

**EKOLOGIESE EVALUERING VAN RADIKALE VELDVERBETERING
VIR DIE INTENSIVERING VAN DIEREPRODUKSIE IN DIE
OOS-VRYSTAAT**

deur

J.A. KRUGER M.Sc.

**Proefskrif voorgelê ter gedeeltelike nakoming
van die vereistes vir die graad**

DOCTOR SCIENTIAE

**in die Fakulteit Natuurwetenskappe van die
Potchefstroomse
Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys**

Potchefstroom

Oktober 1979

INHOUD

Bladsy

1. INLEIDING	1
1.1 KEUSE VAN DIE ONDERWERP	1
1.2 MOTIVERING	3
1.3 PROBLEEMBESKRYWING	8
1.3.1 Nasionale knelpunte	8
1.3.2 Gebiedsknelpunte	10
1.3.3 Navorsingsknelpunte	12
1.4 DOEL VAN DIE ONDERSOEK	15
1.5 OMVANG VAN DIE ONDERSOEK	16
1.6 DUUR VAN DIE ONDERSOEK	19
1.7 BETROUBAARHEID VAN GEGEWENS	20
2. LITERATUURSTUDIE	21
2.1 WEIDINGEVALUASIE DEUR MIDDEL VAN MELKPRODUKSIE IN SUID-AFRIKA	21
2.2 RADIKALE VELDVERBETERING	30
2.2.1 Potensiaalontginning en radikale veldverbetering	30
2.2.2 Bemesting as radikale veldverbeteringsmaatreël	31
2.2.3 Oorsaaiing as radikale veldverbeteringsmaatreël	35
2.2.4 Veldvervanging as radikale veldverbeteringsmaatreël	36
2.2.5 Samevatting	38
3. OMGEWINGSBESKRYWING	39
3.1 LOKALITEIT	39
3.2 KLIMAAT	39
3.2.1 Reënval	39
3.2.2 Temperatuur	40
3.2.3 Ryp	40
3.3 PLANTEGROEI	41
3.4 TOPOGRAFIE EN DREINERING	43
3.5 GEOLOGIE EN MOEDERMATERIAAL	43
3.6 GROND	44
4. PROEFPROSEDURES	47
4.1 EKSPERIMENTELE UITLEG	47
4.1.1 Proefontwerp	47
4.1.2 Behandeling	48
4.1.3 Herhalings	49
4.1.4 Perseelgroottes	50
4.1.5 Proefplan	50
4.2 EKSPERIMENTELE TEGNIEKE	51
4.2.1 Bemesting	51
4.2.2 Veldvervanging	51
4.2.3 Oorsaaiing	52
4.2.4 Proefperiode	52
4.2.5 Weistelsel	53
4.2.6 Bestuursfases in weiveld- en kuddebeheer	54
4.2.7 Proefdiere	59
4.2.8 Loting van proefdiere	60

4.2.9	Dek- en kalfperiodes	60
4.2.10	Standaardisasieperiode	61
4.2.11	Byvoeding tydens die proefperiode	61
4.2.12	Algemene kuddeversorging	62
4.3	INSAMELING VAN GEGEWENS	63
4.3.1	Bodemmonstering en -ontleding	63
4.3.2	Plantopnames	63
4.3.3	Plantopbrengs en chemiese samestelling	63
4.3.4	Melkproduksie	64
4.3.5	Melksamestelling	64
4.3.6	Liggaamsmassaveranderinge	64
4.3.7	Lekinnames	64
4.3.8	Meteorologiese gegewens	65
4.4	VERWERKING VAN GEGEWENS	66
5.	RESULTATE	67
5.1	KLIMAATSTOESTANDE GEDURENDE DIE PROEFTERMYN	67
5.1.1	Reënval	67
5.1.2	Verdamping, sonskyn, humiditeit en temperatuur	67
5.1.3	Warmte-eenhede	68
5.2	CHEMIESE VERANDERINGE IN DIE GROND	70
5.2.1	Fosfor en uitruilbare katione	70
5.2.2	pH en weerstand	72
5.2.3	Totale stikstof en koolstof in die organiese materiaal	74
5.2.4	Onderlinge verhouding tussen katione en fosfor in die bogrond	74
5.3	BASALE BEDEKKING EN FLORISTIESE SAMESTELLING	76
5.4	VERBAND TUSSEN CHEMIESE SAMESTELLING VAN DIE GROND EN BASALE BEDEKKING	79
5.5	PLANTMATERIAALPRODUKSIE EN -BESKIKBAARHEID	82
5.5.1	Beskikbare plantmateriaal per hektaar	82
5.5.2	Beskikbare plantmateriaal per dier	87
5.6	VOEDINGSWAARDE VAN DIE PLANTMATERIAAL	89
5.6.1	Chemiese samestelling van die plantmateriaal	90
5.6.2	Invloed van behandelings op verhoudings tussen voedingstowwe	94
5.7	BESKIKBARE PLANTVOEDINGSTOWWE	102
5.7.1	Kumulatiewe seisoensbeskikbaarheid van plantvoedingstowwe	102
5.7.2	Beskikbare voedingstowwe per dier	108
5.8	MELKPRODUKSIE	116
5.8.1	Melkproduksie per dier	116
5.8.2	Melkproduksie per hektaar	121
5.9	MELKSAMESTELLING	124
5.9.1	Bottervet-, proteïen- en laktosegehalte van die melk	124
5.9.2	Bottervet-, proteïen- en laktoseproduksie per dier	124
5.10	MASSAVERANDERING VAN DIERE	127
5.11	WEIDAE EN VEELADING	130

	Bladsy
5.12 EKONOMIESE EVALUASIE	135
5.12.1 Kosteberaming	135
5.12.2 Ekonomiese parameters.	136
5.12.3 Evaluasie van oorspronklike gegewens.	139
5.12.4 Evaluasie van die aangepaste melkproduksie- gegewens	142
5.12.5 Evaluasie van die potensiële melkproduksie	143
5.12.6 Evaluasie van die ekonomiese invloede van verskillende produksieveranderlikes.	144
5.12.7 Jaarlikse prysskommeling	147
6. BESPREKING EN GEVOLGTREKKINGS	149
7. OPSOMMING	155
8. SUMMARY	161
9. DANKBETUIGINGS	167
10. LITERATUURVERWYSINGS	169
LYS VAN AFKORTINGS IN FIGURE EN TABELLE	181
FIGURE	183
TABELLE	195

1. INLEIDING

1.1 KEUSE VAN DIE ONDERWERP

Oosting (1958) beweer dat die mens vinnig besig is om die dominante organisme in die natuur te word. Weens sy unieke begaafdheid om denke en handeling te orden kan die mens binne sy beperkings 'n beheerende invloed op die natuur uitoefen. Die mens is derhalwe die voorreg beskore om sekere natuurwette en prosesse te manipuleer en tot sy eie voordeel aan te wend. Die beskikbare natuurlike hulpbronne kan egter enersyds onoordeelkundig geëksploteer word of andersyds voordelig vir die toenemende bevolking op die aarde ontgin word. Doelgerigte ekologiese navorsing aangaande die ingewikkelde wisselwerkings tussen die hulpbronne en die spesifieke organismes wat 'n omgewing bewoon, is onder meer noodsaaklik vir die voortbestaan van die mensdom.

Hoewel ekologiese navorsing uit 'n groot aantal fasette bestaan (vgl. Grunow, 1968), is die praktiese waarde van alle strukturele en funksionele kennis van ekosisteedinamika daarin geleë dat dit uiteindelik vir landbouproduksie, natuurbewaring en die skepping van ontspanningsgeriewe aangewend kan word. Om hierdie rede is toegepaste landbouproduksie-ekologie 'n studierigting wat stellig 'n hoë navorsingsprioriteit verdien, aangesien dit regstreeks op die noodsaaklikste lewensmiddel, naamlik voedsel, betrekking het.

Die beleid van die Departement van Landbou-tegniese Dienste, wat tans 'n leidende rol in die landbounavorsing van Suid-Afrika vervul, is primêr op produksie-ekologiese beginsels geskoei. Die beleid bepaal dat optimale hulpbronbenutting in harmonie met die omgewingsfaktore nagestreef moet word, met die doel om volgehoue ekonomiese produksie in alle agroëkologiese streke te handhaaf sonder dat die hulpbronne oor die langtermyn enige skade ly (Verbeek, 1971). Die beleid impliseer derhalwe dat die balans tussen die omgewingsfaktore, beskermingsfaktore en sosioëkonomiese faktore 'n integrale vereiste vir die geslaagde funksionering van 'n ekosisteem is.

Vanweë die uiteenlopendheid van die agroëkologiese omstandighede in Suid-Afrika is navorsingsentra in feitlik alle verteenwoordigende ekologiese gebiede versprei. Op streeksvlak word navorsingsprioriteite vir die betrokke ekologiese gebiede wat in 'n streek voorkom, deur middel van ontwikkelingsprogramme geformuleer. Die onderhawige studie is dan ook 'n voortvloeiende uit een van die Hoëveldstreek se ontwikkelingsdoelwitte vir die oostelike hoër reënvalgebiede van die streek, wat deur die Bethlehemse Landbounavorsingstasie bedien word.

Die navorsingsriglyne van die Hoëveldstreek behels in breë trekke die bepaling van die biologiese produksiepotensiaal van sowel individuele grond-plant-klimaatkombinasies as die optimale ontginning en benutting van hierdie potensiaal deur plante en/of vee. Hierdie doelwit word voorafgegaan deur die klassifikasie van die natuurlike hulpbronne en afgerond deur die ontwerp van optimale ekonomiese benuttingstelsels op grond van navorsingsresultate (Anon, 1973).

Die belangrikste voorrang ten opsigte van weidingsbenuttingsnavorsing by die aanvang van die studie was die evaluering en kwantifisering van produksienorme vir veld en radikaal verbeterde veld deur melkbeeste binne die betrokke grond-klimaatregime. Hierdie breë doelwit het tot die inisiëring van die studie gelei. Die ondersoek sou dan ook as 'n onderafdeling van die omvattende streekprogram dien, wat uiteindelik daarop gemik is om optimale ekonomiese produksiestelsels vir die streek te ontwerp.

1.2 MOTIVERING

Gemeet aan die opbrengs is die suiwelbedryf een van die belangrikste landboubedrywe in Suid-Afrika. Melk en room maak die afgelope dekade ongeveer 11 persent van die bruto landbouinkomste uit. Die belangrikheid van die bedryf word verder beklemtoon deur die feit dat die plaaslike verbruikersmark meer as R300 miljoen aan suiwelprodukte bestee, wat nagenoeg 'n vyfde van die totale verwerkte voedselbesteding verteenwoordig (Anon, 1976).

Oor die drie tydperke 1915 tot 1919, 1935 tot 1939 en 1965 tot 1969 was die bruto waarde van veeproduksie bykans gelyk aan die helfte van die totale waarde van landbouproduksie. Ofskoon veeproduksie neig om na verhouding af te neem, het die suiwelnywerheid sy posisie in die veebedryf gehandhaaf. Die bydrae van suiwel tot die totale veeproduksie het trouens van 17 tot 24 persent toegeneem (Landboubemarkingsnavorsing, 1977).

Volgens Joubert (1976) is 'n sterk, lewenskragtige suiwelbedryf onontbeerlik vir 'n snelle vooruitgang van 'n land. Hy wys daarop dat die suiwelbedryf prysenswaardig daarin kon slaag om met die reële landsbehoefte tred te hou. Melkproduksie het oor 'n tydperk van 25 jaar van 0,91 miljoen tot 1,4 miljoen ton vermeerder, ondanks die feit dat die getal suiwelboere van 74 000 in 1968 tot 58 000 in 1974 verminder het en die aantal suiwelfabrieke van 127 in 1947 tot 62 in 1975 afgeneem het. Die handhawing van die bedryf kan volgens Joubert (1976) hoofsaaklik toegeskryf word aan die verskuiwing van produksiegebiede van ekstensiewe landsdele, met hulle vroeëre omstedelike en tradisionele veldmelkery na die huidige geïndustrialiseerde semi-intensiewe en intensiewe akkerbou- en weidingsgebiede met 'n hoë reënvalpotensiaal.

Die toekomstige behoeftes aan suiwelprodukte sal onvermydelik styg as die bevolkingsgroei, stygende welvaart en toenemende verstedeliking in ag geneem word. Na raming sal in die jaar 2 000 minstens een miljoen koeie met gemiddeld 5 000 kg melk per laktasie nodig wees om in die minimum behoeftes van die land te voorsien (Anon, 1976).

Die vooruitsigte op die territoriale uitbreiding van melkproduksie is relatief gering. Streke wat ekologies vir melkproduksie geskik is, is akkerboukundig reeds grootliks ontgin. 'n Vermeerdering in die aantal melkkoeie ten koste van ander vee is ook nie baie waarskynlik nie. Die toekomstige uitdaging lê derhalwe in 'n verhoging van die gemiddelde opbrengs per koei of per eenheid oppervlakte deur die intensivering van voerproduksie, doeltreffender bestuur en verder deur 'n verhoging van die genetiese produksiepotensiaal van melkbeeste (Anon, 1976).

'n Kenmerk van die suiwelbedryf is die onbestendigheid wat enersyds aan die sensitiewe skommeling in prysverhoudings tussen voedselrantsoene en oorhoofse koste teenoor die uiteindelijke produk toegeskryf moet word en andersyds aan die wisseling in die gemiddelde jaarlikse reënval, wat nou aan die radikale voedingsverskille van die weiding tussen ekologiese produksiegebiede gekoppel is. Produsente is derhalwe geneig om dikwels melkproduksie met ander boerderyvertakings te verwissel. Klein verspreiders verdwyn gevolglik van die toneel, en die verspreiding van vars melk gaan geleidelik in die hande van die groot ondernemers oor wat beter toegerus is om in die toenemende vraag te voorsien.

In die huidige ekonomiese klimaat blyk dit dat duur kragvoerrantsoene (met 'n hoë graan-komponent) wat vir melkproduksie aangewend word, in die toekoms al hoe meer selektief gebruik sal moet word. In sy referaat voor die Suid-Afrikaanse Akademie vir Wetenskap en Kuns verklaar Joubert (1976):

“Dwarsdeur die wêreld waar rooivleis geproduseer word vind 'n mens 'n terugkeer na ru-voer as die aangewese primêre voerbron. Graan, wat sowel duur as skaars is, moet eenvoudig toenemend as sodanig vir menslike gebruik aangewend word, terwyl dít wat wel vir dierevoeding beskikbaar is vir suiwelproduksie, pluimveeproduksie en varkproduksie — in genoemde prioriteitsvolgorde aangewend sal moet word. Hierdie omwenteling dui terstond op ten minste drie terreine van diereproduksie waarin Suid-Afrika ongetwyfeld sterk staan: Die wetenskaplike beheer en benutting van natuurlike weidings binne hulle reële produksiekapasiteit; die aanwending van verboude voergewasse met inbegrip van veredelde grasspesies; en die gebruikmaking van stikstofdraende nie-eiwitbronne in die voeding van herkouers. Trouens, alle aanduidings is dat ons toenemend op hierdie faktore aangewese gaan wees.”

Benewens die feit dat menslike behoeftes op die lang duur eerste aanspraak op graanprodukte sal maak, dikteer die prysverhouding tussen produksiekoste (hoofsaaklik hoë-energie-kragvoere) en uiteindelijke produkte (vleis, melk, wol, ens.) die winsgewendheid van die veebedryf. Hoë produksiekoste kan derhalwe nie altyd met 'n verhoging van die noodsaaklike verbruikersprodukte verantwoord word nie, aangesien inflasionistiese tendense daardeur bevorder word en 'n kopersweerstand teen sulke produkte opbou, wat weer tot onverhandelbare surplusse aanleiding gee.

Die ontginning van voedsel in die vorm van dierlike produkte vereis nagenoeg ses tot sewe keer die grondoppervlakte as wat 'n soortgelyke hoeveelheid voedsel van plantaardige oorsprong benodig (Booyesen, 1970).

Daarbenewens is graanproduserende plante ongeveer tien keer so doeltreffend as die dier met betrekking tot proteïenomsetting (Kassier, 1975). Vir die handhawing van 'n hoë lewenstandaard by gevorderde gemeenskappe is 'n sekere innamepeil van dierlike produkte egter 'n voorvereiste. Weens die hoër doeltreffendheid van grane as voedingsbron enersyds en die noodsaaklikheid van dierlike proteïene andersyds blyk dit dat verskerpte landbou-intensivering sodanig verwesenlik sal moet word dat alle gronde wat vir agnomiese bewerking beskikbaar is, voorrang vir die verbouing van graan sal moet geniet — eerstens vir menslike gebruik en daarnaas vir dierlike gebruik. Daarteenoor sal dierlike produkte hoofsaaklik op gebiede wat nie ploegbaar is nie of marginaal vir graanproduksie is, geproduseer moet word (Verbeek, 1971; Booysen, 1970).

Die klimaat en terreingesteldheid van Suid-Afrika is sodanig dat dit primêr as 'n pastorale land beskou kan word. Die Republiek beslaan 'n oppervlakte van nagenoeg 122,3 miljoen hektaar, waarvan bykans 54 persent vir landbou en bosbou benut word. Ongeveer 80 persent (83 miljoen hektaar) van die beskikbare landbougrond bestaan uit natuurlike weiding, wat wissel van halfwoestynplantegroei tot hoogs produktiewe grasveld van die hoëreënvalgebiede (Anon, 1976). Hierdie uiterstes in landvorm het tot die verdeling van die land in 70 veldtipes aanleiding gegee. Ongeveer 65 persent van die veld word deur ariede of semi-ariëde gebiede verteenwoordig (Acocks, 1975). Daarteenoor huisves die natuurlike veld en ongeveer 932 000 hektaar aangeplante weiding nagenoeg 12,5 miljoen beeste (waarvan 59 persent in Blanke besit en ongeveer 20 persent melkbeeste is), 38 miljoen skape en 5,5 miljoen bokke. Uit 'n belegging van R13 049 miljoen (einde 1974) in die landbou verteenwoordig die vee-nywerheid 17,6 persent van die totaal (Joubert, 1976), sodat die belegging in vee naas die grond die gemiddelde boer se grootste bate is.

Ofskoon die Hoëveldstreek slegs ongeveer 12 persent van die Republiek se totale oppervlakte beslaan, huisves dit nagenoeg 20 persent van die land se beesstapel. Ongeveer 42 persent van die land se suiwelprodukte word dan ook in die Hoëveldstreek, en wel hoofsaaklik in die Oostelike hoëreënvaldele, geproduseer (Anon, 1973). Volgens die landbousensus van 1970–71 (Departement Statistiek, 1972) beklee die distrik Bethlehem die sewende posisie in die rangorde van die waarde van melkprodukte wat per distrik in die Republiek verkoop is. 'n Ontleding van die sensussyfers wat kort voor die aanvang van die studie afgehandel is, het egter ontstellende leemtes in die doeltreffendheid van die suiwelbedryf blootgelê. Dit het trouens ook die bevindings wat vroeër deur die Departement van Landbou-ekonomie en -bemarking gepubliseer is, bevestig (Hattingh, 1966), naamlik dat die dierefaktor in die saagebied van die Hoëveldstreek hoofsaaklik 'n aanvullende rol in die gemengde boerderypatrone vervul. Dit beteken dat die diere in die gebied meestal aangewend word om onverbruikte afval, soos byvoorbeeld mieliereste, te benut.

Dit moet in gedagte gehou word dat veeboerdery in die gemengde saaidele — waar ooring van diere groot probleme inhou — 'n groter mate van bestuursvernuf verg as wanneer die boer al sy aandag slegs op een of twee kontantgewasse toespits. Daarbenewens speel diere, wat groot kapitaalbeleggings vereis en stadige omsette realiseer, oënskynlik 'n ondergeskikte ekonomiese rol in 'n geslaagde kleingraanproduserende gebied. Die netto boerderyinkomste van R0,19 vir suiwel per grootvee-eenheid in die Bethlehem-Reitzgebied het dan ook gedurende die voormelde opname besonder swak met die van koringproduksie (R31,94 per hektaar) vergelyk.

Die feit dat diereproduksie in die Bethlehemomgewing hoofsaaklik aanvullend en ondergeskik aan akkerbou is, word ook duidelik deur die verspreiding van die suiwelverkope (tabel 1) weerspieël. Hiervolgens blyk dit dat die botterverkope per eenheid grondoppervlakte in die distrik die hoogste van al tien die distrikte was wat in die tabel aangetoon word. Hoewel die totale melkverkope van Bethlehem aan die ander kant, volgens hierdie norm, die laagste van alle distrikte was, het die verkope van nywerheidsmelk nogtans 'n intermediêre rangorde ingeneem. Hierdie tendens suggereer klaarblyklik dat die suiwelbedryf in die Bethlehemomgewing op 'n relatief ekstensiewe grondslag geskoei is, ondanks die feit dat voorligting, vervoer en bemakingsfasiliteite in die gebied besonder goed verteenwoordig is.

Aangesien ongeveer 70 persent van die beesbevolking in die Drakensbergweistreek uit melkras- of melkrastipe vee bestaan, is vleisproduksie uit die melkkudde 'n gevestigde praktyk in die Bethlehemomgewing. Daarbenewens beklee skape ook 'n belangrike plek in die meeste boerderypatrone (Coetzee, 1968). Aangesien van graanverbouing skyn daar ook 'n onderlinge kompetisie tussen verskillende veebedryfsvertakkinge in die Oos-Vrystaat te wees. Coetzee (1968) het bevind dat slegs ongeveer drie persent van die totale melkvee in die Harrismith- en Vredevoorligtingswyke 'n deel van stoetkuddes uitmaak. Dit verklaar waarskynlik die ekstensiewe melkproduksiepatroon van hierdie omgewing in 'n groot mate.

Hoewel die Oos-Vrystaat allerweë as een van die gebiede met die hoogste veeproduksiepotensiaal in die Republiek beskou word (Coetzee, 1968), blyk voeding een van die primêre leemtes te wees. Reyneke (1970) is van mening dat die veld wat die hoeksteen van die veebedryf vorm, so wisselvallig met betrekking tot kwaliteit en voedingswaarde is dat dit een van die bepalende faktore is wat produksiepatrone dikteer.

Die suurveldtipe wat in die Bethlehemomgewing voorkom, is slegs gedurende ongeveer vier maande van die jaar voldoende om liggaamsonderhoud en geringe produksie te handhaaf

indien geen byvoeding verskaf word nie. Hierdie toestand lei oor die algemeen tot verlaagde ruvoerinnames, swak energie-balans, lae speenmassas en lae kalfpersentasies (Reyneke, 1970). Indien voorts in aanmerking geneem word dat die veelading gedurende 1970–71 2,45 hektaar per grootvee-eenheid vir die hele distrik en 1,5 hektaar per grootvee-eenheid vir die beskikbare veldweiding was (Dept. Statistiek, 1972), kan die dringende behoefte om die produksie per eenheid veldweiding te optimaliseer nie oorbeklemtoon word nie. Hierdie toestand het tot die oorweging van bemesting en veldvervanging as moontlikhede van radikale veldverbetering in die omgewing gelei, wat ook die primêre dryfveer tot hierdie studie is. Daarbenewens was die tekort aan kwaliteits- en kwantiteitsnorme van veld en bemeste weidings as basis vir die voeding van produserende melkkoeie gedurende die somer 'n belangrike motivering vir die ondersoek.

