasstadium tabel

Gewasstadia, naar Darwinkel en Stolen, 1998.

Gewasstadium	Hoofdomschrijving	Decimale code	
0	Ontkieming	0.1	Begin ontkieming
		0.9	volledig ontkiemt
1	Opkomst	1.1	Begin opkomst
		1.3	25% opkomst
		1.5	50% opkomst
		1.7	75% opkomst
		1.9	Bijna volledige opkomst
		2.0	Eerste bladeren zichtbaar
2	Vegetatieve groei	2.1	1 ^{ste} paar echte bladeren zijn ontvouwd
		2.3	3 ^{de} paar echte bladeren zijn ontvouwd
		2.5	5 ^{de} paar echte bladeren zijn ontvouwd
		2.7	7 ^{de} paar echte bladeren zijn ontvouwd
		2.9	9 ^{de} paar echte bladeren zijn ontvouwd
		3.0	Bloemknoppen detecteerbaar
		3.1	Bloemknoppen net zichtbaar
		3.3	Bloemknoppen 0,5 cm groot
3	Generatieve groei	3.5	Bloemknoppen 1,0 cm groot
		3.7	Bloemknoppen worden piramidevormig
		3.9	Bloemknoppen duidelijk piramidevormig
		4.1	In eerste bloemclusters helmknoppen zichtbaar
		4.3	25% van de bloemclusters helmknoppen zichtbaar
		4.5	50% van de bloemclusters helmknoppen zichtbaar
		4.7	75% van de bloemclusters helmknoppen zichtbaar
4	Begin bloei	4.9	Volle bloei
		5.1	Eerste helmknoppen verwelken
		5.3	25% van de bloemclusters helmknoppen verwelkt
		5.5	50% van de bloemclusters helmknoppen verwelkt
		5.7	75% van de bloemclusters helmknoppen verwelkt
		5.9	Bijna alle helmknoppen verwelkt
		6.0	Zaadinhoud waterig / pluimen groen
		6.1	Zaadinhoud melkachtig / begin kleuring pluimen
5	Verlies bloemen	6.3	25% pluimkleuring
		6.5	Zaadinhoud deegachtig / 50% pluimkleuring
		6.7	75% pluimverkleuring
		6.9	Zaad volrijp/ volledige pluimkleuring
		7.1	Begin ontcleuring pluimen
		7.3	Pluimen 25% ontcleurd
		7.5	Pluimen 50% ontcleurd
6	Zaadvulling en pluimkleuring	7.7	Pluimen 75% ontcleurd
		7.9	Pluimen bijna verwelkt
		8.1	Begin blad verwelking
		8.3	25% van het blad verwelkt of afgestorven
		8.5	50% van het blad verwelkt of afgestorven
7	Afrijpen pluimen	8.7	75% van het blad verwelkt of afgestorven
		8.9	Bijna al het blad verwelkt of afgestorven
		9.1	Begin geel verkleuring stengel
		9.3	25% van de stengel licht geel verkleurd
8	Blad verwelking	9.5	50% van de stengel licht geel verkleurd
		9.7	75% van de stengel licht geel verkleurd
		9.9	Stengel bijna volledig licht geel gekleurd
9	Afrijpen stengel		

Bijlage 2 Tables in English

Table 1. Chemical composition of quinoa-WCS harvested at different stages of development, after RVAU (1996). All values in g/kg dry matter except were noted.

Age of the crop	9 weeks	11 weeks	13 weeks
Dry matter (g/kg)	210	256	235
Crude protein	212	167	180
Crude fibre	226	242	228
Crude ash	166	119	138
Crude fat	33	39	36
Sugar	21	20	26
Starch	7	31	44
NDF	347	370	353
ADF	261	275	248
Digestibility OM (%; <i>in vivo</i>)	68.8	61.9	61.1
Digestibility OM (%; <i>in vitro</i>)	67.0	63.6	64.5

Table 2. Ingredients of the compound concentrate

Ingredient	%
Alfalfa pellets	14.2
Citrus pulp	5.6
Coconut expeller	12.0
Grass pellets	20.0
Linseed	3.1
Palm kernel expeller	10.0
Potato protein	5.0
Rape seed expeller	1.8
Sugar cane molasses	3.0
Sunflower seed expeller	9.4
Triticale	14.6
Vitamin and mineral premix	1.2

Table 3. Chemical composition and feeding value expressed in g/kg DM, except were indicated else.