1.3 PROBLEEMBESKRYWING

Volgens Peterson (1961) is wetenskaplike denke 'n aktiewe proses waardeur feite ordelik oorweeg en logiese afleidings gemaak moet word met die doel om vanuit 'n sekere beginpunt tot 'n beredeneerde eindpunt te kom. Dit is daarom belangrik dat alle feitekennis van bestaande inligting voortdurend gesintetiseer en gerevalueer moet word om nuwe prioriteite te identifiseer. Hierdie proses kan nie sonder 'n duidelik omlynde probleembeskrywing sinvol deurgevoer word nie.

Na aanleiding van die algemene motivering van die studie soos in die inleiding uiteengesit word die nasionale, gebieds- en navorsingskelpunte met betrekking tot melkproduksie op weidings in hierdie afdeling vollediger omskryf.

1.3.1 Nasionale knelpunte

Die verslag van die Bonsmakommissie van ondersoek na sekere bemarkingsaangeleenthede van vars- en nywerheidsmelk en die higiëniese en kwaliteitsbeheer daarvan (RSA, 1971) het kort voor die aanvang van die onderhawige ondersoek verskyn. Die belangrikste probleme wat in die verslag vervat is en ook gedeeltelik tot die studie aanleiding gegee het, word volgens kortliks bespreek.

Volgens die Kommissie moet aanvaar word dat enige uitbreiding van die grondoppervlakte en beesgetalle om aan die vraag na suiwelprodukte te voldoen nie meer moontlik is nie. Oorbeweidings en oorbevolking van talle plase in die land het alreeds die voorskrifte vir gesonde bewaringsboerdery oorskry. Enige verhoging in die produksie van melk sal van verhoogde produksie per beeseenheid afhanklik wees, wat noodwendig impliseer dat verhoogde produksie per eenheid grondoppervlakte in die ekologiese streke waar intensivering moontlik is, nagestreef sal moet word.

Die aspek van suiwelboerdery wat die meeste kommer by die Kommissie wek, is dat nywerheidsmelkproduksie nie 'n integrerende deel van die wetenskaplik gesonde gemengde boerderystelsels uitmaak nie. Vir die meeste nywerheidsmelkprodusente is melkboerdery 'n bysaak naas ander boerderyvertakkinge.

Die Kommissie het ook bevind dat die produksie van nywerheidsmelk gedurende gunstige jare aansienlik as gevolg van die verhoogde natuurlike voedingsbronne styg. In jare wanneer graanoeste misluk, word daar in 'n groot mate op melkproduksie teruggeval. In die eksten-

siewe en semi-intensiewe melkproduserende gebiede maak veld waarskynlik die belangrikste voedingskomponent van die melkkuddes uit. Die veld beperk egter die opbrengs per koei tot die voedingswaarde van die plantmateriaal, wat gewoonlik aansienlik laer as die genetiese produksiepotensiaal van die koei is. Daarteenoor speel aangeplante weidings in die intensiewer akkerbougebiede met 'n hoër reënval 'n toenemende rol om die belangrikste kosteenheid, naamlik kragvoer, gedurende die somermaande te vervang.

Die gebruik van 'n oormatige hoeveelheid kragvoer deur varsmelkprodusente rondom stede aan die een kant en die onvoldoende kragvoervoeding in die geval van ekstensiewe melkboere aan die ander kant moet as een van die belangrikste ekonomiese oorsake vir die ondoeltreffende produksie van melk in die Republiek beskou word. Indien die gemiddelde produksie van varsmelkproduserende koeie in ag geneem word, is die Kommissie oortuig dat die gemiddelde kragvoerverbruik in die land buitensporig hoog en onekonomies is.

Dit blyk ook dat melkproduksie vanuit 'n menslike voedingsoogpunt die belangrikste en onteenseglik die ingewikkeldste vertakking van die veebedryf is. Verder bestaan daar tans ook voldoende inligting om te aanvaar dat die genetiese potensiaal van die nasionale melkkudde nie die beperkende faktor in die onmiddellike verhoging van die gemiddelde produksie per koei is nie maar dat voeding en bestuur die belangrikste leemte verteenwoordig.

Die uiteenlopende verskille in grondstruktuur en -vrugbaarheid sowel as die topografie speel blykens alle aanduidings 'n belangrike rol in die variasie wat daar in natuurlike plantegroei en akkerboukundige potensiaal van die land voorkom. Hierdie omgewingsfaktore dikteer op hulle beurt weer grootliks die uiteenlopende suiwelpraktyke wat in die land aangetref word. As gevolg van hierdie verskynsel het die ontwikkeling van die Suid-Afrikaanse suiwelbedryf nie volgens die tradisionele biologiese en ekonomiese patroon van die ontwikkelde suiwellande plaasgevind nie. Wanneer die *per capita*-verbruik van melk en suiwelprodukte in die Republiek met die van ander lande vergelyk word (tabel 2), blyk dit dat die Republiek nog 'n groot agterstand het om in te haal. Die bestryding van proteïenwanvoeding (kwasjiorkor) is derhalwe nog steeds 'n ernstige probleem in Suid-Afrika. Melkproteïene kan ook moeilik deur ander bronne van natuurlike proteïene (selfs dierlike eiwitte) in die menslike dieet vervang word — veral in die voeding van jong kinders. Hierdie faktor speel 'n fundamentele rol in die voedingstandaard van 'n bevolking, veral een waarvan die dieet grootliks uit graanprodukte bestaan.

Na 'n grondige ondersoek kom die Kommissie tot die gevolgtrekking dat voer die belangrikste kosteenheid vir die doelgerigte melkboer is. Om aangekoopte kragvoer te voorsien is

waarskynlik die duurste metode om die voedingspeil van 'n melkkudde te verhoog. In ekologies gunstige reënvalstreke lê die oplossing derhalwe in die vestiging van aangeplante weidings vir die voorsiening van "goedkoop" voer in die somermaande en kuilvoer tesame met hooi gedurende die wintermaande. Die moontlikhede om voerkoste te verlaag sonder om doeltreffendheid in te boet behoort derhalwe die hoogste navorsingsvoorkeur in al die aangewese melkboerderystreke te geniet.

Hoewel die chemiese samestelling van melk in die eerste plek deur oorerflike en fisiologiese faktore beïnvloed word, het voeding, bestuur en klimaat ook 'n uitwerking daarop. Seisoenskommelinge in melkvet- en proteïengehalte kan grotendeels aan seisoenswisselings in die voedingswaarde van die natuurlike voedingsbronne toegeskryf word. Om die Suid-Afrikaanse suiwelbedryf op 'n gesonder grondslag te bring, die voedingswaarde en sindelikheid van melk vir die verbruiker te verhoog en die algemene kuddebestuur en -gesondheid asook voedingspraktyke deur produsente te bevorder het die Kommissie aanbeveel dat melk op 'n kwaliteitsgrondslag volgens die persentasie bottervet, laktose en melkproteïen verkoop moet word. 'n Onderzoek na die kwaliteit van melk, soos deur die toegepaste behandelings weerspieël, is daarom ook 'n integrerende deel van hierdie ondersoek.

1.3.2 Gebiedsknelpunte

Die voedingsprobleme en die wisselende kwaliteit van die weidings in die Oos-Vrystaat is meestal regstreeks verwant aan omgewingsfaktore soos grond, klimaat, plantegroei en bestuur. Weens die relatief hoë inherente vrugbaarheid van die Avalongronde, wat die grootste oppervlakte in die Bethlehemomgewing beslaan, was feitlik alle verteenwoordigers van hierdie gronde, ongeag ligging, dieptefase of helling, in die verlede onder bewerking. Roberts (1969), wat 'n intensiewe grondopname in die Bethlehemomgewing uitgevoer het, meld dat onversteurde Avalonprofiele tydens die opname feitlik onverkrygbaar was. Sedert die vestiging van die sogenaamde Riemland as akkerbougebied aan die begin van die negentiende eeu is nuwe gronde telkens gebrak sodra die onbemeste lande tekens van uitputting toon (Scheepers, 1975). Nuwe lande is stelselmatig deur hierdie proses na ander gronde wat oënskynlik 'n akkerboupotensiaal besit, uitgebrei. Die afwesigheid van grondbewaringswerk en die gevolglike verwydering van bogrond in sommige gebiede met steil hellings het spoedig tot erosie gelei, sodat talle van die ouer lande weer van bewerking onttrek is. Die natuurlike plantegroei is sodanig deur hierdie proses asook deur vertrapping, selektiewe en oorbeweiding vernietig dat feitlik alle laagliggende en effens hellende grasvelde in 'n sekondêre suksessiestadium verkeer. Verder het die tradisionele praktyk om suurgrasvelde feitlik jaarliks te brand ten einde smaaklike lenteweidings te verkry die gebiede wat nie onder bewerking was nie, in 'n

subklimaksgrasveld met *Eragrostis chloromelas* *E. plana* en *Elionurus muticus* (= *E. argenteus*) as dominante spesies verander.

Afgesien van die feit dat hierdie wanpraktyke van die verlede 'n minderwaardige plantegroei vir die omgewing nagelaat het, het dit ook tot die vernietiging van die organiese materiaal en 'n mineraaluitputting van die grond gelei (Scheepers, 1975). 'n Vollediger beskrywing van die gronde en die botaniese samestelling van die grasvelde van die proefterrein, wat as verteenwoordigend van die oulande in die omgewing beskou word, word onder 3.3 verskaf. Hoewel dit nie met sekerheid vasgestel kan word nie, dui alle beskikbare gegewens daarop dat die proefterrein wat teen 'n oostelike helling van ongeveer ses tot agt persent geleë is, minstens sedert die aankoop van die Landbounavorsingstasie deur die Staat (in 1947) aan bewerking onttrek is.

Soos in die geval van talle soortgelyke lokaliteite in die Oos-Vrystaat beskik die grond van die proefterrein oor 'n intermediêre tot hoë akkerboupotensiaal, maar weens die helling, wisselende diepte of ander ongunstige faktore sou die mees logiese aanwending daarvan die intensivering vir aanteel- of groeiende jong diere wees. Die skynbaar minderwaardige plantegroei van sulke gebiede kan met vrug deur middel van bemesting, veldversterking of selfs veldvervanging met veredelde grasspesies tot hoogs produktiewe weidings omskep word.

Die beperking wat die voedingswaarde van die suurgrastipes in die Oos-Vrystaat vir diereproduksie inhou, is reeds vroeg deur outeurs soos Du Toit, Louw en Malan (1940) ondersoek. Hierbenewens is die enigste diereprestasiënorme in terme van liggaamsmassatoenames van speenosse op die natuurlike veld, soos reeds genoem, deur Reyneke (1970, 1973) by die navorsingstasie ingewin. Die beskikbare gegewens is egter gebrekkig in dié sin dat dit slegs enkele seisoene se maandelikse gemiddeldes van saamgestelde monsters verteenwoordig. 'n Intensiewe weeklikse monsterring oor die lang termyn soos in hierdie ondersoek van stapel gestuur is, is nog nie voorheen in hierdie omgewing vir veld en verskillende vlakke van intensivering van die veld onderneem nie. Die voedingswaarde soos weerspieël deur chemiese ontledings word derhalwe onder 5.6 volledig behandel.

Hoewel dit allerweë bekend is dat die klimaat van die Bethlehemomgewing uiters wisselvallig is en 'n groot risikofaktor vir somergrane inhou (Du Plessis, 1972; De Jager, 1975), is die invloed daarvan op die groei en voedingswaarde van grasse feitlik onbekend. Dit mag wel aanvaar word dat hierdie faktore wat 'n bedreiging vir somergrane inhou, in 'n mindere mate vir die natuurlike plantegroei sal geld. Volgens De Jager (1975) se langtermynontleding van reënval blyk dit dat die betroubaarheid van reënval 'n primêre beperkende faktor in mielie-

verbouing is. Gedurende die aktiewe groeiperiode (middel-Oktober tot middel-Maart) varieer die maandelikse reënval gedurende 66 persent van die tyd tussen $\pm$ 50 persent rondom die gemiddelde maandelikse reënval. Voorts is in hierdie ondersoek vasgestel dat daar vir Bethlehem gedurende vyf uit tien seisoene tussen 25 Desember en 15 Januarie 'n droogteperiode van 21 dae voorkom. Variasie in temperatuur, verdamping en sonskyn kan verder volgens De Jager (1975) ook in sommige seisoene krities lae waardes vir geslaagde mielieverbouing bereik. Weens die oënskynlike wisselvalligheid van klimaat in die omgewing is in hierdie ondersoek ook gepoog om bogenoemde invloede op die verskillende behandelings te evalueer.

Opsommend, dus, bestaan daar geen norme in die Bethlehemomgewing waarop melkproduksie in die betrokke grond-plant-klimaatregime vanaf weidings as basis vir ruvoer gegrond kan word nie. Hierdie studie is derhalwe 'n eerste poging om meer kennis van die gebied in te win om hierdie basiese leemte te oorbrug.

1.3.3 Navorsingsknelpunte

Die kompleksiteit van weiveldevaluering deur middel van melkproduksie is waarskynlik die belangrikste knelpunt in weiveldbenuttingsnavorsing en stellig ook een van die ingewikkeldste navorsingsprobleme om landboukundig te ondersoek (Castle, 1951). 'n Volledige insig in weidingsbeheer vir melkproduksie vereis die integrasie van kennis oor plantfisiologie, dierefisiologie en die bestuursfaktore wat optimum opbrengste van beide verseker. Holmes (1962) beskryf die doelwit van veldbeheer vir melkproduksie soos volg:

“The object of grazing management may be defined as ‘to ensure a large supply of nutritious grazing over the growing season at a low cost and to utilize it in such a manner that physical waste of herbage and inefficient utilization by the animal are minimized and the productive capacity of the sward is maintained.’ It is a complex subject, involving many interrelated factors including botanical, animal and per-acre considerations”.

Faktore waarmee rekening gehou moet word, is eerstens dat melkproduksie nie uitsluitend deur die inname van voedingstowwe bepaal word nie. Daaglikse melkopbrengs word deur sekere fisiologiese beperkings soos die stadium van laktasie en die invloed van dragtigheid beheer. Die groot variasie in die doeltreffendheid van voeromset tussen verskillende koeie en die invloed hiervan op die totale melkproduksie moet terdeë in ag geneem word. Die tydsfaktor speel ook 'n belangrike rol, aangesien variasie deur verandering in omgewingsfak-

tore bepaal word. Tweedens is grasweidings in teenstelling met ander gewilde vaste voere 'n groeiende en immer variërende faktor, wat uiteraard aan 'n nog wyer omvang van variasie in omgewingsfaktore as die koei self onderhewig is. Veranderings in die samestelling en verteerbaarheid van die plantmateriaal vind voortdurend plaas en word nog verder deur die herhaaldelike en selektiewe ontblaring van die diere gekompliseer. Derdens is die akkurate biometriese proefuitleg om diergetalle, oppervlakte en die vermelde variasie tot die minimum te beperk ook 'n uiters ingewikkelde probleem (Castle, 1951). Die dinamiese wisselwerking tussen alle komponente van die produksiesisteen kan derhalwe die interpretasie van proefwerk aansienlik bemoeilik.

Weens die kompleksiteit van weidingsevaluasie deur middel van diereprestasie is die meeste Suid-Afrikaanse weiveldnavorsing hoofsaaklik op die hooiproduksievlak geskoei. Barnes (1973) wys daarop dat slegs ongeveer drie persent van die publikasies wat tot en met 1973 in die *Handelinge van die Weidingsvereniging* gepubliseer is, oor proefresultate handel het waarin diereprestasie — en hoofsaaklik liggaansmassatoenames van osse — as maatstaf gebruik is. Diereproduksienorme soos melkproduksie, kalf- en/of lampersentasies asook vrugbaarheidsevaluasies het in proewe waar 'n hoë bestuursvlak op verbeterde weidings en/of bemeste veld toegepas is, nog weinig aandag geniet (Grunow, Pienaar & Breytenbach, 1970).

Die aanwending van diere as evaluasiemaatstaf is in die verlede in Suid-Afrika waarskynlik dikwels by weidingsnavorsing vermy omdat dit groot getalle diere en groot eksperimentele oppervlakte vereis. Sulke proewe is gewoonlik ook bestuursintensief, arbeidsintensief, kapitaalintensief en langdurig (Edwards, 1969).

Die snymasjien is derhalwe meestal as simuleringshulpmiddel aangewend om ontblaring deur diere na te boots, terwyl chemiese ontledings van hooi as die belangrikste ekstrapolasiemaatstaf vir potensiële diereproduksie gebruik is. Die tekortkomings hiervan word allerweë besef en is ook al redelik volledig in die literatuur gedokumenteerd. Die belangrikste nadele verbonde aan snyproewe is hoofsaaklik dat dit nie die selektiewe weigewoontes van diere weerspieël nie, hersirkulasie van voedingstowwe (deur middel van mis en urine) nie plaasvind nie en dat die hoogte, frekwensie en intensiteit van ontblaring meestal subjektief en selfs diskriminerend ten opsigte van fisiologiese groeistadium beslis word. Chemiese ontledings van hooi is eweneens ontoereikend om voerkwaliteite vir diereprestasie te evalueer, aangesien smaaklikheidsvoorkeur en selfs verteerbaarheid nie noodwendig deur die ontblaring van die belangrikste elemente blootgelê word nie. 'n Spesifieke snymasjienontblaringsregime kan voorts die plant-suksessie op die proefpersele in die teenoorgestelde rigting laat neig as wanneer beweiers vir ontblaring verantwoordelik is.

Die noodsaaklikheid om die dier as biologiese maatstaf in weidingsevaluasie te gebruik raak ook die praktyk in soverre dit die aanvaarbaarheid van navorsingsresultate vir die boer betref. Aangesien boerdery deesdae 'n verfynde, kapitaalintensiewe en hoogs riskante onderneming is, behoort weidingsnavorsing praktykgerig en toepaslik te wees. Slegs wanneer die verbeterde produksiesisteem as 'n entiteit met inbegrip van diereprestasie en die ekonomie daarvan aan die boer voorgehou word, sal dit geredelik bo die van konvensionele ekstensiewe stelsels aanvaarbaar wees (Barnes, 1973).

Die afwesigheid van komplementêre vakbydraes in 'n spanpoging om diereproduksie vanaf weidings te bevorder het voorheen die vordering van rasonale ekologiese denke in weidingsnavorsing ernstig vertraag. Namate hierdie probleem uit die weg geruim word, word dit allereens aanvaar dat die weidingdeskundige en die veekundige nie onafhanklik van mekaar kan funksioneer nie (Barnes, 1973; Edwards, 1975). Hierby kan die betrokkenheid van die pedoloog, ekonoom, klimatoloog, biometrikus asook die oorkoepelende bydrae van die ekoloog nie buite rekening gelaat word nie.

Voortspruitend uit die voorafgaande is die proefraamwerk vir hierdie studie sodanig beplan dat die tekortkominge van die meeste vorige radikale veldverbeteringsondersoeke, naamlik die leemte in diereprestasiënorme asook die multidissiplinêre ekologiese interpretasie van primêre- en sekondêre produksie, grootliks oorbrug word.

Inherent aan die stelsels wat in hierdie ondersoek toegepas is, is die belangrikste ekologiese implikasie daarvan ongetwyfeld die biotiese invloed van die mens op die sisteemgedrag soos in bestuursbesluite gemanifesteer. Hoewel beslissings meestal subjektief op grond van kennis en ervaring geneem word, kan die kumulatiewe uitwerking daarvan uiteenlopende resultate tot gevolg hê. Die invloed van bestuursbesluite is gewoonlik verstrengel met die heersende omgewingstoestande en die dinamiese staat waarin die organismes ten opsigte van mekaar op 'n spesifieke tydstip verkeer. Hierdie faktore skep besondere probleme vir die regverdiging van optimale besluite. Verbeterde meetapparaat, objektiewe biometriese metodes en die ordelike versameling van gegewens word derhalwe in die landbou aangewend om biologiese gedragspatrone te verklaar en optimale bestuursmetodes te selekteer.

Die sentrale tema van die ondersoek is inderdaad dan ook om 'n optimale bestuurskeuse vir 'n melkproduksiesisteem met somerdroëlandweiding as primêre voerbron te maak. Uiteraard sal die keuse slegs binne die beperkte omvang van die toegepaste bestuursregime geld. Laasgenoemde sluit onder meer die proefbehandelings, naamlik radikale veldverbeteringspraktyke, die weiveldbeheerstelsel en die evaluering van byvoeding as bestuursfasette in.

1.4 DOEL VAN DIE ONDERSOEK

By weiveldbenutting is sowel die biologiese as die ekonomiese optimalisering van die uitset wat per eenheid inset verkry kan word, feitlik 'n universele doelwit. Hierdie mikpunt impliseer die doeltreffendheid van potensiaalontginning en is in wese sinoniem met intensivering. Die volgende outeurs word in dié verband aangehaal:

“In his efforts to maximise production, the Pasture Scientist should be concerned with developing the optimum relationship between the area of land, the amount of forage, the number of animals, the quantity of final product and monetary profit” (Booyesen, 1972).

“The main aim in livestock production from grassland is to achieve the full production potential of the ecosystem in terms of desirable product within the framework of a practicable management system and with the maintenance of productivity over time” (Nolan & Connolly, 1977).

In die lig van die voorgaande kan die spesifieke doel van die onderhawige studie soos volg saamgevat word:

om die biologiese produksiepotensiaal van natuurlike en radikaal verbeterde veld, verteenwoordigend van die oulande van die Oos-Vrystaat, vir melkproduksie te evalueer, ten einde norme vir die volgehoue ekonomiese ontginning van die betrokke grond-plant-klimaatkombinasie in te samel.

Die sekondêre mikpunt van die studie is:

om eerstens met behulp van diere as biologiese maatstaf wetenskaplik gefundeerde bestuursnorme te formuleer ten einde die melkproduksie van die omgewing op 'n gesonde grondslag by die ander boerderyvertakkings in te skakel en daardeur die praktyk te bevoordeel en, tweedens, om 'n wetenskaplike bydrae tot die bestaande kennis van grond-plant-dier-klimaatverwantskappe in die Hoëveldstreek te lewer.

1.5 OMVANG VAN DIE ONDERSOEK

Volgens Spedding (1975) behoort die onderwerpafbakening in ekologiese studies daarop gerig te wees om slegs die faktore in te sluit wat van besondere belang vir die deurgronding van die primêre prosesse rondom die belangstellingsgebied is. Aangesien dit 'n belangrike funksie van ekologiese navorsing is om inligting te sintetiseer, te orden en in eenvoudige of selfs ingewikkelde diagramatiese, matematiese of beskrywende modelle te kulmineer, behoort die vlak van detail in die ondersoek in verhouding tot die onmiddellike doelstellings te staan.

Uiteraard sal die omvang van 'n ekologiese studie waar diere as biologiese maatstaf gebruik word en, soos reeds vermeld, besondere eise aan mannekrag, eksperimentele oppervlakte, diergetalle en kapitaal stel, deur die fisiese beskikbaarheid daarvan beperk word. In die lig van die voorkeur wat hierdie tipe navorsing geniet, kon beperkte fasiliteite daarvoor nietemin deur die Departement van Landbou-tegniese Dienste verskaf word. Tydens die beplanning van die ondersoek is besparende maatreëls derhalwe sover moontlik toegepas om die maksimum inligting met die minimum fasiliteite te bekom. Aangesien die ondersoek verder te midde van verskeie ander navorsings- en voorligtingsaktiwiteite uitgevoer moes word, kon alle parameters, weens 'n tekort aan geld en mannekrag, nie deurgaans volledig oor die volle proeftermyn bepaal word nie. Die ondersoek ly ook gebrek aan sekere belangrike maatstawwe, soos byvoorbeeld die bepaling van die invloed van twee of meer veeladings per behandeling op plant- en diereprestasie, waarvoor die oppervlakte en diergetalle ontoereikend was. Die evaluering van grondvogveranderinge, voerinnames en -verteerbaarheid is verder noodsaaklike parameters waarvoor mannekrag en fasiliteite nie beskikbaar was nie. 'n Poging is egter wel aangewend om sommige van hierdie ontbrekende maatstawwe op 'n onregstreekse wyse te bepaal.

Ofskoon die besonderhede van die proefbehandelings volledig onder prosedures uiteengesit word, is dit wenslik om die faktore wat tot die inisiëring daarvan gelei het, hier kortliks te bespreek.

Na aanleiding van die radikale veldverbeteringskonsep wat in die sestiger- en vroeë sewentigerjare ontwikkel is (Edwards, 1970, 1973; Booysen, 1972; Edwards & Booysen, 1972), is besluit om vier vlakke van potensiaalontginning te evalueer wat vanaf 'n ekstensiewe tot 'n relatief intensiewe spektrum sou strek. Al vier vlakke verteenwoordig weidingsmanipulasies wat die verbetering van die plantproduksie per eenheid oppervlakte ten doel het, soos deur Edwards (1973) gedefinieer. (Dit dien vermeld te word dat hierdie begrippe nie nuut is nie

maar dat die afbakening en benaming van die terme eers gedurende die beginjare van hierdie dekade gepubliseer is.)

Die ekstensiewe kontrolevlak verteenwoordig slegs 'n verbeterde veldbestuurspeil waarop geen radikale intensiveringsmaatreël toegepas is nie. Vir die daaropvolgende intensiveringsvlak is 'n suboptimale bemestingspeil (50 kg N/ha en 15 kg P/ha per jaar) sonder enige bykomende versterkingsmaatreël toegepas, terwyl die bemestingspeil vir die derde vlak verdubbel is en die natuurlike plantegroei met *Eragrostis curvula* cv. Ermelo deur middel van oorsaaiing versterk is. Die intensiefste behandeling het 'n totale veldvervanging met *Eragrostis curvula* cv. Ermelo en 'n bemestingspeil van drie keer dié van die tweede vlak behels. Die keuse van *Eragrostis curvula* cv. Ermelo vir die versterking en vervanging van die veld is daarop gegrond dat dit in die eerste plek die enigste uitsonderlik suksesvolle gras is waarvan die introduksie in die Bethlehemomgewing vry algemeen toegepas word, en tweedens omdat die oulande uitsluitlik deur die *Eragrostis*-spesies oorheers word. Aangesien die plaaslike *Eragrostis*-spesies hoofsaaklik verteenwoordigend van die *chloromelas*-ekotipes is, het dit 'n logiese keuse geblyk te wees om in ooreenstemming met die behandelingsintensivering deur middel van bemesting ook 'n ooreenstemmende gewasintensiveringspektrum met betrekking tot die genetiese stikstofresponsievermoë (Leigh, 1967) daar te stel. Die feit dat *Eragrostis curvula* 'n gewenste indringer onder bemestingtoestande is (Grunow *et al.*, 1970), het die argument om dit as 'n veldversterkingsgewas aan te wend ten einde die suksessie te versnel, verder ondersteun.

Tydens die beplanning van die ondersoek moes terdeë met die beskikbaarheid van 'n geskikte eksperimentele oppervlakte en die aantal bruikbare proefdiere rekening gehou word. Uit die teelkudde van die Bethlehemse Landbounavorsingstasie, waarvan die diere ook vir ander navorsingsdoeleindes aangewend is, sou daar jaarliks nagenoeg 40 lakterende Frieskoeie vir hierdie ondersoek beskikbaar wees. Dit was derhalwe slegs moontlik om agt uitgesoekte diere per behandeling te akkommodeer. Daarbenewens kon met inagneming van die beskikbare diere slegs ongeveer 40 hektaar veldweiding afgestaan word. Om hierdie probleem te oorbrug was die enigste voor-die-hand-liggende alternatief om 'n gelyke aantal diere aan alle behandelings toe te ken en die oppervlakte per behandeling ooreenstemmend met die be-raamde intensiveringsvlakke te verminder. Die norme hiervoor is uit vorige veldbemestingstudies verkry.

Om die maksimum inligting met die beperkte mannekrag, fasiliteite en tyd te verkry is besluit om die proef in twee fases te verdeel ten einde twee bestuursfasette te ondersoek. Die eerste fase sou 'n praktykgerigte bestuurspatroon verteenwoordig waartydens kragvoer-

byvoeding aan die diere verskaf is en 'n vaste rotasie-weistelsel geïntegreerd met strategiese hooisnyls in die veldbestuur afgewissel word. Gedurende die tweede fase is 'n streng navorsingsgeoriënteerde praktyk gevolg waartydens geen kragvoer aan die diere verskaf is nie en konstante weidruk tussen die behandelings gehandhaaf is. Die motivering vir die keuse van die tweede bestuursfasette word volledig onder prosedures bespreek.

'n Opsomming van die belangrikste veranderlikes waarvan gegewens gedurende die ondersoek ingewin is, asook die frekwensie en beskikbaarheid van waarnemings word in tabel 3 verstrekk. Die waarnemings is met behulp van rekenaarmetodes na 144 verskillende parameters verwerk. 'n Databank, wat by benadering uit 42 000 individuele waarnemings bestaan het, is vir die 144 parameters opgebou en in die rekenaargeheue geberg.

1.6 DUUR VAN DIE ONDERSOEK

Die lengte of duur van 'n weidingsnavorsingsondersoek is 'n uiters omstrede en debatteerbare onderwerp, aangesien talle faktore die sinvolle interpretasie van resultate mag beïnvloed. Morley en Spedding (1968) laat hulle soos volg oor hierdie onderwerp uit:

“Time invokes other hazards. An experiment over two or three years, apart from sampling variation, may not give sufficient indications of long-term effects such as changes in soil-structure, fertility and -erosion, in botanical composition, plant disease, or plant nutrient requirements. It is difficult to conceive general rules which might guard against such hazards

“. . . Nevertheless, the onus must remain with the experimenter to take care that his conclusions are not too vulnerable to long term changes”

Hieruit is dit duidelik dat geen vaste reëls oor die eksperimentele termyn neergelê kan word nie. Dit is 'n bekende feit dat biologiese gegewens aan talle variasies buite die beheer van die navorser onderhewig is. Klimatologiese invloede is waarskynlik een van die belangrikste faktore wat eksperimentele waarnemings van jaar tot jaar kan beïnvloed. Derhalwe is dit belangrik dat randomisasie en replikasie in akkuraat beplande biometriese proewe nie slegs binne jare nagestreef word nie maar dat sulke proewe ook oor 'n toereikende tydperk sal strek. Voorts sal faktore soos die noodsaaklikheid om inligting spoedig aan die praktyk bekend te stel asook die koste van 'n navorsingsprojek 'n invloed op die duur daarvan uitoefen.

Met die voorgaande as agtergrond is besluit om hierdie studie oor 'n tydperk van vyf groei-seisoene (hierna as “seisoene” afgekort) te laat strek. Die beplanning en eksperimentele voorbereiding is gedurende Januarie tot Oktober 1972 gedoen, waarna die proef onmiddellik 'n aanvang geneem het. Beweiding is gedurende die 1972–73-seisoen op die eerste drie handelings toegepas, terwyl die vervanging van die veld met *Eragrostis curvula* cv. Ermelo gedurende November 1972 gedoen is. Laasgenoemde behandeling is gedurende die res van die aanvangseisoen van beweiding weerhou, sodat die gras kon vestig. Die fase 1-evaluasie (kragvoeraanvulling en wei geïntegreer met sny) is gedurende die eerste drie seisoene van die proeftermyn uitgevoer, terwyl fase 2 (weerhouding van kragvoer en konstante weidruk) gedurende die daaropvolgende twee seisoene toegepas is. Die proefbehandelings is gedurende April 1977 gestaak.

1.7 BETROUBAARHEID VAN GEGEWENS

Namate die landbouwetenskap uitbou en kennis vermeerder, vind daar 'n klemverskuiwing in navorsingsbenadering van die empiriese observasievlak na die kwantitatiewe, beskrywende vlak plaas (Lucas, 1960a). Hierdie verandering gaan ten nouste gepaard met die ontwikkeling van objektiewe statistiese en biometriese tegnieke wat ook saam met die betrokke belangstellingsrigting ontwikkel.

In die geval van die weidingbenuttings- én diereproduksievakrigtings is daar gedurende die afgelope dekade talle werke gepubliseer waarin effektiewe biometriese beplannings- of ontledingstegnieke voorgestel word (*vide* Morris, 1967 – 1118 verwysings). Gedurende die studie is gepoog om voortdurend op hoogte van die jongste literatuur in dié verband te bly en, waar moontlik, van toepaslike metodes gebruik te maak. Daar sal derhalwe telkens in die teks na toepaslike bronne verwys word.

Gedurende die eksperimentele periode is daadwerklike pogings aangewend om 'n hoë standaard van betroubaarheid met die insameling van gegewens te handhaaf. Maatreëls wat onder andere hiervoor getref is, was om vir roetinetake slegs van opgeleide, ervare arbeiders gebruik te maak, vooraf sorg te dra dat alle apparaat voor meting gekalibreer is, en om kruiskontroleling van versamelde syferwaardes te doen voordat dit finaal vir statistiese ontledings aanvaar is.

Tydens die dataverwerkingsproses is die onverwerkte gegewens van die veldboeke of regstreeks op kodevorms oorgeskryf en na ponsing in die rekenaargeheue geberg, en gekontroleer. Vir die opbouing van 'n reeks berekende veranderlikes is 'n afsonderlike program geskryf wat aangewend is om 'n databank van 'n volledige reeks waarnemings vir elke veranderlike te skep. Laasgenoemde is weer eens in 'n rekenaargeheue geberg en hiervandaan regstreeks deur middel van rekenaarinstruksies in die verskillende programme vir finale statistiese ontledings gelees. Deur middel van hierdie prosedure kon 'n omvangryke hoeveelheid berekenings vinnig en akkuraat gehanteer word, terwyl die menslike foute tot die minimum beperk is.

2. LITERATUURSTUDIE

Aangesien die klimaats- en plantegroeitoestande van Suid-Afrika se somerreënvalgebiede met geen oorsese gebied vergelykbaar is nie, sal die literatuuroorsig slegs oor plaaslike navorsing handel. Die literatuurbespreking is ordelikheidshalwe in twee afdelings onderverdeel, waarvan die eerste oor melkproduksiestudies oor weidings handel, terwyl die tweede onderafdeling spesifiek radikale veldverbetering as intensiveringsmaatreël beskryf.

2.1 WEIDINGEVALUASIE DEUR MIDDEL VAN MELKPRODUKSIE IN SUID-AFRIKA

Ofskoon natuurlike en aangeplante weidings in Suid-Afrika 'n belangrike rol in melkproduksie speel, is daar 'n ontstellende leemte aan doelgerigte navorsing op hierdie gebied. Dit is reeds aangedui dat die Bonsmakommissie (RSA, 1971) bevind het dat voeding waarskynlik in die meerderheid gevalle ondoeltreffend deur suboptimale of oormatige hoeveelhede kragvoer gemanipuleer word en dat die bestuur en benutting van melkkuddes op weidings van hoë kwaliteit, besondere navorsingsprioriteite behoort te geniet. In die lig hiervan is dit belangrik om die bestaande Suid-Afrikaanse literatuur met betrekking tot melkproduksie op natuurlike en aangeplante weidings oorsigtelik te bespreek.

Sedert die omvattende pionieronderzoek deur Du Toit, Louw en Malan (1940) na die voedingswaarde van Suid-Afrikaanse weidings het die besef vinnig posgevat dat die mineraaltekorte van die natuurlike veld waarskynlik met bemesting aangevul kan word, terwyl produksie ook daardeur gestimuleer kan word. Dit het spoedig tot verskeie veldbemestingsprojekte gelei waartydens die invloed van bemesting op diereproduksie deur middel van koöperatiewe ondersoeke op 15 plase in die Republiek deur die kunsmismaatskappy AE & CI gelanseer is (Hall & Meredith, 1937). Melkproduksie is slegs by twee medewerkers bepaal, in welke gevalle die resultate daarop gedui het dat melkopbrengste, afhangende van die bemestingspeil, 115 tot 231 persent bo die van die kontrole per eenheid oppervlakte was. 'n Soortgelyke proef is ook later in die George-Knysna-omgewing deur Hall en Meredith (1938) met kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) en ander gemengde eksotiese weidings gedoen. Melkkoeie is in hierdie proef met verse en droë diere in 'n rotasiebeweidingsstelsel opgevolg. Aansienlike produksieverhogings (244 tot 287 persent) is met stikstof- en fosforbemesting bo die van 'n kontrolebehandeling waargeneem. Die toediening van fosfor alleen het 'n produksievermeerdering van 73,7 persent tot gevolg gehad. Die outeurs rapporteer dat die diere 'n besliste voorkeur aan die persele verleen het waar stikstof, fosfor, kalium en kalsium in kombinasie toegedien is. Hiervolgens is afgelei dat bemesting die smaaklikheid van die gras

bevorder het, aangesien selektiewe beweiding aansienlik minder as by ander handelings voorgekom het. Daar is ook waargeneem dat gevalle van nageboorteterensie tydens kalwing aansienlik laer as op natuurlike veld was.

Hall en Meredith (1937, 1938) se proewe het meestal uit ongerepliseerde persele met handelings van geen bemesting, N-, P-, NP-, NPK- en NPKCa-bemestingskombinasies bestaan (N = 91 kg ammoniumsulfaat, P = 181 kg super- en rotsfosfaat, K = 36 kg KCl, Ca = 908 kg CaCO_3 per ha per jaar). Kragvoerbyvoeding is aan die diere verskaf, en 'n rotasie is deur die reeks handelings gevolg. Die doel van die ondersoek was waarskynlik hoofsaaklik om produksienorme vir verskillende klimaatsgebiede in te win en nie om gesofistikeerde statistiese vergelykings te tref nie.

Gedurende dieselfde tydperk (Taylor, 1938) is daar ook 'n ondersoek na die drakrag en melkproduksiepotensiaal van kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) op Cedara-Landboukollege gelanseer. In hierdie ondersoek is die melkopbrengs van twee Frieskoeie en drie Jerseykoeie bepaal wat in afsonderlike groepe verdeel is en elk op "twee of drie" kampe van 0,4 hektaar gewei het. Taylor (1938) rapporteer dat nagenoeg 11 200 kg melk per hektaar oor die groei-seisoen van sewe maande met kikuyuweiding geproduseer kon word indien hoë stikstofbemestingspeile toegedien word.

Die eerste relatief intensiewe melkproduksieondersoek op natuurlike en bemeste veld in Suid-Afrika sedert die dertigerjare en ook die enigste soortgelyke ondersoek wat hierdie studie voorafgaan, is gedurende die tydperk 1949–50 tot 1954–55 op Frankenwald, naby Johannesburg, uitgevoer (Rose, 1956). In hierdie ondersoek is slegs twee handelings, naamlik natuurlike veld (kontrole) en bemeste veld, deur middel van ses melkkoeie per behandeling met mekaar vergelyk. Weens die feit dat hierdie ondersoek van Rose die enigste maatstaf is waarmee die huidige studie vergelyk kan word, sal die proefomstandighede en resultate daarvan breedvoeriger bespreek word.

Om die nodige perspektief tussen behandelingseffekte en resultate te verkry is dit belangrik om op die geskiedenis te let wat die Frankenwald-ondersoek voorafgegaan het. Rose (1956) stel dit soos volg:

"The experiment described in the thesis is an extension of the 'A' camp experiment which was originally set out by Hall and Meredith at the beginning of the 1932–33 season. Until the 1948–49 season this experiment carried beef animals, and when the dairy experiment started in 1949 two of the original ten treatments were continued,

namely the NPK and control, and the remainder discontinued. It is important to bear this fact in mind when examining the results reported herein, since the botanical changes had already become quite obvious when the dairy experiment started. Normally results of this nature would not be obtained right from the first application of fertilizers, but would gradually improve as the change in the botanical composition of the sward become more marked".

Die proefbestuur het gedurende die termyn van ondersoek aansienlik gewissel. Op grond van Meredith se vorige bemestingsproewe op dieselfde terrein is besluit om 6,8 ha aan die kontrolediere en 3,4 ha aan die bemestingsgroep toe te ken. Aanvanklik was die hele proefterrein in 0,86 ha-kampe verdeel, wat meegebring het dat 'n agtkamprotasiebeweiding op die onbemeste veld en 'n vierkamprotasiebeweiding op die bemeste veld toegepas is. Gedurende die laaste seisoen is die bemeste veld egter verder onderverdeel, sodat daar op hierdie behandeling ook 'n agtkamprotasiebeweiding toegepas kon word. Kunsmistoe dieninge gedurende die ses seisoene aansienlik gewissel, naamlik 68, 68, 378, 291, 252 en 252 kg N/ha (ammoniumsulfaat) in die geval van stikstofbemesting, terwyl die fosforpeil van 33 kg P/ha (superfosfaat) deurgaans jaarliks gehandhaaf is. Die wisselende stikstofpeile het voortgespruit uit 'n besluit om gedurende die laaste vier seisoene na elke 12 mm reën kunsmis toe te dien. Hierbenewens is kragvoerbyvoeding ook volgens variërende maatstawwe aangewend. Gedurende die eerste seisoen het alle diere deurgaans 1,4 kg kragvoer per koei per dag ontvang, terwyl dit in die daaropvolgende twee seisoene individueel volgens produksie verskaf is. Aangesien Rose (*op. cit.*) van mening was dat die kragvoer voldoende proteïen bevat om behandelingseffekte te verbloem, is besluit om in die laaste drie seisoene geen kragvoerbyvoeding te verskaf nie. Gelyke dele sout en beenmeel is deurgaans op beide behandelings *ad lib* aan die proefdiere beskikbaar gestel, behalwe in 1953–54, toe die diere op die bemeste weiding slegs sout ontvang het. Tydens hierdie seisoen is die weidingsbeheerstelsel ook drasties gewysig. Waar die weidingsintensiteit gedurende die vorige seisoene streng volgens die rotasie van drie dae wei en 21 dae rus op onbemeste kampe en 'n week wei en drie weke rus op bemeste kampe gehandhaaf is, is volgens die bestuurswysiging besluit dat alle kampe bewei sou word totdat geen plantmateriaal meer in 'n kamp beskikbaar is nie, ongeag die aantal dae van beweiding. Aangesien die behandelingsoppervlakte en die diergetalle in die proef konstant was, is gepoog om optimale benutting te handhaaf deur hooisnysele periodiek tydens tydperke van vinnige groei te verwyder.

Gedurende sy ondersoek het Rose (*op. cit.*) benewens melkopbrengs ook kwaliteitsontledings van saamgestelde monsters van die melk en die plantmateriaal van die twee behandelings gedoen. Weens die variërende bestuursomstandighede is die totale TVV-opbrengs (totale vei-

teerbare voedingstowwe) van die stelsels volgens die metode van die Joint Committee (1943) bereken. (Totale TVV = TVV van voedingsbehoefte van diere vir massatoenames, massa-onderhoud en melkproduksie, plus TVV van geproduseerde hooi, minus TVV van byvoeding verskaf.) 'n Opsomming van die resultate word in tabel 4 verstrek.

Rose (*op. cit.*) rapporteer sy resultate met betrekking tot die invloed van bemesting op melkproduksie soos volg:

“Yields of milk obtained over a period of six seasons show that the individual production of the cows could not be increased to any extent by increasing the quantity or quality of the feed available

“The main response to the fertilizer treatment is in the production of milk per morgen which is almost completely dependent on the carrying capacity of the treated pastures, which in turn depends on the botanical composition of the sward”.

Die ondersoek het voorts getoon dat die bestuursintensivering dit moontlik gemaak het om die drakrag van die bemeste veld nagenoeg agtvoudig te verhoog. Hoewel die gemiddelde melkproduksie per dier skynbaar nie op bemesting gereageer het nie, het die chemiese ontledings getoon dat die kwaliteit van die plantmateriaal inderdaad aansienlik verbeter is. (Dit het waarskynlik dan ook tot die verbeterde liggaamsmassatoenames van die diere op bemeste veld gelei — 'n aspek waaraan Rose (1956) klaarblyklik nie aandag geskenk het nie.) Die persentasie verteerbaarheid van alle bestanddele in die plantmateriaal wat ontleed is, behalwe vet, was hoër in bemeste as onbemeste plantmateriaal. Die verteerbare proteïene, totale verteerbare voedingstowwe, metaboliese energie en styselekwivalent van bemeste plantmateriaal was ook hoër as die van onbemeste hooi. Hoewel daar slegs 'n klein verskil in die persentasie ruwesel tussen die monsters was, was die vesel van bemeste veld 70,7 persent verteerbaar, terwyl onbemeste vesel 56,9 persent verteerbaar was.

Kwaliteitsontledings van die melk het verder getoon dat bemesting die bottervetgehalte, totale vaste stowwe, vetvrye vaste stowwe, melkproteïene, fosfor en asgehalte verhoog het maar dat die laktosegehalte verlaag het. Hierdie tendense kon egter nie deurgaans met 'n statistiese ontleding bevestig word nie, aangesien dit geblyk het dat die aantal herhalings per behandeling te min vir 'n akkurate statistiese vergelyking was.

Rose (1956) rapporteer dat 'n ekonomiese ontleding vanuit verskillende standpunte getoon het dat bemestingskoste nie die belangrikste item is wanneer intensivering deur middel van veldbemesting nagestreef word nie, maar dat die kapitaalbelegging in diere as gevolg van die verhoogde drakrag en die kosprys van die grond wat behandel moet word, die oorwegende faktore is. Volgens berekening was die bemestingskoste om die drakrag van ses koeie per morg (0,86 ha) te handhaaf laer as wat die kragvoerkoste sou wees om dieselfde aantal diere op dieselfde oppervlakte onbemeste veld aan te hou. Weens die relatiewe beskikbaarheid van grond, die lae huurpryse en in die lig van die heersende kunsmisprys was die slotsom dat ekstensiewe melkproduksie lonender as intensiewe melkproduksie op bemeste veld was. Bemesting sou egter ekonomiese voordele inhou as die grond teen meer as R100 per morg (0,86 ha) gewaardeer word.