	Quinoa-GPS		Maize silage		Grass/clover silage		Concentrate	
	period ¹	treat. (1)	treat. (2)	pre.	treat.	pre.	treat.	pre/treat.
<i>Chemical composition</i>								
Dry matter (g/kg)		259	243	311	306	564	478	901
Crude protein		76	81	73	70	198	184	193
Crude fibre		274	272	183	191	218	237	161
Crude ash		99	109	37	37	126	130	90
Crude fat		44	51					68
Sugar		11	25			62	44	62
Starch		161	193	360	351			114
NDF		407	409	398	406	440	450	412
ADF		304	311	217	226	266	276	245
ADL		46	47	25	24	23	24	17
Sand						32	33	
Digestibility OM ² (%)		57.3	56.1	75.1	73.8	78.5	76.9	77.9
DOM ³		516	500	723	710	686	669	709
NH ₃ (%)		15	12			7	10	
<i>Minerals</i>								
Potassium		34.5	33.4	10.8	10.6	36.8	38.6	17.4
Sodium		0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5	2.6
Calcium		5.5	5.3	1.3	1.4	4.8	4.5	5.7
Magnesium		5.6	5.4	1.2	1.2	2.4	2.5	5.6
Phosphorus		3.9	3.7	2.0	2.0	4.7	4.6	5.2
<i>Feeding value</i>								
VEM ⁴ (/kg DM)		624	601	959	939	908	874	1043
DVE ⁵		15	12	46	44	88	77	128
OEB ⁶		7	13	-30	-31	59	61	19
FOM ⁷		383	357	494	488	578	551	541

¹ pre = pre-treatment period; treat. = treatment period; treat (1) = first half treatment period; treat (2) = second half treatment period

²Digestibility of organic matter *in vitro* according to Tilley and Terry (1963); ³DOM = Digestible Organic Matter; ⁴VEM = Net energy for lactation, 1 VEM = 6.9 kJ NE_L (van Es, 1978); ⁵DVE = Digestible protein available in the intestine (Tamminga, *et al.* 1994); ⁶OEB = Rumen degradable protein balance (Tamminga, *et al.* 1994); ⁷FOM = Fermentable organic matter (Tamminga, *et al.* 1994)

Table 4. Dry matter yield, chemical composition of different batches quinoa-WCS from 7 farms collected and analysed by Plant Research International, (Mastebroek, 2001). All values expressed in g/kg DM, except where noted else.

	Average	Maximum	Minimum	This experiment ¹
Yield (tons DM/ha)	8,7	11,0	4,8	9,0
Dry matter (g/kg)	264	310	246	264
Crude protein	115	129	97	97
Crude fibre	237	293	177	241
Crude ash	104	116	89	96
Crude fat	46	51	38	49
Starch	203	255	128	224
Digestibility OM (%)	57,7	67,5	53,4	55,2

¹This experiment: the value observed values for this trial may differ from the values as presented in Table 3 due to differences in the moment of sampling and differences in the sampling and analytical procedures.

Table 5. Preservation characteristics quinoa-WCS

Week of treatment period	week 1-2	week 2-5
pH	4.0	4.0
Alcohol (g/kg)	<1.0	<1.0
Acetic acid (g/kg)	1.0	1.0
Butyric acid (g/kg)	<1.0	<1.0
Lactic acid (g/kg)	12.8	10.0

Table 6. Mean daily feed and nutrient intake during the pre-treatment period.