Die bevinding dat bemesting oënskynlik 'n verbetering in melksamestelling veroorsaak, is deur Altona, Tilley en Stiven (1962) opgevolg met 'n ondersoek na die biologiese eienskappe van melk wat op bemeste en onbemeste veld geproduseer is. Vir hierdie studie is witmuise, rotte, kuikens en jong varke met 'n melkdieet afkomstig van die voormelde Frankenwaldbehandelings gevoed. Vir al die proefdiere (met uitsondering van die varke) het die biologiese waarde van die melk afkomstig van bemeste veld 'n beduidende voordeel bo die van die kontrolebehandeling ten opsigte van liggaamsmassatoenames en voedselbenutting ingehou. Die dieet van melk afkomstig van onbemeste veld het veelvuldige vitamientekorte by die muise en beenafwykings ("bokknieë en ooptoonstand") by die varke veroorsaak. Volgens 'n verdere ondersoek by die Modderfonteinse Navorsingslaboratoria (Anon, 1967) is oestrogeenekstrakte van bemeste hooi vir eksperimentele wyfierotte ingespuut. Positiewe gevolge is met ekstrakte van bemeste hooi verkry, terwyl die onbemeste kontroles negatiewe groei-reaksies getoon het.

'n Redelik uitgebreide studie van die melkproduksievermoë van natuurlike veld in vergelyking met 'n kragvoeraanvulling op veld- en 'n optimumkraalvoeding is oor 'n termyn van vyf jaar op die Armoedsvlaktenavorsingstasie in die Noord-Kaap onderneem (Van Marle & Niemann, 1967). Vier koeie is per behandeling in 'n faktoriaalproef gebruik waarin die invloed van ouderdom ook as 'n eksperimentele maatstaf geneem is. Die veelading van die beweiers was 8,6 ha per koei per jaar. 'n Kragvoeraanvulling van 0,45 kg vir elke 1,8 kg melk is aan die diere verskaf wat die aanvulling op veld en in die kraal sou ontvang. Die ruvoer van die groep wat in die kraal gevoer is, het egter uit 'n goeie kwaliteit lusern bestaan waartoe die diere vrye toegang gehad het. 'n Opsomming van die resultate van die proef word in tabel 5 verstrekk. Uit die proefgegewens is dit duidelik dat die melkproduksiepotensiaal van veld aansienlik laer as die van die ander twee handelings was. Die outeurs het

egter bereken dat die veld ongeveer 80 persent weerspieël het van die waarde van die lusern by die twee behandelings wat kragvoer ontvang het. Geen ekonomiese ontledings is op die resultate van die ondersoek uitgevoer nie.

Geen Suid-Afrikaanse literatuur kon oor die melkproduksiepotensiaal van *Eragrostis curvula*-weidings sonder enige byvoeding opgespoor word nie. Anon (1967) rapporteer dat 'n vee-lading van 3,5 koeie per hektaar op die *Eragrostis curvula*-weidings van Frankenwald gehandhaaf kan word waar die gras met 17,5 kg P/ha (superfosfaat) en 133 kg N/ha (ammoniumsulfaat) bemes was. Gedurende twee agtereenvolgende seisoene is met 'n daaglikse byvoeding van 2,3 en 3,4 kg kragvoer per koei onderskeidelik 1 194 en 1 507 liter melk maandeliks per hektaar geproduseer.

Bishop en Compaan (1970) het *Eragrostis curvula*-weidings aangewend om aan te toon dat dit 'n besparing in die totale voerkoste van melkkoeie meebring wanneer dit met kuilvoer en hooi as ruvoer vergelyk word. In hierdie ondersoek is daaglik 1,6 kg kragvoer vir elke 4,5 liter melk bo 'n produksie van 6,8 liter aan die koeie van die twee proefbehandelings gevoer. Beide groepe het ook daaglik drie ure toegang tot lusernweiding gehad. Die enigste verskil was dat een groep die res van die dag op hoogbemeste *Eragrostis curvula*-weidings geplaas is en die ander groep daaglik 18 kg kuilvoer en 5 kg hooi ontvang het. Die melkproduksie van die groepe het nie verskil nie, maar die outeurs het tot die gevolgtrekking gekom dat 'n besparing van nagenoeg 55 persent deur die inskakeling van *Eragrostis curvula*-weidings verkry word indien die ekstra voerkoste van kuilvoer en hooi teenoor die bemestingskoste van *Eragrostis curvula* verdiskonteer word.

Die eerste doelgerigte bydrae in Suid-Afrika op die gebied van kuddebestuur en byvoeding op aangeplante weidings is onlangs deur die personeel van die Cedara-Landboukollege van stapel gestuur. Die werk is hoofsaaklik op die resultate van ongepubliseerde navorsingsprojekte gefundeer (Hathorn & Bredon, 1974):

“The experiments at Cedara covered the intakes of dry matter in the following cases:

- (1) When animals grazed ryegrass for various periods of the day supplemented with *Eragrostis curvula* hay.
- (2) Kikuyu grazed only and when supplemented with *Eragrostis curvula* hay.
- (3) Maize silage fed and supplemented with *Eragrostis* hay.

In all these cases the roughage was supplemented with concentrates according to the

animals' production. The concentrates consisted either of maize meal supplemented with calcium, phosphorus and salt or of fully balanced concentrates also supplemented with minerals".

Volgens die resultate wat uit hierdie ondersoek voortgespruit het, is vasgestel dat oormatige kragvoeraanvulling geen biologiese of ekonomiese voordele inhou indien die diere op weidings van hoë kwaliteit verkeer nie. Melkproduksiereaksies op byvoeding kom slegs voor indien dit aangevul word vir produksievlakke bo die wat deur die weiding self verskaf word. Die invloed van verdere aanvullings sal dan ook aan die wet van dalende meeropbrengs onderhewig wees.

Die outeurs (Hathorn & Bredon, *op. cit.*) het bevind dat hulle resultate nie ooreenstem met die teoretiese produksieverwagtings volgens die algemene verwysingstandaarde van Morrison (1957) en die National Research Council (1971) (NRC) nie. In ooreenstemming met die teorieë van Blaxter (1958) en die resultate van Strickland (1971) is vasgestel dat die melkproduksiepiek van die proefdiere deur 'n tekort van energie-aanvulling aan die begin van die laktasieperiode (ongeveer 35 dae na kalwing) aansienlik afgeplat word, waarna verlore produksie nie weer deur kragvoeraanvulling in 'n later stadium ingehaal kan word nie. Aan die ander kant is vasgestel dat onnodige hoeveelhede kragvoer op laer produseerders gedurende die dalende fase van die melkproduksiekromme vermors word.

'n Intensiewe ondersoek het aan die lig gebring dat die ooreenkoms tussen die verwagte en berekende produksieverskille die kleinste was indien die Britse voedingstandaarde (Agricultural Research Council, 1965) (ARC) gevolg word. Voorts sluit dit ook by Blaxter (1958) se voedingsteorieë aan, naamlik:

- (a) by 'n laer energiekonsentrasie in die voer word hoër hoeveelhede energie vir liggaamsonderhoud en melkproduksie benodig;
- (b) by hoër produksiepeile in vergelyking met die behoeftes van laer produksievlakke word hoër energiebehoefte per liter melk benodig;
- (c) bottervetproduksie is 'n maatstaf wat 'n belangrike rol by energiebehoefte speel, en
- (d) die energieverbruik van melkkoeie wat daaglikse sekere afstande aflê, moet in aanmerking geneem word.

Hathorn en Bredon (1974) het na aanleiding van hulle ondersoek die Britse voedingstandaarde (ARC, 1965) aangaande die energiebenodigdhede vir die beweging van die diere, en die ver-

andering van energiebehoefte namate energiekonsentrasies in die voer verskil, met die Amerikaanse standaard (NRC, 1971) vir liggaamsonderhoud gekombineer. Die outeurs het terselfdertyd ook na aanleiding hiervan maatstawwe vir die verwagte vrywillige voerinname ontwerp. Voortvloeiend hieruit is met behulp van 'n rekenaar 'n reeks tabelle opgestel waarin die energie- en proteïenbehoefte vir melkproduksie, inname by verskillende TVV-konsentrasies en die berekende melkproduksie per koei per dag saamgevat is. Hierdie nuut ontwikkelde standaard is eksperimenteel toegepas, en daar is bevind dat die gemiddelde berekende en werklike produksie met minder as een liter per koei per week vir 10 eksperimentele koeie per groep verskil het. 'n Beter verspreiding van kragvoeraanvulling is ook oor die laktasieperiode verkry deurdat hoog produserende diere en die wat in 'n vroeë stadium van laktasie verkeer, voldoende byvoeding ontvang het, terwyl die aanvulling progressief verminder of weggelaat is by laer produseerders wat nie in staat is om meer melk te produseer as wat die weiding kan verskaf nie. Volgens Hathorn en Bredon (1974) is met hierdie nuwe benadering aansienlike kostebesparing met kragvoer op weidings van hoë kwaliteit verkry.

Die voormelde ondersoek, wat later breedvoeriger beskryf is (Bredon, 1976), het spoedig die weg vir die skepping van 'n simulasiemodel vir individuele melkbedryfstoeistande in Natal gebaan (Street & Staff, Natal Region, 1976). Die doel van die model was om met inagneming van die dinamiese en komplekse wisselwerkings wat by die besluitnemingsproses in melkkuddebestuur betrokke is, medium- en langtermynproduksievoorspellings te maak. Faktore soos die keuse- en verspreiding van kalfdatum, groei en ouderdom van die melkkudde, verskillende voedingstrategieë en die resulterende variasie daarvan op die inkomste- en uitgawe-struktuur kan deur agtereenvolgende hipoteseformulerings vinnig en redelik seker deur middel van die model met 'n rekenaar gesimuleer word. Hierdie model word tans nog in Natal geslaagd gebruik.

'n Intensiewe ondersoek van die Suid-Afrikaanse literatuur het geen verdere publikasies oor melkproduksie op natuurlike of aangeplante weidings opgelewer as die wat reeds tot dusver aangehaal is nie. Dit is egter moontlik dat daar talle *ad hoc*-rekords van melkproduksie op verskillende weidings mag bestaan wat nie gepubliseer is nie. Sulke werke sal meestal nie onder gekontroleerde bestuurstoeistande uitgevoer wees nie, en dit kan aanvaar word dat daar ook min besonderhede van ander omgewingsfaktore gedokumenteer is.

Verskeie melkproduksie-ondersoeke buite die weidingsverband of in die totale afwesigheid van die weiende dier is egter al in Suid-Afrika onderneem, byvoorbeeld die uitwerking van faktore wat voerinnames beïnvloed (Brand, 1969); voerverhoudings en byvoedingstrategieë (Neitz, 1974), klimaatsfaktore (Fourie, 1961); korrelasies tussen liggaamsmate en melk-

produksie (Giliomee, 1962); invloed van laktasie-intervalle (De Villiers, 1974); gevalle-ontledings van streekstendense in melkproduksie (Smith, 1963; Kotzé, 1964; Steyn, 1965; Viljoen, 1966; Visser, 1966a; Gray, 1972); melkproduksie by vleisbeeste (Heyns, 1958; Eden, 1970) en ekonomiese ontledings in die melkproduksiesektor (Tomlinson, 1951; Siertsema, 1968; Fourie, 1969; Hoffmeyr, 1970).

Uit die beskikbare literatuur is dit duidelik dat daar in Suid-Afrika 'n totale gebrek aan ekologies georiënteerde evaluasiebenaderings vir melkproduksie vanaf natuurlike veld en aangeplante weidings is. Dit geld trouens vir feitlik enige intensiewe produksiestelsel waarby die herkouer betrokke is.

2.2 RADIKALE VELDVERBETERING

2.2.1 Potensiaalontginning en radikale veldverbetering

Radikale veldverbetering (RVV) beteken in wese dat radikale bestuursmaatreëls toegepas word om die voerproduksiepotensiaal van grasvelde kwantitatief en kwalitatief te verbeter. Edwards (1973) onderskei tussen twee radikale veldverbeteringsmaatreëls, naamlik veldversterking en veldvervanging. Veldversterking word hoofsaaklik deur die oorsaaiing van veld met verbeterde spesies en/of bemesting teweeggebring, terwyl veldvervanging die totale verwydering van die bestaande plantegroei en vervanging daarvan deur middel van veredelde weidingsgewasse verteenwoordig. Verskillende variasies en metodes wat vir radikale veldverbetering aangewend kan word, is onlangs gepubliseer (Edwards, 1978).

Verskillende vlakke van intensivering kan toegepas word om die produktiwiteit van sowel weidings as diereprestasie tot 'n optimum te verhoog. Booysen (1972) onderskei tussen vyf horisontale vlakke van bestuursintensivering en vyf vertikale vlakke van weidingstipe-intensivering. Hiervolgens neem bestuursintensivering soos volg toe:

- (a) aanhoudende beweiding benede drakrag,
- (b) aanhoudende beweiding volgens drakrag,
- (c) met rotasierus,
- (d) rotasiebeweiding met of sonder rotasierus, en
- (e) nulbeweiding.

Omgewingsfaktore speel geen rol by die keuse van een van die bestuurstelsels nie, maar die keuse kan wel op grond van ekonomiese faktore beperk word. Afgesien van ekonomiese faktore speel fisiese beperkings van die lokaliteit egter 'n rol by die keuse van 'n weidingstipe-intensivering. Weidingstipes word deur Booysen (1972) van ekstensief tot intensief soos volg geklassifiseer:

- (a) natuurlike veld,
- (b) versterkte veld,
- (c) peulgewasweidings,
- (d) gras/peulgewasweidings, en
- (e) hoog bemeste aangeplante grasweidings.

Vir hierdie ondersoek is die hoogste vlak van bestuursintensivering waarby die weiende dier betrokke is, naamlik rotasiebeweiding met rotasierus en 'n vergelyking van die eerste, tweede en hoogste vlakke van weidingstipe-intensivering, verkies.

Edwards en Booysen (1972) het die Republiek in drie globale streke ingedeel waar verskillende intensiteite van grasveldbenutting toegepas kon word. Die afbakening van veldgebruikseenhede is hoofsaaklik op grond van reënval, temperatuur en verdamping gedoen. Hiervolgens is 12 persent van die land geklassifiseer as geskik vir veldvervang, 23 persent vir veldversterking en die orige 65 persent vir veldbeheer. Die Bethlehemomgewing verteenwoordig volgens hierdie indeling die gebied wat hoofsaaklik vir veldversterking geskik is, maar lê ook op die oorgangsones van dele wat vir veldvervang aangewend kan word.

Tydens die afbakening van die Suid-Afrikaanse grasvelde in gebruikseenhede vir RVV het Edwards en Booysen (1972) tot die gevolgtrekking gekom dat klimatologiese faktore 'n belangriker rol as enige van die omgewingsfaktore by die welvaart en aanpassingsvermoë van plantegroei in 'n bepaalde gebied speel. Die totale reënval en die seisoenverspreiding daarvan is die belangrikste enkele faset wat die produksiepotensiaal van 'n grasveldgebied bepaal. Dit blyk ook dat die doeltreffendheid van reënval vir die handhawing van 'n gunstige grond/plant-vogstatus deur verdamping gewysig word. Temperatuuruiterses bepaal hierbenewens die verdraagsaamheidsomvang van grasspesies vir die spesifieke lokaliteit. In die hoër reënvaldele van die Republiek (meer as 500 mm per jaar) is die gevolgsomvang van hoë temperature klaarblyklik negatief met uiterstes in koue en die voorkoms van ryp geassosieer.

2.2.2 Bemesting as radikale veldverbeteringsmaatreël

Bemesting is feitlik 'n kardinale vereiste om enige radikale veldverbeteringsmaatreël te laat slaag (Edwards, 1978). In sy heel eenvoudigste vorm behels veldversterking die bemesting van natuurlike veld sonder dat enige bykomende handeling soos oorsaaing of meganiese versteuring betrokke is. Weens die merkwaardige produksievermeerdering en die relatief eenvoudige handeling wat dit vereis, is veldbemesting reeds in Suid-Afrika intensief ondersoek. Uitgebreide literatuuropsommings oor die onderwerp is deur McRedith (1947), Hall, Meredith & Altona (1955), Scott (1967), Edwards (1970) en Grunow *et al.* (1970) op skrif gestel.

Uit die werke van die voormelde outeurs blyk dit dat stikstof die enkele bemestingstof is wat die grootste reaksie van die veld in die vorm van verhoogde droëmateriaalopbrengs en ru-proteïen veroorsaak. 'n Verhoogde produksie as gevolg van die suiwer toedienings van fosfor,

kalium of kalsium is uitsonderlik. Verskeie navorsers meld egter dat fosfortekorte by hoë stikstofbemestingspeile voorkom. Die wisselwerking tussen hierdie twee bemestingstowwe vereis normaalweg vir optimale produksie die aanpassing van fosfor teen 'n laer peil as stikstof. Met die gebalanseerde toediening van stikstof en fosfor (asook kalium op gronde wat tekorte toon) kan 'n droëmateriaalopbrengs in die orde van nagenoeg 300 persent of meer verwag word.

'n Belangrike verskynsel by veldbemesting is dat die optimum bemestingspeil vir die kwaliteitsfaktor, naamlik die ruproteïengehalte van die plantmateriaal, by 'n aansienlik hoër peil as die vir die kwantiteitsfaktor, naamlik die hoeveelheid geproduseerde hooi, voorkom. By die meerderheid bemestingsproewe is gevind dat die hooi- en ruproteïenproduksie begin afplat sodra stikstofpeile van hoër as 110 kg/ha toegedien word, maar dat die proteïenproduksie weens toenemende kwaliteit by hoër bemestingspeile veel stadiger per inkrement stikstof as die hooiopbrengs afneem. 'n Intensiewe ondersoek na die waarde en bestendigheid van ruproteïenopbrengs as norm vir die bepaling van die winsgewendheid van veldbemesting is onlangs deur Coetsee (1976) afgehandel.

Afgesien van ruproteïen het verskillende navorsers ook 'n toename in ander kwaliteitsmaatstawwe, soos die persentasie verteerbaarheid van die droë materiaal, verteerbare proteïene, organiese materiaal, totale voedingstowwe en metaboliese energie by bemeste veld waargeneem (Myburgh, 1937; Rose, 1956; Rethman & Malherbe, 1970). Rethman en Malherbe (1970) rapporteer dat in hulle ondersoek die opbrengs van verteerbare organiese materiaal met 163 persent en verteerbare stikstof met 303 persent as gevolg van veldbemesting toegeneem het en dat die verteerbare stikstof van onbemeste plantmateriaal aan die einde van die seisoen ongeveer 2,5 keer so vinnig as die van bemeste veld gedaal het.

'n Verandering in botaniese samestelling van bemeste veld word feitlik sonder uitsondering deur die meeste outeurs gerapporteer. Afhangende van die stikstofpeile en die stikstof- en fosforverhoudings wat waarskynlik die snelheid van die botaniese veranderings reguleer, vind daar meestal 'n toename in pioniergrasse en 'n afname in klimaksgrasse plaas. Die *Eragrostis*-spesies is die prominentste indringers onder hoë bemestingstoestande. Daarteenoor vind dikwels 'n verlies aan *Themeda triandra* plaas, wat aanvanklik met ontsteltenis weens die gewildheid van hierdie "smaaklike" gras onder ekstensiewe veldbestuurstoestande bejeën is. Die besef dat die indringers hoogs doeltreffende stikstofbenutters is, dat dit 'n hoër kwaliteit en opbrengs onder hoë grondvrugbaarheidstoestande vertoon en dat die voorkeurwaarde daarvan vir vee aansienlik onder bemesting toeneem, het die aanvaarbaarheid van veldbemesting egter stadig laat toeneem. Die feit dat ongewenste gras soos *Elionurus muticus* besonder stikstofgevoelig is en dat dit spoedig na bemesting verdwyn, is waarskynlik een van die voordeligste gevolge van veldbemesting.

Teenstrydige bevindings oor die invloed van bemesting op die basale bedekking van veld, is deur verskillende outeurs gerapporteer. Dit blyk egter dat die ontblaringsregime, die heersende omgewingstoestande, die beskikbaarheid van die saad van pioniergrasse, die duur en intensiteit van bemesting en/of mineraalwanbalanse onder andere vir die variërende resultate verantwoordelik kan wees. In hierdie verband het Botha (1953) waargeneem dat die basale bedekking van bemeste weidings na gelang van die stelsel van veldbeheer asook die invloed van die tipe beweiërs gevarieer het. 'n Hoë snyfrekwensie het volgens Fisher (1954) in kleinperseelproewe 'n toename in basale bedekking veroorsaak, terwyl 'n afname in snyfrekwensie ook 'n ooreenstemmende afname in basale bedekking veroorsaak het. Dit hou waarskynlik ook verband met Scott (1951) se ondervinding dat basale bedekking op bemeste persele afneem sodra 'n oormatige akkumulاسie van plantmateriaal die kompetisie om lig tussen plante laat toeneem (*vide* Edwards, 1970).

'n Mening wat algemeen gehuldig word, is dat die langtermyn- ekonomiese reaksie op bemesting primêr van die reënval afhanklik is. Hall (1948) het tot die gevolgtrekking gekom dat dit selde enige voordeel inhou om veld in gebiede met 'n laer reënval as 500 mm per jaar te bemes. Beter resultate kan egter by 'n reënval van meer as 635 mm per jaar verwag word. Visser (1966b) het hom later hierby aangesluit en volgens sy werk te Potchefstroom die drempelwaarde vir ekonomiese bemesting op 625 mm gestel. Visser het gevind dat die dominante grasse op onbemeste veld gewoonlik uit lede van die *Andropogoneae* bestaan wat bo 'n reënval van 625 mm per jaar hoofsaaklik deur lede van die *Eragrosteae* en onder 625 mm deur lede van die *Paniceae* met bemesting vervang word. Hierdie teorie word egter nie sonder meer deur Coetsee (1976, 1978, persoonlike mededeling) onderskryf nie. Coetsee is van mening dat voedingsbeperkings as gevolg van wanverhouding in bemesting lank voor vogbeperkings intree en dat die tipe plantkundige veranderinge wat plaasvind, volgens sy werk, nou aan die fosfor : stikstofverhoudings wat toegedien word, gekoppel is. Dit is ook belangrik dat Holmes (1968) in sy uitgebreide samevatting van oorsese bemestingsliteratuur gevind het dat goed bemeste weidings gewoonlik meer droogtebestand is as die wat 'n stikstoftekort ondervind.

Die tipe stikstofbron wat vir bemesting aangewend word, kan, afhangende van talle faktore, in sommige lokaliteite 'n beduidende invloed op die droëmateriaalopbrengs, die waterstof-ionkonsentrasie van die grond en die snelheid en/of tipe van plantkundige verandering uitoeven (Grunow *et al.*, 1970). Ander outeurs kon egter weer slegs enkele of geen een van hierdie veranderinge weens die gebruik van verskillende stikstofbronne waarneem nie (Ranwell, 1964; Coetsee, 1976). Waar wel verskille voorgekom het, stel Grunow *et al.* (1970) dit opsommend soos volg:

“... Of the nitrogenous fertilizers used, ammonium sulphate maintained the best basal cover (urea not considered) and produced the greatest yield response (urea included). Compared with ammonium nitrate, sodium nitrate and urea, it also displaced the climax grasses most rapidly, whilst urea had the slowest displacement effect. Above approximately 150 lb per morgen p.a. urea gave the lowest hay yield on veld ...”

Uit Grunow *et al.* (1970) se oorsig blyk dit dat die teenstrydige resultate met stikstofbronne moontlik aan 'n wisselwerking tussen stikstofbronne, -peile, omgewingsfaktore, onder andere reënval, en plantkundige veranderinge, as die belangrikste variërende faktore toegeskryf kan word.

Min kritiese werk is in die verlede met verskillende fosforbronne op die terrein van veldbemesting uitgevoer. Uit die werke van Staples (1931) en Myburgh (1937) is dit duidelik dat verskillende fosforbronne nie groot onderlinge opbrengsverskille meebring nie maar dat die variasie in die fosforinhoud van grasse verminder en op 'n hoër vlak gestabiliseer word as wanneer geen bemesting toegedien word nie. Die feit dat superfosfaat deur al die jare nog feitlik onveranderd beskikbaar is en dat dit oplosbaar in water is, het waarskynlik die gewildheid daarvan as 'n bobemesting by veldbemestingspraktyke sterk bevorder. Derhalwe is feitlik alle latere werke met superfosfaat as fosforbron uitgevoer.

Samevattend gesien is dit duidelik dat veldbemesting aansienlike kwantiteits- en kwaliteitsvermeerderings van die geproduseerde plantmateriaal vir diereproduksie teweeg kan bring. Opbrengste van vyf tot ses ton droë materiaal per hektaar by bemestingspeile van 100 tot 200 kg N/ha is al dikwels gerealiseer. Die toepassing van veldbemesting skyn veral voordelig te wees op terreine wat weens helling, klipperigheid of selfs vogtigheid, nie met implemente bereikbaar is nie.

Daar is volgens Grunow *et al.* (1970) nietemin 'n dringende tekort aan navorsing op die terrein van diereprestasie op bemeste veld. Hulle stel hierdie leemte soos volg:

“Thirdly, steers and wethers have been used almost exclusively without assessing the even greater benefit reproductive animals could derive in terms of higher birth weight and percentage, weaning weights and health in general, Fourthly, the value of fertilized veld to animals of very high genetic potential in terms of meat, wool and milk production has not been adequately assessed. Despite these deficiencies, results in respect of animal production have been extremely promising”.

2.2.3 Oorsaaing as radikale veldverbeteringsmaatreël

Oorsaaing van veld met produktiewe grasse en/of peulgewasse is 'n volgende stap in veldversterking om die produksiepotensiaal van 'n veldweiding van lae kwaliteit verder te ontgin. Oorsaaing word normaalweg altyd addisioneel tot veldbemesting gedoen. Tydens hierdie proses is dit ook van wesentlike belang om maatreëls te tref om die bestaande bedekking tot die minimum te beperk deur te brand, onkruidodders aan te wend of strawwe beweiding toe te pas. Die welslae van oorsaaing word ook grootliks deur die mate bepaal waarin die saad met die grond in aanraking kom (Edwards, 1970; 1978; Hyam & Penderis, 1977). Oorsaaing verg derhalwe, afhangende van die bemestingspeil, 'n hoër kapitaaluitgawe in terme van die toegevoegde saad en plantegroei-verminderingmaatreëls asook 'n beter bestuurspeil as wat met blote veldbemesting die geval is. Daarbenewens kan erosie teen skuins hellings ook 'n potensiële gevaar vir die bedekking tydens die oorsaaingsproses inhou.

In gevalle waar 'n peulgewas nie by oorsaaing ingesluit word nie, sal die keuse normaalweg op 'n gras val wat goed op bemesting reageer. Faktore soos die aanpasbaarheid van die gewas by die omgewing, die relatiewe voorkeurwaarde en die moontlike verteerbaarheid daarvan vir diere sal verder tot die keuse bydra. Die doel mag ook wees om suksessie na byvoorbeeld die *Eragrostis*-spesies te bewerkstellig, aangesien dit 'n verwagte tendens onder veldbemestingstoestande is dat *Eragrostis*-spesies mettertyd sal domineer.

Sover bekend is die gegewens van slegs één ondersoek wat oor die oorsaaing van veld met *Eragrostis curvula* cv. Ermelo handel, gepubliseer (Rethman & Beukes, 1973). In hierdie studie, wat in die Ermelo-omgewing uitgevoer is, is veld met drie stikstofpeile (146, 244 en 342 kg N/ha) en vier fosforpeile (0; 75; 15 en 22,5 kg P/ha) bemes. Een helfte van elke perseel is met *Eragrostis curvula* cv. Ermelo teen 6,4 kg saad per hektaar oorgesaai en die ander helfte het as kontrole gedien. Die outeurs het bevind dat opbrengstoenames by kontrolebehandelings tot by 'n peil van 244 kg N/ha voorgekom het, terwyl die opbrengstoename van oorgesaaide persele feitlik reglynig tot die hoogste stikstofpeil was. Prominente wisselwerkings tussen fosfor en stikstof het veral by die hoë bemestingspeil voorgekom, sodat die opbrengste in die orde van 3,5; 6,1; 7,9 en 9,1 ton per hektaar vir die verskillende fosforpeile respektiewelik was.

Na aanleiding van hierdie resultate kom die outeurs tot die volgende gevolgtrekking:

“This result confirms previous findings (Rethman & Malherbe, 1970) that *Eragrostis curvula* is better able to utilize applied fertilizer than the veld climax species”.

Rethman en Beukes (1973) meld ook die volgende in verband met oorsaaing:

“With respect to the incidence of dead tufts there was a tendency for oversown *Eragrostis curvula* to compensate for mortality of climax species, as indicated by the degree of success in introducing *Eragrostis curvula* by oversowing, while there was no marked effect on total basal cover.

“A further effect of the success of *Eragrostis curvula* establishment was the marked decrease in the climax component. Visual observations in the seasons subsequent to the survey have indicated that, as the *Eragrostis curvula* tufts become stronger, shading and root competition result in a further decrease in the climax component”.

Benewens die voorgaande studie is oorsaaing van onbemeste oulande en beskadigde veld deur Scott (1937) ondersoek, terwyl geskikte saadbedvoorbereidingstegnieke (Edwards & Mappledoram, 1972a, b, c, d; 1973) sowel as die kompetisiefaktor by oorsaaing (Edwards, Booysen & Mappledoram, 1972) ten opsigte van ander spesies as *Eragrostis curvula* ondersoek is. In alle ondersoeke was dit egter duidelik dat nagenoeg 40 persent van die oorgesaaide spesies, gevestig het en dat die kwantiteit en kwaliteit van die opbrengs wat per eenheid stikstof toegedien is, beter as dié van die kontroles was.

2.2.4 Veldvervangings as radikale veldverbeteringsmaatreël

Die totale vervanging van die bestaande veldbedekking met grasse en/of peulgewasse wat 'n hoë kwaliteit en opbrengspotensiaal besit, verteenwoordig, soos reeds vermeld, die hoogste vlak van weidingstipe-intensivering. Veldvervangings stel besondere eise aan die landbouer wat dit as 'n radikale veldverbeteringstegniek wil aanwend. Eerstens moet die ingrypende gevolge daarvan in gedagte gehou word, naamlik dat indien veld eenmaal vervang is, die natuurlike bedekking nie weer vinnig herstel of na die oorspronklike kan terugkeer nie. Tweedens vereis veldvervangings geskikte oppervlaktes vir bewerking met implemente, en daar moet ook met die verhoogde koste verbonde aan vestiging en onderhoud van sulke weidings rekening gehou word. Derdens is 'n veel hoër bestuursvernuf vir die vestiging en onderhoud van eksotiese gewasse nodig as wat vir veldversterking benodig word. Hieronder resseer kennis van die korrekte aanwending van vogopgaring, saadbedvoorbereidings- en vestigingstegnieke asook bestuursfaktore soos kunsmistoeienings, weidrukbeheer en besproeiingskedulering (indien van toepassing).

Geskikte spesies en vestigingstegnieke vir die vervanging van veld het alreeds wye belangstelling in kleinperseelproewe in Suid-Afrika geniet. Scott (1967) haal in 'n oorsigartikel nagenoeg 138 Suid-Afrikaanse werke in hierdie verband aan.

Soos in die geval van oorsaaiing is dit 'n voorvereiste dat 'n nuwe gewas wat in 'n vreemde gebied vir veldvervanging aangewend word, oor 'n hoë aanpasbaarheid moet beskik en dat dit ook 'n hoë voedingswaarde en opbrengsvermoë moet hê. Tot en met die aanvang van die onderhawige ondersoek kon daar nog geen ander gewas vir die Bethlehemomgewing gevind word wat die aanpasbaarheid en produksievermoë van *Eragrostis curvula* cv. Ermelo onder droëlandtoestande kan oortref nie. Dit geld trouens nog steeds vir die meeste hoëreënvalgebiede in die Republiek (Rethman, 1973). Ofskoon *Eragrostis curvula* by uitstek 'n rusoes- en hooigewas is, word dit in die Oos-Vrystaat op groot skaal vir beweiding aangewend. Om hierdie rede is dit dan ook vir veldvervanging in hierdie ondersoek aangewend. Die bespreking sal derhalwe verder slegs oor *Eragrostis curvula* as veldvervangingsgewas gevoer word.

Rethman (1973) het feitlik alle Suid-Afrikaanse werk met betrekking tot *Eragrostis curvula* as hooi- en weidingsgewas in 'n omvattende oorsigartikel gepubliseer. Na aanleiding hiervan word die belangrikste bevindings slegs kortliks aangehaal.

Hoë stikstofpeile van tot 636 kg/ha per jaar is al in eksperimentele werk toegepas. Talle outeurs het reglynige opbrengsreaksies tot 400 kg N/ha en meer gerapporteer maar ook tot die gevolgtrekking gekom dat indien ander makroëlemente by sulke hoë stikstofpeile nie gebalanseerd toegedien word nie, die tekorte daaraan 'n neerdrukkende invloed op opbrengs uitoefen, al is vog nie 'n beperkende faktor nie. Droëmateriaalopbrengs van 12 tot 16 t/ha is derhalwe onder gematigde omgewingstoestande en voldoende reën nie uitsonderlik nie. Rethman (1973) haal Altona (1965) aan, wat vasgestel het dat die stikstofinhoud van die plantmateriaal feitlik reglynig tot op 'n bemestingspeil van 1 400 kg N/ha toeneem het lank nadat die plantmateriaalopbrengs reeds by 400 tot 500 kg N/ha afgeplat het. Ondersoeke het voorts aan die lig gebring dat hoë bemestingspeile die verteerbaarheid en smaaklikheid van die plantmateriaal laat toeneem maar dat dit waarskynlik min of geen invloed op die ruvesel het nie. Die fosfor en kaliumreserwes word by hoë bemestingspeile vinnig uitgeput, terwyl dit oor die langtermyn waarskynlik geen invloed op die basale bedekking het nie.

'n Belangrike faset van *Eragrostis*-verbouing en -benutting is die keuse van die ontblaringsregime. Die stadium van ontblaring bepaal ook die frekwensie van ontblaring. Ontblaring in die vroeë blomstadium word algemeen aanbeveel om die optimum kwantiteit en kwaliteit van die hooi te herwin. Indien die gras toegelaat word om tot die volblomstadium te ont-

wikkel, word groter opbrengste maar 'n lae kwaliteit en onsmaklike plantmateriaal verkry. Die produksievermoë en gevolglike drakrag van *Eragrostis curvula* is nou gekorreleer met reënval en bemesting. Veeladings binne die bestek van twee tot nege grootvee-eenhede/ha word na gelang van produksie gerapporteer, hoewel dit feitlik ook deurgaans vermeld is dat die produksie per dier swak en met die van onbemeste veld vergelykbaar is. In die lig van die beskikbare gegewens definieer Rethman (1973) die navorsingsknelpunte met betrekking tot *Eragrostis curvula* soos volg:

“Aspects which still require more intensive investigation include not only the evaluation of new cultivars, and balanced macro- and micro-element fertilization with particular reference to feeding value and nutritional disorders such as nitrate poisoning, but more specifically the role of management techniques in increasing the efficiency of utilization, whether the crop be used for seed production, hay production or grazing”.

2.2.5 Samevatting

Uit die Suid-Afrikaanse literatuur blyk dit duidelik dat kleinperseel-bemestingsevaluasies alreeds gevestigde norme vir 'n hooisnyregime van die verskillende potensiaalontginningsmetodes voortgebring het. Die belangrikste navorsingsleemtes skyn die evaluasie van doeltreffende dierebenuttingstelsels te wees asook die bepaling van die resultante grond-dierklimaatwisselwerkings wat onder andere die bestaande norme vir 'n hooisnyregime aansienlik mag wysig.

3. OMGEWINGSBESKRYWING

3.1 LOKALITEIT

Die ondersoek is op die Bethlehemse Landbounavorsingstasie uitgevoer. Hierdie inrigting is 'n subnavorsingsentrum van die Hoëveldstreek se Landbounavorsingsinstituut (Departement Landbou-tegniese Dienste), waarvan die hoofkantoor op Potchefstroom is. Die Navorsingstasie is ongeveer 10 km noord van Bethlehem op 'n hoogte van nagenoeg 1 650 m bo see-spieël en op die lengtegraad $28^{\circ}18'$ en die breedtegraad $28^{\circ}10'$ geleë.

Die navorsingstasie lê in die Republiek se primêre koringproduserende gebied. Dit staan tans ook as die Kleingraansentrum bekend, aangesien alle Departementele kleingraannavorsing vanaf hierdie inrigting gekoördineer word.

3.2 KLIMAAT

Volgens Schulze (1947) het Bethlehem 'n gematigde tot subhumiede klimaat met 'n moeson-tipe somerreënvalpatroon. Die agroklimatologiese besonderhede van die omgewing is omvattend deur Whitmore (1950a, b, c), Penzhorn (1959) en Baier (1963) gedokumenteer. In die lig hiervan sal slegs die algemene klimatologiese tendense van die studiegebied uitgewys word. Nadere besonderhede oor sekere klimatologiese invloede op die proefbehandelings sal onder 5.1 bespreek word.

Die Navorsingstasie beskik oor 'n derde-orde-weerstasie, naamlik Loch Lomond, nr. 331/520. Langtermyngegewens wat in die klimatologiese tabelle verskyn, is hoofsaaklik by hierdie weerstasie ingewin. Sommige van die gegewens is deur die Weerburo bereken, terwyl ander plaaslik saamgestel is.

3.2.1 Reënval

Langtermynreënvalgemiddeldes vir die Landbounavorsingstasie (Loch Lomond-AGR) en geselekteerde aangrensende lokaliteite in die Bethlehemomgewing word in tabel 6 verstrek. Hieruit is dit duidelik dat die reënval selfs oor kort afstande uiters wisselvallig is. Die maandelikse verspreiding is sodanig dat nagenoeg 80 persent van die neerslag gedurende die somer voorkom en wel in die vorm van konveksiedonderstorms. Ongeveer 45 persent van die jaarlikse reën val gedurende die mid-somerkwartaal (Desember tot Februarie), terwyl slegs vyf

persent in die winterkwartaal (Junie tot Augustus) voorkom. Die oorblywende 50 persent van die reënbuie kom bykans eweredig verspreid tussen die lentekwartaal (September tot November) en die herfskwartaal (Maart tot Mei) voor.

Neerslag in die vorm van haelbuie gedurende November, Desember en Januarie hou soms 'n groot bedreiging vir somergewasse, diere en eiendomme in. Harrison (1974) rapporteer dat gemiddeld ses hewige haelstorms in die somermaande verwag kan word. Weens die ekonomiese belangrikheid van die omgewing as relatief intensiewe akkerbougebied en die feit dat dit in die opvanggebied van die Vaaldam lê, is die eerste weermodifikasieprojek in die land gedurende 1971 tot 1973 van Bethlehem af gelanseer. Die doel daarvan was om haelskade met behulp van vliegtuigbespuiting te verminder deur superverkoelede (-5°C) cumulus-wolke met silwerjodiet te bestrooi (Harrison, 1974). Hierdie projek het waarskynlik geen wesentlike invloed op die normale reënvalpatroon gedurende die proefperiode gehad nie.

3.2.2 Temperatuur

Opsommend kan die temperatuuromvang as gematig tot koel met relatief warm somers en koue winters beskryf word. Die daaglikse wisseling en die wye omvang van temperatuurskommeling is kenmerkend van die hoogliggende kontinentale landskap.

Temperatuurgegewens word in tabel 7 verstrekk. Die temperatuuromvang wissel van $34,4^{\circ}\text{C}$ gedurende Desember en Januarie tot $-8,9^{\circ}\text{C}$ gedurende Junie en Julie. Uitermate warm dae in die somer is seldsaam, terwyl minimum temperature aan die ander kant dikwels oor ses tot agt maande van die jaar benede vriespunt daal.

3.2.3 Ryp

Volgens die langtermyngegewens van die Weerburo (1954a) duur die gemiddelde rypvrye periode in die Bethlehemomgewing slegs 235 dae. Die gemiddelde intreedatum is 6 Mei, terwyl die laaste uittreedatum selfs so laat as 8 Oktober verwag kan word.

Weens die lang ryptydperk en gepaardgaande lae temperature is die aktiewe groeiperiode van die gebied relatief kort. Na die voorkoms van die laaste ryp neem die opbouing van hitteenhede so stadig toe dat planttye vir somergewasse soms uitermate vertraag moet word. Hierdie verskynsel hou 'n besondere risiko vir die verbouing van somergewasse in. Daarteenoor gedy wintergewasse met 'n kouebehoefte besonder goed in die omgewing.

Benewens die bedreiging wat laat ryp en lae temperature vir somergewasse inhou, het dit ook 'n invloed op die produktiwiteit en drakrag van die natuurlike veld. Die plantmateriaalproduksie en voedingswaarde van die oorwegend "suur" grastipes neem in die vroeë herfs vinnig af en die rustydperk eindig eers weer laat in die lente. Volgens die ondervinding bied die veld slegs van begin November tot middel Februarie genoeg voedsel met voldoende kwaliteit om die onderhoudsvlak en geringe liggaamsmassatoenames by diere te handhaaf.

3.3 PLANTEGROEI

Volgens Acocks (1975) se verkenningsoopname word die plantegroei van die studiegebied as 'n "Hoëland-suurveld na *Cymbopogon-Themeda*-veld oorgangstipe" (veldtipe 56) geklassifiseer. Hierdie veldtipe kom in die vogtigste gedeelte van die Oranje-Vrystaat op hoogtes van 1 500 tot 2 000 m bo seespieël voor, waar die reënval tussen 625 en 750 mm varieer. Dominante grasspesies in 'n relatief onversteurde toestand is volgens Acocks (1975) *Themeda triandra*, *Tristachya hispida*, *Elionurus muticus* (= *E. argenteus*), *Eragrostis racemosa*, *Digitaria tricholaenoides*, *Heteropogon contortus* en "vele meer". Ongeveer 50 spesies, wat op 'n enigszins subjektiewe verkenningsgrondslag gebaseer is, is tydens Acocks (1975) se opname gedurende die vyftiger jare genoteer.

'n Semi-gedetailleerde floristiese ondersoek waarvan die gegewens aan assosiasie-analise en hiërargiese klassifikasie onderwerp is, is onlangs deur Scheepers (1975) in die Bethlehem-omgewing uitgevoer. Die volgende plantgemeenskappe is onderskei:

1. *Heteropogon contortus* – *Harpochloa falx*-grasveld,
2. *Heteropogon contortus* – *Eragrostis chloromelas*-grasveld,
3. *Trichoneura grandighumis*-*Eragrostis chloromelas*-grasveldkompleks,
4. *Elionurus muticus* – *Eragrostis chloromelas*-grasveld,
5. *Cyperus usitatus* – *Eragrostis plana*-grasveld,
6. *Eragrostis plana* – *Eragrostis chloromelas*-grasveld,
7. *Andropogon appendiculatus* – *Eragrostis planiculmis*-grasveld,
8. *Eragrostis planiculmis* – *Cyperus longus*-vleigrasveldkompleks,
9. *Eragrostis plana*-*E. chloromelas*-*E. gummiiflua*-grasveld.

Scheepers (1975) se plantegroeikaart dui die karteringseenheid wat met die ligging van die proefterrein ooreenstem, as verteenwoordigend van 'n plantegroei-assosiasie van gemeenskappe 4,5 en 7 aan. Die kenmerke van laasgenoemde twee gemeenskappe beantwoord egter

nie direk aan die tipiese plantegroei van die proefterrein nie. Scheepers (1975) beklemtoon aan die ander kant dat daar deurgaans gepoog is om diskrete entiteite akkuraat te karteer maar dat die oorgange tussen gemeenskappe so geleidelik was dat grense soms 'n arbitrêre verdeling van plantegroei-kontinuïms op grond van praktiese oorwegings is. Voorts is biotiese invloede die belangrikste oorsaak van heterogene gemeenskapsverspreidings met uiteenlopende karakterkenmerke. Met inagneming hiervan blyk dit na inspeksie van die verskillende gemeenskapskenmerke dat die plantegroei van die hoër liggende gedeeltes van die proefterrein hoofsaaklik aan die beskrywing van die ondergeskikte gemeenskap 2.3 (*Heteropogon contortus* – *Elionurus muticus*-gemeenskap) beantwoord, terwyl ongeveer 'n agste van die proefpersele wat op die laagliggende oewers van die aangrensende Liebenbergsvleirivier geleë is, aan die beskrywing van gemeenskap 4, naamlik die *Elionurus muticus* – *Eragrostis chloromelas*-grasveld, voldoen.

Gemeenskap 2.3 (*Heteropogon contortus* – *Elionurus muticus*-gemeenskap) is 'n wyd verspreide derivaat van gemeenskap 2 (*Heteropogon contortus* – *Eragrostis chloromelas*-grasveld, wat gekenmerk word deur die aanwesigheid van *Heteropogon contortus* en die afwesigheid van *Harpochloa fax*. Dit word verder deur die teenwoordigheid van *Elionurus muticus* en *Eragrostis chloromelas* gekenmerk, wat dikwels prominent of dominant is op gebiede wat voorheen deur *Themeda triandra* oorheers is. Gemeenskap 2.3 word meestal op die Beaufort-sedimente op 'n hoogte van 1 650 m en laer aangetref, waar dit feitlik tot die mesoklinale hellingsfases van die Avalon-grondvorme beperk is, maar ook op die laer potensiaal dupleksgronde voorkom. Dit kom normaalweg op die middelhellingsones voor, wat dan geleidelik in die laer pedimente oorgaan. Die gronde was vroeër dikwels onder bewerking, sodat hierdie gebiede, wat weer weens die hellingsfaktor van bewerking onttrek is, tans oulandvegetasie toon wat in variërende stadia van suksessie verkeer. Selfs op gronde wat nie voorheen bewerk was nie, verkeer die veld meestal as gevolg van oorbeweiding en/of vertrapping in 'n sekondêre suksessie stadium. *Themeda triandra*, wat op hierdie relatief hoë potensiaal gronde behoort te domineer, is weens relatiewe oorbeweiding deur pioniers soos *Eragrostis chloromelas* of minderwaardige grasse soos *Elionurus muticus* en *Aristida junciformis* vervang. Die samestelling van gemeenskap 2.3 (*Heteropogon contortus* – *Elionurus muticus*-gemeenskap) word in tabel 8 aangedui.

Gemeenskap 4 (*Elionurus muticus* – *Eragrostis chloromelas*-grasveld) word volgens definisie deur die aanwesigheid van *Elionurus muticus* en die afwesigheid van *Heteropogon contortus* en *Trichoneura grandiglumis* gekenmerk. *Eragrostis chloromelas* is deurgaans aanwesig en dikwels dominant of kodominant. Hierdie grasveld is hoofsaaklik beperk tot versteurde laaglandsituasies, en in besonder tot die laer pedimenthellings wat in valleivloere oorgaan.