	Q0	Q20	Q40	p ¹	Isd ²
Forage (kg DM)	14.8	15.1	15.3	0.778	1.3
Maize silage (kg DM)	5.2	5.3	5.3		
Grass/clover silage (kg DM)	9.6	9.8	9.9		
Compound feed (kg)	7.2	7.2	7.3		
Total dry matter (kg DM)	21.3	21.5	21.8	0.728	1.4
kVEM ³	20.5	20.7	21.0	0.722	1.3
DVE ⁴ (g)	1916	1930	1959	0.695	108
OEB ⁵ (g)	536	542	550	0.743	38

¹p-value (F-probability); ²Isd=least significant difference (p<0.05); ³VEM = Net energy for lactation, 1kVEM = 6.9 MJ NEL (van Es, 1978); ⁴DVE = Digestible protein available in the intestine (Tamminga, *et al.* 1994); ⁵OEB = Rumen degradable protein balance (Tamminga, *et al.* 1994)

Table 7. Treatment means of daily feed and nutrient intake. Different superscripts within a row indicate a significant difference ($p < 0.05$).

	Q0	Q20	Q40	p	lsd
Forage, fresh (kg)	37.1 ^a	46.3 ^b	50.3 ^c	<0.001	3.4
Forage (kg DM)	15.1	16.4	15.7	0.130	1.3
Maize silage (kg DM)	5.3	5.7	5.5		
Grass/clover silage (kg DM)	9.8	7.4	3.9		
Quinoa WCS (kg DM)	0.0	3.3	6.3		
Compound feed (kg)	7.2	7.2	7.3		
Total dry matter (kg DM)	21.6	22.9	22.3	0.159	1.3
kVEM ³	20.4	20.6	19.5	0.123	1.2
DVE ⁴ (g)	1828 ^a	1693 ^b	1480 ^c	<0.001	85
OEB ⁵ (g)	559 ^a	431 ^b	262 ^c	<0.001	34

Adjusted for differences during the pre-treatment period

	Q0	Q20	Q40	p	lsd
Forage (kg DM)	15.3 ^a	16.4 ^b	15.5 ^a	0.004	0.6
Total dry matter (kg DM)	21.8 ^a	22.9 ^b	22.1 ^a	0.006	0.6

¹p-value (F-probability); ²lsd=least significant difference ($p < 0.05$); ³VEM = Net energy for lactation, 1kVEM = 6.9 MJ NEL (van Es, 1978); ⁴DVE = Digestible protein available in the intestine (Tamminga, *et al.* 1994); ⁵OEB = Rumen degradable protein balance (Tamminga, *et al.* 1994)

Table 8. Mean weighed diet composition during the pre-treatment and treatment period, all values in g/kg dry matter, except were noted.

	Period	Treatment		
	Pre-treatment	Q0	Q20	Q40
Crude Protein	All groups	159	143	129
Crude fibre		203	209	213
Crude ash		95	92	88
Sugar		39	35	32
Starch		120	146	171
NDF		426	420	414
ADF		252	257	261
ADL		22	26	29
Digestible OM ¹		691	667	645
FOM ²		533	506	481
VEM ³ (/kg)		943	900	871
DVE ⁴		85	74	66
OEB ⁵		26	19	12

¹DOM = Digestible Organic Matter; ²FOM = Fermentable organic matter (Tamminga, *et al.* 1994); ³VEM = Net energy for lactation, 1 VEM = 6.9 kJ NEL (van Es, 1978); ⁴DVE = Digestible protein available in the intestine (Tamminga, *et al.* 1994); ⁵OEB = Rumen degradable protein balance (Tamminga, *et al.* 1994)

Table 9. Treatment means of milk yield, milk constituent yield and milk composition during the pre-treatment period.

	Q0	Q20	Q40	p ¹	lsd ²
Milk (kg)	28.8	27.9	27.5	0.230	1.6
Fat (g)	1281	1267	1323	0.664	134
Protein (g)	959	971	961	0.948	80
Lactose (g)	1311	1301	1258	0.479	95
Urea (mg)	7764	7549	7121	0.398	988
Fat (%)	4.44	4.54	4.82	0.077	0.34
Protein (%)	3.33	3.48	3.50	0.257	0.23
Lactose (%)	4.55	4.66	4.58	0.184	0.12
Urea (mg/100 g)	27	26	26	0.829	2.6
FPCM (kg)	30.3	29.9	30.4	0.904	2.3
VEM-cover ³ (%)	105	106	108	0.595	6.3
DVE-cover ⁴ (%)	112	110	113	0.762	6.9