Die gronde is gewoonlik verteenwoordigend van die dupleksgrondvorme (Estcourt) maar ook van alluviale afsettings, naamlik die Dundee- en Rensburgvorme. Die gemeenskap kan as 'n intermediêre laaglandoorgangsvorm van die ondergeskikte gemeenskap 2.3 na die *Cyperus usitatus* – *Eragrostis plana*-gemeenskap (5) van laaglandlokaliteite beskou word. Die floristiese samestelling van gemeenskap 4 word in tabel 9 aangedui.

Die voorgaande beskrywing van waar die onderskeie plantegroeiemeenskappe aangetref word, is 'n treffende karakterisering van die proefterrein. Volgens Scheepers (1975) is die verontrustende faset van sy plantegroei klassifikasie dat dit nie duidelik is wat die relatiewe verskille tussen die geïdentifiseerde plantegroeiemeenskappe ten opsigte van praktiese weidingsbeheer inhou nie. Die optimale bestuurspeil in elkeen van die gemeenskappe kan volgens hom waarskynlik slegs deur toegepaste navorsing ontgin word, sodat 'n kombinasie van voorgestelde bestuursvariasies op die verskillende veldtipes aanbeveel kan word.

3.4 TOPOGRAFIE EN DREINERING

Die Noordoos-Vrystaat vorm 'n deel van die Gondwanalandoppervlak, wat sy huidige topografie aan aktiewe rivierdisseksie en uiteindelijke denudasie te danke het (Roberts, 1969). Die rollende landskap, wat deur die Beaufortbeddings onderlê word, is gestroop van die hoërliggende sandsteenlae en gee as gevolg daarvan oorsprong aan ongelyke pedimente en stroomdepressies. 'n Kenmerk van hierdie landskaptipe is die voorkoms van talle vlak waterpanne, waarvan 'n aantal ook op die Landbounavorsingstasie geleë is.

Aan die oostekant grens die Navorsingstasie asook die proefterrein aan die Liebenbergsvleirivier, wat die hoofdreineringskanaal van die omgewing is. Die Jordaanrivier sluit op die Navorsingstasie by die Liebenbergsvleirivier aan. Die Loch Lomondam, wat op die Navorsingstasie geleë is, het ontstaan as gevolg van die opdamming van die Jordaanrivier net voordat dit by die Liebenbergsvleirivier aansluit. Aan die noordwestelike kant sny die Tokkaspruit deur die grond van die Navorsingstasie, wat laer af op die kontoer in die Liebenbergsvleirivier vloei. Hierdie waterweë verteenwoordig sommige van die bolope van die Vaalrivier, wat 'n belangrike deel van die opvanggebied van die Vaaldam uitmaak.

3.5 GEOLOGIE EN MOEDERMATERIAAL

Die onderliggende geologie van die studiegebied bestaan hoofsaaklik uit die Stormberg- en Beaufortseries van die Karoosisteam, wat deur talle doelerietintrusies ingesny word

(Van Eeden, 1937). Gekonsolideerde fragmente van die Rooilae-, Molteno- en Boonste Beaufort-étages is op sommige lokaliteite in die omgewing blootgestel. Die golwende grasbedekte en relatief boomlose vlaktes van die Oos-Vrystaat word meestal deur die Boonste en Middel-Beaufortstrata onderlê.

Die moedermateriaal van die gronde met die grootste verspreiding op die Navorsingstasie, naamlik die Avalongrondvorm, is hoofsaaklik 'n aeolies-kolluviale oppervlakafsetting van sedimentêre oorsprong, wat kenmerkend op konvekse tussenstroomgebiede voorkom. Volgens Schoeman (1972) is afsettings van hierdie aard die vermengde produkte van die omliggende geologiese lae, en dit kom as 'n mantelbedekking oor die grootste gedeelte van die landskap voor. Litologiese diskontinuiteite is kenmerkend in die Avalongrondprofile wat in die tipe afsetting ontwikkel het.

Gronde van die laer pedimente bokant dreineringskanale het hulle oorsprong uit alluviale sowel as kolluviale moedermateriaal. Hulle is gewoonlik donkerkleurig weens die hoë inhoud van organiese materiaal en bestaan uit fyn sanderige klei met 'n harde konsistensie. Die Oakleafvorm is verteenwoordigend van hierdie pedisedimente (Idema & Mulder, 1973).

In die vloedvlaktes en stroomgebiede van die Navorsingstasie kom gelaagde alluviale afsettings voor, wat hoofsaaklik hulle oorsprong aan die riviergetransporteerde materiaal van die basalte- en sandsteenlae in die opvanggebied van die Jordaan- en Liebenbergsvleiriviere te danke het. Die onderontwikkelde Dundeegronde met 'n groot tekstuurvariasie in die pedon is verteenwoordigend van die alluvium op die Navorsingstasie.

3.6 GROND

'n Gedetailleerde pedologiese opname is deur Idema & Mulder (1973) op die Bethlehemse Landbounavorsingstasie uitgevoer. Volgens die opname is 16 grondseries geïdentifiseer. Die Soetmelkserie (Avalonvorm) is dominant en verteenwoordig nagenoeg 56 persent van die totale oppervlakte van die Navorsingstasie. Die ongedifferensieerde alluviale Dundeegronde, wat ongeveer agt persent van die terrein beslaan, het die naasbelangrikste verspreiding.

Die proefterrein is hoofsaaklik op die Avalon-grondvorm teen 'n skuins oostelike helling van ses tot agt persent geleë. Weens die beperkte beskikbare oppervlakte was dit egter nie moontlik om die volle proefoppervlakte van 34 ha op 'n homogene grondtipe in te pas nie. Ongeveer 15 persent van die proefoppervlakte moes derhalwe onvermydelik op die Dundeegronde

uitgelê word. 'n Geringe gedeelte van een behandeling in die noordoostelike gedeelte van die proefterrein is daarbenewens verteenwoordigend van die Leeufonteinserie (Oakleafvorm),

Die verspreiding van die grondseries sowel as die ligging van die proefpersele vir die betrokke gedeelte van die Navorsingstasie word in figuur 1 aangetoon.

Volgens Roberts (1969) se intensiewe bodemopname van die Bethlehemomgewing (1:50 000 topokadastrale vel, 2828 Bethlehem) en die omvattende verkenningsoopname van 'n gedeelte van die Oos-Vrystaat (2,03 miljoen ha) deur Loxton, Hunting & Associates (1973), blyk dit dat die proefpersele op gronde geplaas is wat goed in die Oos-Vrystaat verteenwoordig is. Loxton *et al.* (1973) se opname het getoon dat die Avalonserie in die Oos-Vrystaat dominant is en dat die Soetvleiserie van die Westleighvorm onmiddellik daaraan ondergeskik is. Hoewel die Dundeegrondvorm redelik algemeen in die Bethlehemomgewing voorkom, is dit ondergeskik aan die Rensburg- en Arcadiavorms op die alluviale vloedvlaktes in die res van die Oos-Vrystaat. Volgens Loxton *et al.* (1973) se gegewens oor die oppervlakteverspreiding van verskillende grondseries kan afgelei word dat 86,4 persent van die Avalons met 'n hoër kleigehalte as die gemiddelde van die series ten tye van die opname onder bewerking was. Daarteenoor was slegs 9,7 persent van die Avalons met 'n laer kleigehalte as die gemiddelde bewerk. Die Avalons met 'n lae kleigehalte het egter twee keer die oppervlakte van die met 'n hoër kleigehalte beslaan. Idema & Mulder (1973) se opname het ooreenstemmend getoon dat die kleifraksie van die grond van die proefterrein gemiddeld vyf persent laer as die van die bewerkte lande was.

Die effektiewe diepte van die Avalons wat deur 'n sagte plintiese laag beperk word of selfs neig om op 'n diepte van ongeveer 50 cm in die B2₂-horison prismakutansies te wees, varieer aansienlik in die pedons van die proefterrein. Die gronde is normaalweg hidromorfies en het 'n baseversadiging van 40 tot 65 persent. 'n Relatiewe suur pH (KC1) van 4,0 tot 4,2 word in die bogrond aangetref, wat neig om in die B2₂- of C-horisonne neutraal te word. 'n I-waarde (produksie-indeks – Grobler, 1971) van nagenoeg 40 tot 50 kan aan die Avalons van die proefpersele toegeken word.

Volgens Idema & Mulder (1973) word groot tekstuurverskille in die opeenvolgende lae binne die Dundeeprofile aangetref. Die grond is oorwegend sandêrig, maar digte kleistrata kan plek-plek aanwesig wees. Om hierdie rede varieer die vrugbaarheidstatus aansienlik. Die I-waarde kan derhalwe tussen 20 en 70 wissel. Die baseversadiging is ongeveer 65 tot 77 persent, terwyl die pH (KC1) in die pedon feitlik neutraal en redelik konstant is.

Die analitiese gegewens van twee Avalonprofiele en een Dundeeprofiel wat verteenwoordigend van die proefterrein is, word in tabel 10 verstrekk. Ofskoon die chemiese en fisiese eienskappe van hierdie relatief vrugbare gronde vir akkerbou gunstig is, veroorsaak die ligging daarvan dat die gebruikswaarde hoofsaaklik tot weiveldbenutting beperk is. Die inherente potensiaal kan egter met vrug deur middel van radikale veldverbeteringstegnieke ontgin word.

4. PROEFPROSEDURES

In aansluiting by paragraaf 1.5, waar die omvang van die studie kortliks bespreek is, word die prosedures wat tydens die ondersoek gevolg is, in hierdie afdeling volledig uiteengesit. Ten einde sommige handelingte bondig te motiveer word ondersteunende literatuur selektief aangewend.

4.1 EKSPERIMENTELE UITLEG

4.1.1 Proefontwerp

Eksperimentele ontwerpe in melkproduksiestudies kan hoofsaaklik in twee groepe geklassifiseer word, naamlik

1. die waarin 'n kontinue evaluasie van behandelings gedoen word deur die proefdiere wat aanvanklik aan daardie betrokke behandelings toegeken is, vir so lank as wat die proefperiode duur (kontinue eksperimentele ontwerp), of
2. die waar die proefdiere volgens 'n beplande prosedure vir twee of meer geleenthede gedurende die proefperiode tussen behandelings verwissel (oorskakel-ontwerp).

Verskillende variasies van beide benaderings kan toegepas word, afhangende van die doel van die ondersoek en die beskikbaarheid van fasiliteite (Broster & Curnow, 1964; Lucas, 1960b; Gill, 1969; Broster, 1972).

'n Kontinue eksperimentele evaluasie is in die onderhawige studie toegepas. Die eksperimentele eenheid was vir alle praktiese doeleindes die weiperseel en die proefdiere wat aan die betrokke behandeling toegeken is. Vir die biometriese ontwerp is 'n gerandomiseerde blok-uitleg van vier behandelings en agt herhalings gevolg. Die weipersele was uiteraard staties, terwyl die eksperimentele diere in groepe soos wat hulle aanvanklik aan 'n behandeling toegeken is, in 'n vaste volgorde deur die agt blokke geroteer het. Die rotasieprosedure is telkens herhaal soos die afsonderlike groepe gesamentlik deur die blokke gevorder het vir so lank as wat die eksperimentele seisoen geduur het.

Die voordele van die gekose eksperimentele tegniek word deur Broster & Curnow (1964) soos volg opgesom:

"The continuous treatment design with each animal on the same treatment throughout permits the examination of both the immediate and the long-term effects of treatments. It is the only design which can be used to study early lactation feeding. A continuous treatment design examines the nutritional problems of lactation in their natural context. This is not true of changeover experiments in which each animal undergoes a succession of different treatments for short periods, usually of only 3–5 weeks duration Changeover designs have been used to examine a variety of factors related to milk production by cattle when immediate treatment effects are the main interest.

A further criticism of changeover experiments is that they fail to give an adequate assessment of live-weight changes in the experimental stock".

Onder die aangehaalde faktore het die praktykgerigtheid van die kontinue proefontwerp inderdaad die belangrikste rol by die besluit daartoe gespeel. 'n Inherente nadeel van hierdie tipe proefontwerp is die groot aantal proefdiere en gevolglik die groot oppervlakte wat benodig word om die eksperimentele fout by melkproduksie-ontledings tot die minimum te beperk. Burt (1958) het tydens sy ondersoek beraam dat nagenoeg 33 proefdiere vir 'n kontinue ontwerp nodig sou wees om dieselfde doeltreffendheid ten opsigte van melkproduksie-ontledings te bereik as wat met 'n Latynse vierkantvariasie van die oorskakelontwerp behaal is waarin slegs 12 diere vir die evaluasie van drie behandelings nodig was. Die toepassing van verskillende kovariasietegnieke kan egter 'n aansienlike verbetering van die eksperimentele fout by kontinue ontwerpe teweegbring (Lucas, 1960b; Broster & Curnow, 1964). Voorts moet in gedagte gehou word dat melkproduksie *per se* nie die enigste belangrike parameter in hierdie ondersoek is nie. Min van die ander faktore wat in die studie oorweeg is, sou in werklikheid met 'n oorskakelontwerp geëvalueer kon word.

4.1.2 Behandelings

Die motivering vir die behandelingskeuse is alreeds in paragraaf 1.5 gedeeltelik bespreek. Die bemestingspeile was soos volg:

Behandeling I	: 0 kg N/ha & 0 kg P/ha per jaar.
Behandeling II	: 50 kg N/ha & 15 kg P/ha per jaar.
Behandeling III	: 100 kg N/ha & 30 kg P/ha per jaar.
Behandeling IV	: 150 kg N/ha & 45 kg P/ha per jaar.

Stikstofbemesting is deurgaans in die vorm van kalksteenammoniumnitraat met 30 persent N en fosfor in die vorm van superfosfaat met 8,3 persent P toegedien. In terme van die radikale veldverbeteringsoogmerke was die behandelings ooreenstemmend:

- | | |
|-----------------|--|
| Behandeling I | : Ekstensiewe kontrole. |
| Behandeling II | : Suboptimale veldversterking net deur bemesting. |
| Behandeling III | : Optimale veldversterking deur bemesting en oorsaaiing van veld met <i>Eragrostis curvula</i> cv. Ermelo. |
| Behandeling IV | : Intensiewe vervanging van veld met <i>E. curvula</i> cv. Ermelo en 'n relatief hoë bemesting. |

Gerieflikheidshalwe sal daar soms voortaan in die teks na behandelings I tot IV as die kontrole- of onbemeste veld, die ligbemeste, matig-bemeste en swaarbemeste behandelings onderskeidelik verwys word. Die bemestingspeile en intensiveringsvlakke wat in hierdie ondersoek toegepas is, berus grootliks op praktiese oorwegings. Ofskoon daar 'n groot aantal alternatiewe veldversterkings- en -vervangingskeuses moontlik is, is die bestuurspatrone en -peile gekies wat ten aanvang van die studie na verwagting in die Bethlehemomgewing in die praktyk aanvaarbaar sou wees. Die terme wat in die radikale veldverbeteringsoogmerke beskryf is, stem derhalwe ook ooreen met die verwagte aanvaarbaarheid van wat 'n "optimale" of "intensiewe" peil is en nie noodwendig met dit wat eksperimenteel realiseerbaar is nie.

4.1.3 Herhalings

Die benutting van 'n gekose aantal weiperele per behandeling is, afgesien van die biometriese konsekwensies, met talle bestuursfaktore verstrengel. Na 'n ontleding van die beginsels van weiveldbeheer kom Booysen (1969) tot die gevolgtrekking dat wisselweiding met veelkampstels onder Suid-Afrikaanse toestande wenslik geag moet word. 'n Verdere evaluasie van die faktore wat by die keuse van kampstelsels betrokke is, het Booysen, Klug & York (1974) tot die gevolgtrekking gelei dat die optimum resultate waarskynlik deur die aanwending van agt kampe per kudde bereik kan word.

In hierdie ondersoek het die praktiese en biometriese voordele wat 'n agtkampstelsel in terme van veldbeheer sou meebring, die keuse daartoe grootliks beïnvloed. Enersyds sou dit 'n vin-nige rotasiebeweiding met 'n eenvoudige bestuursinset en voldoende periodes van okkupasie en afwesigheid verseker, en andersyds sou dit 'n geografiese proefuitleg van agt herhalings per behandeling moontlik maak.

Soos reeds in paragraaf 1.5 vermeld was die proefoppervlakte, diergetalle en finansiële oorewegings 'n beperkende faktor by die proefuitleg en moes die aantal diere wat per behandeling gehanteer kon word, daarvolgens aangepas word. Dit het meegebring dat deurgaans agt proefdiere jaarliks per behandeling vir melkproduksie en ander diereprestasiemaatstawwe geëvalueer is. Die aantal herhalings wat in die ondersoek gebruik is, het nietemin gunstig met soortgelyke oorsese studies vergelyk, terwyl dit veel akkurater ontledings as enige voorafgaande werk in dié verband in Suid-Afrika verseker het.

4.1.4 Perseelgroottes

Perseelgroottes is by die beskikbare grondoppervlakte en die aanvanklik berekende drakrag van die weidings aangepas. Hiervolgens is agt kampe per behandeling met die volgende kampgroottes afgespan.

Behandeling I	: 2,0 ha per kamp.
Behandeling II	: 1,0 ha per kamp.
Behandeling III	: 0,75 ha per kamp.
Behandeling IV	: 0,50 ha per kamp.

4.1.5 Proefplan

Die uitleg van die proefpersele word in figuur 2 aangetoon. Aangesien die proefpersele se grootte gevarieer het en die proefgebied teen 'n oostelike helling geleë was, is gepoog om gradiëntvariasies ten opsigte van helling, grond en plantegroei eerder deur middel van blokuitleg as perseeluitleg te kanselleer. Elke blok met die betrokke vier behandelings is derhalwe, vir sover as wat die terrein dit toegelaat het, parallel met die kontoer geplaas.

4.2 EKSPERIMENTELE TEGNIEKE

4.2.1 Bemesting

Kunsmistoediening is met behulp van 'n skotteltipe koringplanter gedoen, wat 'n besonder akkurate verspreiding verseker het. Die skottels van die implement is tydens toedienings opgetrek en die kunsmisafleibuis verwyder om 'n breedwerpige strooiing te verkry.

Die bestemde hoeveelheid superfosfaat is jaarliks gedurende middel-Oktober in een enkele toediening gegee. Gedurende fase 1 van die ondersoek is stikstofbemesting oor drie toedienings gedurende die groeiseisoen versprei. Die doel hiervan was om die stikstofbemesting volgens die reënvalverspreiding aan te pas ten einde 'n doeltreffende ekonomiese stikstofverbruik te verseker (Grunow, *et al.*, 1970). 'n Skedule is derhalwe hiervoor gevolg wat bepaal het dat 40 persent van die maksimum hoeveelheid gedurende Oktober saam met die superfosfaat toegedien sou word, waarna twee verdere toedienings van 40 en 20 persent sou volg sodra minstens 125 mm reën tussen die toedienings geval het. 'n Minimum tydperk van ses weke moes egter tussen die toedienings verloop het. Indien die seisoensreënval ongunstig sou wees, kan die derde toediening weggelaat word om sodoende 'n stikstofbesparing mee te bring.

Die ongunstige reënvaltoestande van die 1972–73-seisoen het inderdaad meegebring dat slegs twee toedienings volgens die neergelegde maatstawwe gedoen kon word. Die laaste toediening vir die betrokke seisoen het derhalwe aan die einde van Desember 1972 plaasgevind. Gunstiger reënvaltoestande is vir die twee daaropvolgende seisoene ondervind, sodat stikstof volgens skedule gedurende Oktober, middel-Desember en begin Februarie vir beide seisoene toegedien kon word.

Gedurende fase 2 (1975–76 en 1976–77) is die bemestingskedule sodanig gewysig dat alle behandelings die volle bemestingskwota gedurende Oktober ontvang het.

4.2.2 Veldvervanging

Die veld van die persele wat aan behandeling IV toegeken is, is gedurende November 1972 met *Eragrostis curvula* cv. Ermelo vervang nadat dit gedurende Oktober uitgeploeg is en herhaaldelik met 'n skotteleg bewerk is om 'n fyn saadbed te verkry. 'n Bemesting van 50 kg N/ha (kalksteenammoniumnitraat) en 60 kg P/ha (superfosfaat) is voor vestiging ingeplough. Die saad is breedwerpig met behulp van 'n handmodeltefsaaier ("Cyclone seeder") teen 3 kg/ha gesaai. Daarna is die saadbed goed verdig deur dit met 'n "Cambridge"-roller vas te rol.

Gunstige ontkieming is verkry, hoewel die saailinge gedurende Desember en Januarie 'n droogtestremming getoon het. Die persele is nie gedurende die 1972–73-seisoen bewei nie, ten einde voldoende vestiging en wortelontwikkeling te verseker. 'n Snysel van gemiddeld 2 653 kg lugdroë hooi per hektaar is egter gedurende Maart 1973 van die persele verwyder.

4.2.3 Oorsaaiing

Ten einde die suksessie op behandeling III in die rigting van *Eragrostis*-spp. te versnel en daardeur die veld met 'n produktiewe stikstofbenutter te versterk is *Eragrostis curvula* cv. Ermelo gedurende November 1973 op die betrokke persele teen 'n saaidigtheid van 6 kg/ha oorgesaai. 'n Handmodeltefsaaier is vir dié doel gebruik. Geen chemiese of meganiese maatreëls is aangewend om die bestaande bedekking te verwyder of te versteur nie. Die persele is wel vooraf kort gewei. Die saad is bo-op die bestaande plantbedekking gesaai en deur middel van die hoewe van die proefdiere met die grond in aanraking gebring.

4.2.4 Proefperiode

Die proefperiode het jaarliks 'n aanvang geneem sodra daar op al vier behandelings van 'n proefblok voldoende plantmateriaal volgens opbrengsbepalings beskikbaar was om minstens agt diere per behandeling van nagenoeg 15 kg droë materiaal per koei per dag te voorsien. Met die oog op die biometriese ontledings is na 112, 140 en 168 dae sedert die aanvang van die proef beslis of 'n volgende rotasiesiklus deur al agt kampe per behandeling moontlik was deur te oordeel of

- (a) die plantmateriaal beperk sou raak (dit wil sê minder as 15 kg per koei per dag),
- (b) die gemiddelde daaglikse melkproduksie per dier onder 5 kg sou daal en
- (c) of die diere enige ander stremming sou ondervind wat tot verswakte liggaams-kondisie sou lei.

Indien voorwaardes (a) en (c) na verwagting na enige van die vermelde keertydperke sou voorkom, is die diere summier onttrek. Indien (b) egter 'n beperking sou word maar (a) en (c) geen beperking sou inhou nie, is laktasie beëindig, maar die diere is toegelaat om nog 'n rotasiesiklus op die weiding te voltooi voordat al vier behandelings gelyktydig gestaak is.

Volgens die neergelegde norme het die proefperiode meestal tussen 140 en 168 dae gewissel. Afhangende van die beskikbaarheid van die weiding het die onderskeie proefperiodes gewoon-

lik gedurende die eerste of tweede week van November 'n aanvang geneem en is beweiding gedurende die laaste week van April gestaak. 'n Ernstige somerdroogte wat gedurende 1972–73 ondervind is, het meegebring dat die diere gedurende Januarie weens 'n tekort aan plantmateriaal onttrek moes word. Gedurende 1975–76 is melkproduksiebepalings 140 dae na die aanvang van die proef gestaak, aangesien produksie laer as 5 kg per dier per dag gedaal het. Beweiding is egter oor 'n verdere rotasiesiklus voortgesit. Volledige besonderhede aangaande die eksperimentele proefperiodes word in tabel 11 verstrekk.

4.2.5 Weistelsel

'n Vinnige rotasiebeweiding met opeenvolgende okkupasieperiodes van drie dae (Dinsdag tot Donderdag) en vier dae (Vrydag tot Maandag) is deurgaans gevolg. Periodes van afwesigheid het onderskeidelik 24 en 25 dae geduur voordat herbeweiding van 'n perseel plaasgevind het. 'n Rotasiesiklus deur al agt kampe per behandeling is derhalwe in 28 dae voltooi.

Die periodes van okkupasie en afwesigheid het 'n belangrike invloed op die produktiwiteit van die weiding sowel as van die beweier. Voisin (1959) beweer dat indien rotasiebeweiding as veldbeheerstelsel by melkproduksie aangewend word, 'n optimum stabiliteit in die laktasievloei gehandhaaf kan word deur die periodes van okkupasie so kort moontlik te hou. Sodra kampe vir veel langer as drie dae per geleentheid bewei word, kan melkproduksie fluktuëer namate dieselfde plante meer as een keer ontblaar word en die kwaliteit van die geselekteerde plantmateriaal afneem. Kort aanwesigheidsperiodes het daarteenoor die voordeel dat die gras eenvormiger op 'n konstante hoogte afgewei word, seleksiekolle uitgeskakel word en dat besoedeling en vertrapping van die weiding afneem (Booyesen *et al.*, 1974). 'n Belangrike praktiese rede vir die keuse van alternatiewe drie- en vierdaaglikse okkupasieperiodes was dat proefbestuursprobleme, soos monsterneming en ander gereelde take, oor naweke daardeur uitgeskakel is.

'n Vaste volgorde van rotasie is streng nagevolg, terwyl noukeurig sorg gedra is dat die proefdiere altyd gedurende enige tydstop gelyktydig op die vier aangrensende behandelings binne een proefblok in die rotasiesiklus verkeer. Hierdeur is gepoog om variasie in diereprestasie-gegewens weens grond-, plantegroei- en loopafstandverskille tot die minimum te beperk asook om die kuddebeheer en daaglikse sortering van die proefdiere tussen die melkstalle en weipersele te vergemaklik. Die diere het, afgesien van melktye, 24 uur per dag op die weiding verkeer.

Die somerbenuttingsregime wat jaarliks op die persele toegepas is, is telkens met 'n volle winterrusperiode opgevolg. Onmiddellik na die onttrekking van die proefdiere aan die einde van die weiseisoen is die persele volgens oordeel skoongesny ten einde misvlekke en onbenutte graspolle te beheer, asook om plantegroei-verskille tussen behandelings te verminder.

4.2.6 Bestuursfases in weiveld- en kuddebeheer

Hoewel 'n eenvormige weipatroon deurgaans gedurende die eksperimentele tydperk gehandhaaf is, is twee uiteenlopende bestuursfasette van weidingbeheer en dierevoeding in agterevolgende fases ondersoek. Die ondersoeke het onderskeidelik die eerste drie en die laaste twee jaar van die proeftermyn in beslag geneem. Gerieflikheidshalwe sal daar voortaan in die bespreking na fase 1 en fase 2 van die studie verwys word.

Voordat die toegepaste prosedures beskryf word, is dit egter noodsaaklik om eers die faktore wat tot die evaluasie van verskillende bestuursfasette aanleiding gegee het, te bespreek.

Mott (1960) wys daarop dat daar by weidingbeheer, in teenstelling met kraalvoeding, gedurig ingrypende maatreëls toegepas moet word om die voedselvoorsiening in ewewig met die voedingsbehoeftes van die diere te bring. Die alternatiewe wat gevolg kan word, is

- (1) om dieregetalle te varieer indien die weiding 'n vaste oppervlakte het,
- (2) om die oppervlakte periodiek vir 'n vaste aantal diere te varieer,
- (3) om gedeeltes van die weiding vir hooi of kuilvoer te sny gedurende periodes wanneer die groeitempo sodanig versnel dat daar 'n oormaat plantmateriaal is,
- (4) om byvoeding in die vorm van ruvoer of kragvoer tydens plantmateriaaltekorte aan die diere te verskaf en
- (5) om lig te bewei ten einde voorsiening te maak vir gedeeltes van seisoene wanneer die produksie laag is.

Een of meer van hierdie veldbeheertegniese word meestal in die praktyk gevolg of basies in eksperimentele ondersoeke toegepas. Gedurende fase 1 van die ondersoek is alternatiewe (3) en (4) gekombineer, terwyl die eerste van die vermelde beheeralternatiewe tydens fase 2 toegepas is.

Fase 1 was volgens die voorgestelde doel van die studie 'n evaluasie van die radikale veldverbeteringsbehandelings onder bestuurstoestande wat na verwagting in die praktyk gevolg sou word. Dit is derhalwe aanvaar dat kragvoerbyvoeding 'n integrerende deel van die produksie-

regime sou uitmaak en dat gedeeltes van die weiding vir hooibewaring gesny sou word sodra 'n ophoping van onbenutte plantmateriaal voorkom. Aangesien die optimum veelading nie bekend was nie en die fasiliteite ontbreek het om veelading as 'n behandelingsveranderlike in te sluit, is slegs een veelading volgens die verwagte drakrag aan elkeen van die behandelings toegeken. Die veeladings is arbitrêr op respektiewelik 2,0; 1,0; 0,75 en 0,5 ha per grootvee-eenheid (GVE) vir behandeling I tot IV vir die somerproduksieperiode vasgestel. Gedurende die aktiewe groeiperiode is die weidruk (hoeveelheid beskikbare plantmateriaal per diere-eenheid – Mott, 1960) periodiek aangepas deur die persele gereeld te inspekteer en volgens die plantproduksiegegewens te besluit wanneer 'n hooisnyseel sou plaasvind. Die beslissing is altyd onmiddellik voordat 'n perseel beweï moes word geneem. Die proefdiere is egter eers toegelaat om die persele drie of vier dae te beweï voordat dit so spoedig moontlik daarna met behulp van 'n trekker en snymasjien afgehooi is. Die hooi is volgens algemene standaardmetodes gehark, gelugdroog en gebaal. Die perseelopbrengste is telkens noukeurig bepaal, sodat die behandelings met die betrokke hooiopbrengste gekrediteer kon word.

Die onderskeie radikale veldverbeteringstrategieë vir fase 1 is nie soseer as eksak vergelykbare proefbehandelings beskou nie maar eerder as afsonderlike stelsels wat plaastoestande so realisties moontlik moes naboots. Blaser, John en Hammes (ongedateer, ca. 1977) het onlangs eksperimente met 'n soortgelyke proefbenadering treffend as plant-dieresisteme beskryf waarin vaste veeladings aan 'n stelsel toegeken word maar waar die veelading binne die stelsel met 'n hooibewaringsdoelwit gevarieer word. Oorsese studies het daarop gedui dat besonder hoë melkopbrengste per hektaar en per dier behaal kan word indien 'n vinnige buigsame rotasiebeweidings met alternerende hooisnysele afgewissel word (Leaver, Campling & Holmes, 1969; Marsh, Campling & Holmes, 1971; Holmes, Campling & Joshi, 1972). Hoewel 'n vinnige rotasie tussen kampe 'n hoër veelading as strookbeweidings of aanhoudende beweidings kon handhaaf, is daar meestal nie melkproduksieverskille per dier tussen behandelings waargeneem nie. Die verteerbaarheid en inname van die plantmateriaal, wat voortdurend in 'n jong produktiewe fase gehou is, asook die gereelde vernietiging van misvlekke en onbenutte plantmateriaal was die belangrikste voordele aan die wei-snybehandelings verbonde. Aan die ander kant het hierdie beheertegniek groter vereistes aan meganisasie, kapitaal, arbeid en bestuursvernuf as eenvoudiger stelsels vereis.

Weens die toenemende besef van die belangrike rol wat veelading en weidruk speel om plantmateriaal doeltreffend in diereprodukte om te sit, is proewe met enkele vaste veeladings per behandeling en veral die met vooropgestelde wisseldatums in 'n vaste rotasievolgorde sonder enige weidrukbeheermaatreëls, in die verlede kras gekritiseer (Holmes, 1962; Wheeler, 1962; McMeekan & Walshe, 1963; Holmes, 1968; Wheeler, Burns, Mockrie & Gross, 1973). Blaser *et al.* (ongedateer) som die nadele hiervan soos volg op:

“Schematic rotational grazing experiments, fixed stocking rates, and moving animals on a date basis have been categorized as objective experiments. However, such techniques may cause extremes in grazing pressure, ignore nutritional needs of ruminants, bias animal outputs and repudiate principles of canopy management”.

Benewens weidrukfluktuasies tussen behandeling en die gevolge daarvan is enkele “geskikte” veeladings per behandeling ook as ’n uiters subjektiewe benadering beskou, aangesien daar by twee of meer veeladings naby die optimum drakrag ’n wisselwerking tussen veelading en behandeling moontlik is. Sulke wisselwerkings is trouens al by melkproduksiestudies aangetref (McMeekan & Walshe, 1963). Morley & Spedding (1968) merk egter op:

“A clear picture of responses around the optimum will be obtained only where its approximate position is sufficiently known in advance for experimental treatments to be concentrated about that optimum. This suggests that design must vary with state of ignorance, and it is necessary to decide in advance whether one is trying to spread a net widely to locate the optimum area, or whether one is trying to define a response relationship closely about an assumed optimum”.

Die voormelde outeurs wys ook daarop dat talle behandelings- en beheer wisselwerkings in weidingseksperimente mag voorkom en dat veelading slegs een van die menigte moontlike bronne van verwarring mag veroorsaak. Dit is ook opvallend dat die reaksiekromme van pro-fyt in die omgewing van die optimum veelading betreklik plat is, sodat relatief klein toenames in produksie per dier heelwat belangriker as groter verskille in veelading bo en onder die optimum mag wees. Verder spreek Morley en Spedding (1968) die mening uit dat argumente oor die riskantheid van aanbevelings op beperkte of onvolledige eksperimentele gewens in wei-snybehandelings die feit ignoreer dat vroeë beslissings vir praktykaanbevelings dikwels noodsaaklik is. Daarom is beperkte inligting soms aansienlik beter as geen inligting nie.

Fase 1 moet in die lig van die bespreking tot dusver soos reeds gemeld in dié perspektief gesien word dat die doel daarvan primêr was om die produktiwiteit van behandelings as stelsels te evalueer. Wisselwerkings tussen geïnduseerde veelading, weidruk en byvoeding mag versluierend op behandelingseffekte en data-interpretasie ingewerk het. Deur kwantiteits- en kwaliteitsopbrengste van die plantmateriaal intensief te monster en met diereprestasie in fase 1 en fase 2 te vergelyk is egter gepoog om die omvang en die gevolge van die fase 1-wisselwerkings op diereprestasie te evalueer.

Gedurende fase 2 is daadwerklike maatreëls aangewend om variërende nie-eksperimentele veranderlikes sover moontlik uit te skakel. Die doel hiervan was hoofsaaklik om 'n relatief suiwer objektiewe beeld van die weidingspotensiaal van die behandelings op diereprestasie te verkry. 'n Voorvereiste hiervan is, soos reeds aangedui, dat die weidruk eerstens onder alle omstandighede tussen behandelings vergelykbaar moet wees en tweedens so konstant moontlik oor die weiperiode gehou moet word. Indien hieraan voldoen word, kan 'n realistiese drakragwaarde vir 'n bepaalde optimum weidruk verkry word (Mott, 1960). 'n Verdere vereiste is dat dit noodsaaklik is dat die dierepotensiaal die weidingspotensiaal moet oortref (Matches & Mott 1973). By implikasie beteken dit dat 'n weiding slegs in terme van sy kwaliteit geëvalueer word indien die kwantiteit van die weiding voldoende is maar die kwaliteit vir diereproduksie beperkend is. Die teenoorgestelde geld wanneer kwantiteit van die beskikbare weiding beperkend is maar die kwaliteit so hoog is dat die diere geneties nie in staat is om dit ten volle te benut nie. Dan sal die weiding slegs in terme van sy kwantiteit beoordeel word. Dit is derhalwe essensieel dat die dierepotensiaal die weidingspotensiaal dwarsdeur die proefperiode moet oortref, veral wanneer die dier as maatstaf gebruik word om die weiding ten opsigte van beide die kwantiteit en die kwaliteit te evalueer. In hierdie opsig kan vaste veeladings en vooropgestelde rotasiedatums by wisselweidingstelsels tot sulke weidrukverskille weens differensiële groeitempowisselinge lei dat die weidingspotensiaal by tye die dierepotensiaal mag oortref (Bransby, Booysen & Tainton, 1977).

Een van die algemeenste metodes om weidruk op 'n vergelykbare en konstante vlak tussen behandelings te handhaaf is deur diergetalle deur middel van die gee-en-neembeginsel te manipuleer. Die besonderhede van die tegniek word omvattend deur Mott & Lucas (1952), Wheeler *et al.* (1973) en Bransby *et al.* (1977) beskryf. Gedurende fase 2 is die gee-en-neem-prosedure toegepas deur agt lakterende koeie, naamlik die "proefdiere", volgens loting aan elk van die behandelings toe te wys, waar hulle dwarsdeur die proefperiode gebly het. Die beskikbare plantmateriaal per dier vir die drie- of vierdaaglikse okkupasieperiodes per kamp is konstant gehou deur droë melkkoeie (naamlik die "vullers") ooreenstemmend met die plantmateriaalwisselinge aan te vul of van die persele te onttrek. Vullers wat nie op die proefpersele verkeer het nie, het aangrensende onbemeste veldkampe bewei.

Die weidruk is volgens plantopbrengste bereken, wat telkens een dag voor die rotasiedatums bepaal is. Aangesien die optimum weidruk nie bekend was nie en slegs een weidruk per behandeling toegepas kon word, is 'n arbitrêre waarde gekies. Hiervoor is aangeneem dat die daaglikse droëmateriaalinname per dier om en by 2,6 kg per 100 kg liggaamsmassa sou wees. Dit is voorts aanvaar dat indien elke dier nagenoeg drie keer hierdie hoeveelheid droëmateriaal per dag beskikbaar het,

- (1) die kwantiteit van die weiding nie beperkend sou wees nie en diereprestasie hoofsaaklik in terme van kwaliteit sou reageer;
- (2) voldoende seleksiegeleentheid tussen die relatief "suur" grasse toegelaat kan word;
- (3) weidruk konserwatief genoeg is om geen stremming op die produksievermoë van melkkoeie te plaas nie en
- (4) dat die produktiwiteit van die weiding oor die lang termyn geen skade sou ly nie.

Die berekening van die aantal diere per oppervlakte-eenheid om die voormelde weidruk te handhaaf was hoofsaaklik op grond van natmateriaalopbrengste gedoen, aangesien daar nie met die prosedure van plantopbrengsbepalings van 'n dag voor die rotasiedatums gewag kon word totdat die plantmateriaal tot 'n konstante massa in 'n oond gedroog is nie. Indien opbrengsbepalings vroeër gedoen sou word of langer okkupasieperiodes toegepas sou word, sou die fout by die weidrukberekening aansienlik groter wees as gevolg van die groei wat intussen kan plaasvind. Daar is derhalwe volgens natmateriaalopbrengste 'n weidruk van nagenoeg 16 kg plantmateriaal (bo snyhoogte) per 100 kg liggaamsmassa per dag op al vier behandelings gehandhaaf.

Enkele leemtes het in die toepassing van die weidrukmanipulasie van fase 2 voorgekom. Volgens Wheeler *et al.* (1973) en Bransby *et al.* (1977) is dit wenslik (hoewel nie noodsaaklik nie) dat die vullers dieselfde klas diere as die proefdiere moet verteenwoordig. Verder moet die vullers wanneer hulle nie op die proefpersele verkeer nie, verkieslik aan presies dieselfde voedingsomstandighede onderworpe wees as die behandelings waaraan hulle normaalweg toegewys word. Hierdie faktore beïnvloed die relatiewe gedrag en innameverskille tussen proefdiere en vullers, wat tot differensiële kompetisieverskille tussen diere mag lei. Die nodige oppervlakte en fasiliteite het egter ontbreek om aan die gemelde vereistes te voldoen. Die vullers was nietemin op die aangrensende reserwekampe aan dieselfde weidruk as die proefbehandelings onderwerp. Dit kan dus aanvaar word dat kompetisie om die kwantiteit van die beskikbare voedsel waarskynlik nie 'n belangrike faktor was nie. Die vullers kon egter weens hulle fisiologiese toestand (onbeset tot vroeg dragtig) moontlik 'n laer inname as die proefdiere gehad het. 'n Belangrike kompenserende maatreeël in hierdie ondersoek was egter dat die noukeurigste beskikbare metode om weidruk objektief te bepaal (naamlik snyperseel-opbrengste) deurgaans toegepas is.

Benewens die uitskakeling van weidrukverskille tussen behandelings om nie-behandelingsveranderlikes te beheer is die byvoeding van kragvoer ook weggelaat ten einde die versluierende

invloed daarvan op diereprestasie op te hef. Hierdie proefwysiging het ook die geleentheid geskep om die kwaliteit van die verbeterde weidings in terme van melkproduksie by 'n konstante weidruk te evalueer. Die feit dat kragvoeraanvulling die inname van weiding gedeeltelik vervang om daarmee die vrywillige plantmateriaalinnames te onderdruk, is welbekend. Weens hierdie verskynsel kan die differensiële kwaliteitsbydraes van die weiding en die kunsmatige aanvulling uiteraard nie van mekaar geïsoleer word nie. Talle oorsese studies het verder reeds bevestig dat daar weinig of geen produksiereaksies by matige produseerders (5 000 tot 6 500 kg per laktasie) as gevolg van byvoeding op hoogbemeste weidings voorkom nie. Dit is, intendeel, al dikwels bewys dat byvoeding geen ekonomiese voordele inhou as die kwaliteit en kwantiteit van die weidings nie beperkend is nie. Die literatuur oor die invloed van byvoeding op melkproduksie vanaf weidings is omvattend deur Leaver, Campling en Holmes (1968) asook deur Broster (1972) gedokumenteer.

Hoewel die bydrae van byvoeding al dikwels oorsee bevraagteken is, moet dit in gedagte gehou word dat melk daar meestal vanaf eksotiese gras-/klawerweidings geproduseer word. Die inname en verteerbaarheid van die gematigde weidings van hoë kwaliteit aldaar is aansienlik beter as die tropiese gewasse wat in hierdie studie aangewend is. Vir sover vasgestel kan word, is daar egter nog geen vergelykende evaluasie van die melkproduksiepotensiaal van bemeste oulandeveld en *Eragrostis curvula*-weidings sonder byvoeding en die handhawing van konstante weidruk tussen behandelings in Suid-Afrika uitgevoer nie.

4.2.7 Proefdiere

Gedurende die eksperimentele termyn van vyf jaar is 'n totaal van 84 verskillende suiwergeteelde Frieskoeie met 'n matige produksiepotensiaal as proefdiere in die ondersoek aangewend. Die proefdiere is jaarliks opnuut uit die melkkudde geselekteer ten einde die beste beskikbare produseerders te bekom. As gevolg hiervan is in die ondersoek 43 koeie een keer, 22 twee keer, 12 drie keer, 6 vier keer en een vyf seisoene lank gebruik. Ongeveer die helfte van die proefdiere wat tydens 1972–73 gebruik is, het in hulle eerste laktasie verkeer. Met die aanvang van die tweede seisoen is 27 eerste-laktasiediere wat op ongeveer 15 tot 17 maande ouderdom gedek is, in die proefkudde opgeneem. Met die uitsondering van een het die proefdiere vir 1973–74 in hulle tweede laktasie verkeer. Gedurende 1974–75, 1975–76 en 1976–77 het die meerderheid van die proefdiere, opeenvolgend, tweede, derde en vierde laktasies verteenwoordig. Tydens 1974–75 en 1976–77 was daar geen eerste-laktasieverteenwoordigers onder die proefdiere nie. Met die oog op data-interpretasie is dit belangrik om die laktasienommers van die proefdiere in ag te neem. Dit is welbekend dat melkproduksie normaalweg gedurende die eerste vier opeenvolgende laktasies in die lewensloop van 'n melk-

koei toeneem, waarna dit met bereiking van volwassenheid relatief konstant bly (Broster, 1972). In die ondersoek is egter gepoog om deur middel van die lotingsproses sowel as die toegepaste berekeningstegnieke sover moontlik te vergoed vir die onvermydelike introduksie van heterogeniteit tussen proefdiere.

4.2.8 Loting van proefdiere

Die loting van proefdiere speel 'n belangrike rol by melkproduksieontledings om die eksperimentele sensiwiteit te vermeerder en die foutvariasie tot die minimum te beperk (Lucas, 1960b; Broster & Curnow, 1964; Gill, 1969). Verskillende lotingsprosesse kan toegepas word na gelang van die proefontwerp en die doel van 'n studie. Weens die relatiewe variasie in ouderdom en melkproduksiepotensiaal is die diere deurgaans in blokke geloot (Lucas, 1960b).

Voor die aanvang van die proefperiode is alle potensiële proefkoeie eers aan 'n standaardisasieperiode van eenvormige voeding onderwerp. 'n Week voor die aanvang van die proefperiode is die produksierekords van die kudde nagegaan en die 32 beste produseerders (24 vir 1972–73) is geselekteer. Volgens melkproduksie per 100 kg liggaamsmassa is al die geselekteerde koeie vervolgens van die hoogste tot die laagste vier produseerders in blokke van vier elk gestratifiseer. Uit elke stratum is die vier koeie lukraak aan die behandelings toegewys. Na die eerste loting is die verspreiding van die massa van die diere tussen die behandelings ondersoek. Randomisasie binne strata is herhaal totdat die totale liggaamsmassas sowel as die melkproduksie so gelyk moontlik tussen die vier behandelings versprei is.

Hoewel hierdie lotingsproses soms deur statistici gekritiseer word, het Lucas (1960b) gevind dat blokvorming en balansering verkieslik is bo volledige randomisasie in melkproduksie-ondersoeke met 'n relatief klein aantal herhalings per behandeling. Blokvorming volgens laktasienommer, melkopbrengs, ouderdom en massa word ook algemeen in Australië by melkproduksiestudies op weidings toegepas (Minson, Stobbs, Hegarty & Playne, 1976). Benewens blokvorming is kovariasie volgens die produksiegemiddeldes van die standaardisasieperiode op melkproduksiegegewens toegepas om die standaardfout te verminder (Broster & Curnow, 1964).

4.2.9 Dek- en kalfperiodes

Die proefdiere is tot en met die 1973–74-seisoen van 15 November tot 15 Januarie gedek deur vier bulle tussen die behandelingsgroepe te laat roteer. Kalwing het van middel-Augustus tot ongeveer middel-September plaasgevind. Ofskoon hierdie praktyk vir die stelsel van vleis-

produksie uit die melkkudde geslaagd is (Reyneke, 1973) en dit algemeen in die Oos-Vrystaat toegepas word, het die proefdiere eers op die weiding gekom nadat hulle die piek van hulle produksie bereik het. Die dek- en kalfperiodes is gevolglik vir die fase 2-evaluasie met 'n maand vertraag sodat 'n groter gedeelte van die maksimum produksieplato binne die proefperiode geval het.