¹p-value (F-probability); ²lsd=least significant difference (p<0.05); ³VEM-cover = VEM-intake/VEM-requirement×100%; ⁴DVE-cover = DVE-intake/DVE-requirement×100%

Table 10. Treatment means of milk yield and milk composition during the experimental period, adjusted for difference during the pre-treatment period. Within a row, significant differences (p<0.05) between treatment means are indicated with different a, b, c, superscripts. Tendencies for differences between treatments (0.05<p<0.10) are indicated with different x, y, z superscripts.

	Q0	Q20	Q40	p ¹	lsd ²
Milk (kg)	26.4 ^a	25.8 ^a	24.4 ^b	0.001	0.9
Fat (g)	1252 ^x	1271 ^x	1197 ^y	0.056	62
Protein (g)	936 ^a	889 ^b	831 ^c	<0.001	41
Lactose (g)	1218 ^a	1183 ^{a,b}	1131 ^b	0.006	49
Urea (mg)	6772 ^a	5760 ^b	5295 ^c	<0.001	472
Fat (%)	4.74	4.92	4.91	0.441	0.23
Protein (%)	3.55 ^x	3.44 ^y	3.41 ^y	0.078	0.14
Lactose (%)	4.61	4.58	4.64	0.222	0.05
Urea (mg/100 g)	26 ^a	22 ^b	22 ^b	<0.001	1.2
FPCM (kg)	29.0 ^a	28.8 ^a	27.1 ^b	0.001	1.0
VEM-cover ³ (%)	107	109	109	0.777	6.3
DVE-cover ⁴ (%)	108 ^a	102 ^b	98 ^b	0.006	5.7

¹p-value (F-probability); ²lsd=least significant difference (p<0.05); ³VEM-cover = VEM-intake/VEM-requirement × 100%; ⁴DVE-cover = DVE-intake/DVE-requirement × 100%

Table 11. Treatment means of body weight

	Q0	Q20	Q40	p ¹	lsd ²
<i>Pre-treatment period</i>					
Body weight (kg)	652	671	642	0.432	46
<i>Treatment period</i>					
Body weight (kg)	658	678	644	0.356	49

¹p-value (F-probability); ²lsd=least significant difference (p<0.05)

Table 12. Average body weight change during the pre-treatment and treatment period.

	Q0	Q20	Q40
<i>Pre-treatment period</i>			
Body weight change (kg)	+8	+7	+1
<i>Treatment period</i>			
Body weight change (kg)	+1	-11	-2

Table 13. Actual FPCM yield, theoretically possible FPCM yield (kg), actual protein yield, theoretically possible protein yield (kg), at 100% VEM-cover and 100% DVE-cover, respectively. FPCM and protein yield are not corrected for differences during the pre-treatment period.

	Q0	Q20	Q40
Actual FPCM yield (kg)	29.1	28.7	27.2
Theoretically possible FPCM yield (kg)	31.9	32.4	30.2
Difference actual-possible (kg)	-2.8	-3.7	-3.0
Actual protein yield (kg)	933	903	830
Theoretically possible protein yield (kg)	1021	929	811
Difference actual-possible (g)	-88	-26	+19

Figures:

Treatment Q0 is indicated by dashed lines with dots; treatment Q20 is indicated by solid lines with cubes; treatment Q40 is indicated by solid lines with triangles;

Figure 1, page 12: Mean total dry matter intake and mean forage dry matter intake (kg DM/day).

Figure 2, page 15: Mean milk yield (kg/day).

Figure 3, page 16: Mean milk fat yield (g/day).

Figure 4, page 16: Mean milk protein yield (g/day).

Figure 5, page 17: Mean fat and protein corrected milk yield (kg/day)

Figure 6, page 19: Mean body weight (kg).

Figure 7, page 19: Body condition score on a 5-point scale (from left to right Q0, Q20, Q40).