Die kalwers van alle koeie is drie dae na geboorte verwyder en afsonderlik op 'n standaard-suiwelkalfrantsoen geplaas.

4.2.10 Standaardisasieperiode

Die standaardisasieperiode is die tydperk wat die diere nie onder proefbehandeling verkeer het nie. Dit het 'n aanvang geneem sodra die diere vir oorwintering van die persele onttrek is, en is afgesluit wanneer die geselekteerde proefkoeie in 'n vroeë stadium van laktasie op die persele terugbesorg is. Gedurende hierdie tydperk is al die diere aan eenvormige groepvoeding onderwerp ten einde behandelingsgevolge op te hef en liggaamsreserwes vir die volgende laktasie op te bou. Die voedingspeil is afhangende van liggaamskondisie met verdrag verhoog om aan die liggaamsbehoefte van die diere tydens laat dragtigheid en vroeë laktasie te voldoen.

Na onttrekking uit die proef het die diere op reserweveld gewei waar 'n lek bestaande uit gelyke dele mieliemeel, dikalsiumfosfaat, sout en ureum *ad lib.* beskikbaar was en kragvoer tot die beëindiging van laktasie volgens produksie gevoer is. Na ongeveer 15 Mei tot die aanvang van die proefperiode is die diere aan kraalvoeding onderwerp. 'n Daaglikse rantsoen van nagenoeg 14 kg kuilvoer en ongeveer 2,5 kg mieliemeel met 1,5 persent ureum of 3,0 kg lusernmeel is gemiddeld per dier tot ongeveer 15 Julie voorsien. Gedurende die laaste twee maande van dragtigheid is kuilvoer *ad lib.* gevoer en die aanvullende byvoeding van mieliemeel of lusernmeel verdubbel. Tot in hierdie stadium is die voormelde lek vrylik beskikbaar gestel. Vanaf kalwing tot die aanvang van die proef het die diere *ad lib.* toegang tot kuilvoer gehad en is 6,5 kg kragvoer (13 persent ruproteïen en 66 persent TVV) gedurende melktye daaglik per kop voorsien.

Die toegepaste voedingsprosedure was in ooreenstemming met die standaardwintervoedingsprogram vir dragtige melkkoeie op die Navorsingstasie en die aanbevole program vir die omgewing.

4.2.11 Byvoeding tydens die proefperiode

Kragvoer is gedurende fase 1 (1972–73 tot 1974–75) daaglik tydens melktye in twee gelyke

dele aan die proefdiere verskaf. Die rantsoen het 'n berekende voedingswaarde van nagenoeg 13,1 persent ruproteïen en 77 persent totale verteerbare voedingstowwe gehad en het uit 70 persent mieliemeel, 20 persent koringsemels en 10 persent oliekoekmeel bestaan. Toekenning van die daaglikse hoeveelhede is op 'n individuele grondslag volgens die produksiegemiddeldes aan die einde van die standaardisasieperiode gedoen. 'n Aanvulling van een kg kragvoer vir elke 2,5 kg melk wat bo die eerste 4,5 kg ten aanvang van die proefperiode geproduseer is, is deurgaans tydens die volle duur van die seisoen aan die diere verskaf. Deur die konstante aanvullingspeil is gepoog om die nie-behandelingsveranderlikes weens kragvoerbyvoeding sover moontlik te beperk en verder vir die dalende kwaliteit van die weiding aan die einde van die seisoen te kompenseer. Aangesien die welvaart van die proefdiere gedurende fase 1 vooropgestel is, is die aanvulling beraam om minstens aan die onderhoudsbehoefte van die diere te voldoen, terwyl die produksiebehoefte kwalitatief en kwantitatief deur die weiding verskaf moes word.

'n Verdere aanvulling van gelyke dele sout en dikalsiumfosfaat was gedurende die hele eksperimentele termyn *ad lib.* in 'n lek aan die diere beskikbaar gestel.

4.2.12 Algemene kuddeversorging

'n Doserings- en entingsprogram teen inwendige parasiete en algemene veesiektes is jaarliks streng volgens die voorskrifte van die Staatsveearts uitgevoer. Gevalle van mastitis is vroegtijdig geïdentifiseer en behandel. Die diere is nie vir mastitisgevalle van die proefbehandelings verwyder nie, aangesien geen akute gevalle voorgekom het nie. Gevalle waar enkele diere twee of meer dae van die behandelings verwyder moes word, het slegs gedurende 1973–74 voorgekom, toe twaalf van die proefdiere driedae-stywesiekte gedurende Februarie en Maart opgedoen het. Die siekte het egter met matige tussenposes voorgekom, sodat daar nooit meer as twee diere per behandeling op enige tydstop daardeur aangetas is nie.

Die proefdiere het op alle persele vrylik toegang tot skoon water in permanente krippe gehad. Geen skaduweevoorsiening is op die persele vir die diere gemaak nie. Hittestremming mag derhalwe gedurende warm dae voorgekom het, wanneer die temperatuur bo 21°C gestyg het en die lugvogtigheid bo die perke van termale neutraliteit vir melkproduksie was (Mawson & White, 1971).

4.3 INSAMELING VAN GEGEWENS

4.3.1 Bodemonstering en -ontleding

Vyf monsters van die bogrond (0 tot 150 mm) en die ondergrond (150 tot 300 mm) is jaarliks gedurende begin Oktober, onmiddellik voor die bemestingstoediening, ewekansig op elke perseel versamel. Die bo- en ondergrondmonsters is tot een verteenwoordigende monster van die twee grondlae elk vermeng en chemies ontleed. Die elektriese geleidingsvermoë (weerstand), pH(H₂O), pH(KCl), stikstof, fosfor (Bray nr. 2), kalium, kalsium, magnesium, natrium en koolstof in die grondmonsters is volgens roetinelaboratoriumtegnieke deur die Skeikundeafdeling van die Potchefstroomse Landbounavorsingsinstituut ontleed.

4.3.2 Plantopnames

Die invloed van die behandeling op die basale bedekking en grassamestelling van alle persele is jaarliks gedurende Mei, na afloop van die proefperiode, deur middel van die wielpunt-metode van Tidmarsh en Havenga, (1955) bestudeer. Twee speke van die wielpuntapparaat was met skerp punte voorsien, en slegs poltreffers soos gedefinieer deur Tidmarsh en Havenga (1955) is genoteer. Tydens die opnames is twee puntlesings per wielomwenteling en 1 000 punte per perseel geneem.

4.3.3 Plantopbrengs en chemiese samestelling

Ten einde die weidings kwantitatief en kwalitatief te evalueer is plantproduksiebepalings twee keer weekliks uitgevoer. Die opbrengsbepalings is in dieselfde rotasievolgorde as beweiding van die proefpersele gedoen, maar 'n dag voordat beweiding van die betrokke persele sou begin. Die doel was eerstens om die beskikbare plantmateriaal vir beweiding bo die sny-hoogte te bepaal en tweedens om 'n verteenwoordigende monster vir chemiese ontleding te verkry. Vyf ewekansige stroke van 4 x 1 m is per behandeling op 'n hoogte van nagenoeg 50 mm van die grondoppervlakte met behulp van 'n snymasjien gesny, nadat die dooie plantmateriaal vooraf verwyder is. Onmiddellik nadat die vars plantmateriaal afgesny is, is dit in plastieksakke geplaas en met rekke verseël om vogverlies te voorkom. Die vars massa van die afsonderlike perseelopbrengste is in die laboratorium tot die naaste 5 gram bepaal, waarna 'n grypmonster vir chemiese ontleding geneem is. Vyf verdere monsters is in 'n oond teen 100°C tot konstante massa gedroog om die voginhoud van die plantmateriaal te verkry en die droë-materiaalopbrengs per perseel te bereken. Die monsters wat vir chemiese ontledings bestem is, is lugdroog gemaak en na die Skeikundelaboratorium van die Potchefstroomse Landbounavorsingsinstituut versend, waar dit vir stikstof, fosfor, kalium, kalsium, magnesium en vesel ontleed is.

4.3.4 Melkproduksie

Die proefdiere is daagliks om 06h00 en 16h00 met die hand gemelk. Individuele melk-opbrengste is tot die naaste 100 gram bepaal en noukeurig aangeteken.

Streng voorsorg is deur toesighouding getref dat die diere se melkopbrengste nie deur hanteringsinvloede benadeel is nie. Die diere is derhalwe teen 'n stadige pas na die stalle gebring en so spoedig moontlik na afloop van die melkery op die persele besorg. 'n Ordelijke stal-roetine is toegepas ten einde die nodige stilte te handhaaf en 'n egalige werkvloei te bevorder. Die daaglikse melkproduksies van die diere is gereeld met die van die vorige dae vergelyk om te kontroleer dat hulle eenvormig uitgemelk is.

4.3.5 Melksamestelling

'n Verteenwoordigende melkmonster van elke proefdier is twee keer weekliks van 1973–74 tot 1976–77 versamel. Die monsters is aan die einde van elke okkupasieperiode op 'n proefblok geneem en is individueel vir elke proefdier saamgestel uit 'n gedcelte van die melk wat gedurende die namiddag en die daaropvolgende oggend versamel is voordat die diere na 'n volgende proefblok verwissel het. Aangesien roetine-ontledingsdienste nie plaaslik beskikbaar was nie, is hierdie monsters gedurende die eerste twee seisoene deur Bethlehem Romery vir bottervet ontleed, en gedurende die laaste twee seisoene deur die Johannesburgse laboratorium van die Melkraad. Ontledings van die proteïen- en laktosegehalte van die melk is slegs gedurende 1975–76 deur laasgenoemde instansie uitgevoer.

4.3.6 Liggaamsmassaveranderinge

Massaveranderinge van alle proefdiere is gereeld tweeweekliks gedurende elke proefperiode bepaal. 'n Permanente platvormtipe massameter is gebruik waarop massas tot die naaste 1 kg afgelees kon word. Massameting is op die betrokke dae onmiddellik na die oggendmelktye gedoen. Tydens fase 1 is geen uithongeringsprosedure voor massameting gevolg nie, maar gedurende fase 2 is die diere oornag op kraal uitgehonger ten einde die massavariasie as gevolg van maaginhoudverskille tussen diere tot die minimum te beperk.

4.3.7 Lekinnames

Die totale innames van die sout: dikalsiumfosfaatlek, wat deurgaans *ad lib.* vir al die diere beskikbaar was, is aan die einde van elke perseelokkupasieperiode gedurende die hele eksperi-

mentele termyn bepaal. Hierdie waardes is verkry deur die massa van die oorblywende hoeveelheid te bepaal nadat 'n bekende hoeveelheid aanvanklik beskikbaar gestel is. Lekmassas word in die tabelle op 'n lugdroë basis verstrekk.

4.3.8 Meteorologiese gegewens

Alle weerkundige gegewens is by die derde-orde-weerstasie op die terrein van die Bethlehemse Landbounavorsingstasie ingewin. Die verste uithoek van die proefterrein is ongeveer 1 300 m van die weerstasie af geleë. By die bepaling van die invloed van weersomstandighede op die onderlinge verwantskappe tussen omgewingsfaktore is aangeneem dat die meteorologiese toestande soos waargeneem by die weerstasie verteenwoordigend van die toestande op die proefterrein is.

4.4 VERWERKING VAN GEGEWENS

Die ordening en statistiese verwerking van die proefgegevens is hoofsaaklik met behulp van 'n hoëspoedsyferrekenaar van die Departement Landbou-tegniese Dienste in Pretoria gedoen. 'n Groot aantal ontledings is ook plaaslik deur middel van 'n programmeerbare sakrekenaar uitgevoer.

Verskillende statistiese tegnieke is, afhangende van die aard van die gegewens, aangewend. Die tipe ontleding van die gegewens word by die bespreking daarvan in die teks vermeld. By alle variansie-ontledings is die gemiddeldes van die proefbehandelings deurgaans aan Tukey se meervoudige variasiebreedteprosedure onderwerp. Die KBV's in die tabelle verteenwoordig derhalwe Tukey se "w-waarde" om tussen proefgemiddeldes te vergelyk (Steel & Torrie, 1960).

5. RESULTATE

5.1 KLIMAATSTOESTANDE GEDURENDE DIE PROEFTERMYN

Wisselvallige klimaatstoestande is waarskynlik een van die oorheersende abiotiese faktore wat primêre en sekondêre produksie in die Oos-Vrystaat beïnvloed. Uiteenlopende weersomstandighede het ook gedurende die vyf eksperimentele seisoene voorgekom, wat die proefresultate aansienlik beïnvloed het. Aangesien klimaatsinvloede dikwels in die bespreking ter sprake kom, word die algemene weerstoestande wat gedurende die ondersoek geheers het, vooraf bespreek.

5.1.1 Reënval

Die reënvalgegewens vir die vyf eksperimentele seisoene word in tabel 12 verstrekk. Die neerslag wat gedurende die proefperiodes voorgekom het, het onderskeidelik 52, 80, 91, 99 en 65 persent van die langtermyn-gemiddelde jaarlikse reënval verteenwoordig. Hiervolgens is dit duidelik dat die 1972–73-seisoen deur 'n besonder lae reënval en beide die 1974–75- en 1975–76-seisoen deur uitsonderlike hoë reënval gekenmerk is. 'n Grafiese uitbeelding van die reënvalverspreiding word in figuur 3 aangebied. Die totale reënval vir die agtereenvolgende okkupasieperiodes van drie of vier dae wat die diere op 'n proefblok verkeer het, word vir elke proefseisoen in hierdie figuur aangedui. Wisselvalligheid van die reënvalpatroon word treffend daardeur geïllustreer. Hoewel die totale neerslag van die 1973–74-seisoen deur twee ander seisoene met minstens 14 persent oortref is, was die reënvalverspreiding van hierdie seisoen (1973–74) waarskynlik die doeltreffendste, aangesien vogindringing deur frekwente matige buie verseker is. Daarteenoor kan aanvaar word dat die relatief intensiewe maar geïsoleerde buie wat gedurende 1974–75 en 1975–76 voorgekom het, aan groot afloopverliese onderhewig was.

5.1.2 Verdamping, sonskyn, humiditeit en temperatuur

Die daaglikse gemiddeldes van bogenoemde meteorologiese veranderlikes word in tabel 13 aangetoon. Hierdie gegewens is uit die saamgevoegde gemiddeldes van die drie- of vierdaagse okkupasieperiodes op die verskillende proefblokke saamgestel. Die empiriese waarskynlikheid van onderlinge statistiese verskille tussen jare is vir elk van die veranderlikes deur middel van 'n t-toets (Steel & Torrie, 1960) bepaal. Die proefseisoene is hiervolgens in alle moontlike kombinasies vergelyk, waarvan die berekende t-waardes in tabel 13 verstrekk word.

Uit tabel 13 kan afgelei word dat unieke en uiteenlopende klimatologiese toestande gedurende elke seisoen geheers het. Aangesien die waarskynlikheidsvergelykings in die tabel selfverklarend is, sal alle verskille nie hier volledig bespreek word nie, maar die seisoenale tendense sal slegs opsommend verstrek word. Volgens die statistiese vergelykings kan aanvaar word dat die 1974–75- en 1975–76-seisoen die nouste ooreenstemming getoon het. Die gemiddelde minimum grastemperature van 1974–75 was egter beduidend ($P < 0,05$) laer as die van 1975–76.

Die weerstoestande van 1972–73 was by uitstek ongunstig, aangesien die lae reënval van die seisoen met sonnige dae, uitsonderlik hoë verdamping, hoë temperature en 'n lae gemiddelde humiditeit gepaard gegaan het. Hierdie toestande het ongetwyfeld tot 'n vogstremming en 'n beperking in plantproduksie gelei, wat die onttrekking van die proefdiere vir 28 dae gedurende Februarie genoodsaak het. Die 1973–74-seisoen is weens die groot aantal reëndae gekenmerk deur besonder min sonskyn en lugbeweging (wind), wat met 'n hoë gemiddelde humiditeit gepaard gegaan het. Desondanks was die gemiddelde lugtemperatuur hoog en het die minimum grastemperature die van alle ander seisoene beduidend oortref. Tydens die 1974–75-seisoen het koel bewolkte toestande geheers, sodat verdamping en temperature besonder laag gedaal het. Soortgelyke toestande, hoewel effens gunstiger, het gedurende die 1975–76-seisoen voorgekom. Die weersgesteldheid van die 1976–77-seisoen is aan die ander kant weer deur 'n egalige reënvalverspreiding en sonnige dae gekenmerk. Die relatief hoë grondtemperatuur wat tydens hierdie seisoen geheers het, het waarskynlik ook die groeitoestande bevorder. Lugbeweging in die vorm van sterk winde was hierbenewens onderskeidend van die 1976–77-seisoen.

5.1.3 Warmte-eenhede

By die mielieplant word aanvaar dat optimale groei en ontwikkeling binne die temperatuur-omvang van 10- en 30°C voorkom (Dickenson & Buys, 1974). Hoewel dit nog nie met sekerheid vasgestel is nie, kan uit die publikasies van Cooper (1960) en Leigh (1960) afgelei word dat die gemelde temperatuurgrense moontlik ook die omvang verteenwoordig waarby optimale groei van tropiese weidingsgewasse, waarvan *Eragrostis curvula* 'n verteenwoordiger is, sal plaasvind. Die maatstaf waarvolgens geskikte groeitemperature beoordeel word, naamlik warmte-eenhede (Dickenson & Buys, 1974), is vir die vyf eksperimentele seisoene volgens die formule : $\{(\text{maksimum} + \text{minimum temperatuur})/2 - 10^{\circ}\text{C}\}$, bereken en die verspreiding daarvan word in tabel 14 aangedui.

Volgens die gegewens in tabel 14 blyk dit dat die kumulatiewe aantal warmte-eenhede tot

en met 140 dae na aanvang van die onderskeie proefperiodes, met uitsondering van die 1972–73-seisoen, nie veel tussen seisoene verskil het nie. Die ooreenkoms tussen die 1974–75- en 1975–76-seisoen aan die een kant en die 1973–74- en 1976–77-seisoen aan die ander kant, was veral opvallend.

Die verspreiding van die aantal dae met minder as vyf en meer as 10 warmte-eenhede binne seisoene (tabel 14) toon egter duideliker onderlinge verskille as die kumulatiewe warmte-eenhede. Hiervolgens kan aanvaar word dat daar gedurende die 1976–77-seisoen oor die algemeen gunstiger groeitoestande as tydens die ander eksperimentele seisoene voorgekom het. Gedurende 1972–73 is wel aansienlik meer warmte-eenhede as ander seisoene aange-teken, maar weens groot temperatuurskommeling en ernstige vogstremmings was hierdie seisoen relatief ongunstig vir normale plantproduksie. Nieteenstaande die ooreenkoms tussen 1974–75 en 1975–76 ten opsigte van die meeste klimatologiese parameters is die aantal dae met meer as 10 warmte-eenhede van die 1974–75-seisoen met ongeveer 55 persent deur die gunstiger 1975–76-seisoen oortref.

Volgens die meteorologiese gegewens wat gedurende die eksperimentele termyn ingesamel is, is dit uit die voorgaande bespreking duidelik dat sowel gunstige as ongunstige seisoene gedurende die ondersoek geheers het maar dat gunstige produksie-omstandighede relatief oorwegend was.

5.2 CHEMIESE VERANDERINGE IN DIE GROND

Benewens die toediening van kunsmis lewer die uitwerpsels van weiende diere 'n belangrike bydrae tot die vrugbaarheidstatus van die grond in 'n weiveldekosisteem (Davidson, 1964; Barrow, 1967; Holmes, 1968; Marsh & Campling, 1970; Whitehead, 1970; Roberts, 1971).

Weens die hersirkulasie van voedingstowwe tussen die grond, plante en diere kan in die geval van die onderhawige ondersoek aanvaar word dat nie alleenlik die toegediende misstowwe nie maar ook ander voedingstowwe van buite die sisteem, naamlik kragvoer- en minerale veelekkers (na gelang van die veelading), die chemiese samestelling van die grond via dierlike uitwerpsels beïnvloed het. Die chemiese gegewens van bo- en ondergrondmonsters wat jaarliks onmiddellik voor bemestingstoedienings versamel is, is aan faktoriaalontledings met behandelings en gronddiepte as hoofeffekte onderwerp ten einde die veranderinge statisties te evalueer. Die gegewens wat in die tabelle verstrek word, verteenwoordig in werklikheid die residuele behandelingsinvloede wat vir die voorafgaande seisoene gegeld het. Duidelikhedshalwe word die verskillende ontledings afsonderlik bespreek.

5.2.1 Fosfor en uitruilbare katione

Ontledings van fosfor en die belangrikste katione wat op die katioonuitruilingskompleks voorkom, word in tabel 15 verstrek. Weens die oorwegende teenwoordigheid van fosfor in die toegediende misstowwe het die fosforstatus van die grond wat met verskillende peile van fosfor bemest is, reeds gedurende die tweede proefseisoen beduidende ($P < 0,01$) onderlinge behandelingsverskille getoon. Volgens die behandelingshoofeffek van die 1973–74-ontledings het die grond van die hoog bemeste persele van behandeling IV aansienlik meer ($P < 0,01$) fosfor as die kontrolepersele gehad. Gedurende die daaropvolgende seisoene (1975–76 en 1976–77) het geen onderlinge fosforverskille tussen die grond van bemeste persele voorgekom nie. Die ligte en matige bemestingspeile (behandelings II en III) het egter die P-inhoud van die kontrolebehandeling by die vyf persent-peil van beduidendheid oortref, terwyl die verskil tussen die kontrole- en die hoog bemeste behandelings groter as die een persent-peil van betekenisvolheid was. Volgens die hoofeffek van gronddiepte het die bogrond (met uitsondering van die 1973–74-ontleding) beduidend meer ($P < 0,01$) fosfor as die ondergrond bevat.

Die fosforontledings van die laaste drie groeiseisoene het betekenisvolle wisselwerkings tussen behandelings en gronddieptes getoon (tabel 16). Hiervolgens is dit duidelik dat bemesting geen invloed op die fosforstatus van die ondergrond tussen verskillende proefbe-

handelings gehad het nie. Die fosforinhoud van die bogrond, daarenteen, is wel aansienlik deur bemesting en beweiding beïnvloed. Tabel 16 toon dat die fosforstatus van die bogrond van die kontrolepersele gedurende die laaste drie proefseisoene gemiddeld 6,3; 3,4 en 2,5 dele per miljoen was. Die P-gehalte van die bogrond van hoog bemeste persele was daarenteen respektiewelik 27,4; 20,4 en 25,4 dele per miljoen vir die ooreenstemmende tydperk. Die fosfortoename het aanvanklik volgens die 1974–75-ontleding vinniger ($P < 0,05$) plaasgevind, by die hoog bemeste behandeling IV as by die ander handelings, waar geen onderlinge statistiese verskille teenwoordig was nie. Die ontleding van die 1975–76-seisoen het getoon dat die fosforinhoud van die kontrolepersele beduidend ($P < 0,05$) laer as die van die bemeste handelings was, wat weer op hulle beurt nie onderling verskil het nie. Met die ontleding van 1976–77 het die bogrond van die onderskeie handelings duidelik in drie groepe gedifferensieer. Die kontrolepersele het in hierdie geval 'n laer fosforstatus as die lig en matig bemeste handelings gehad (wat nie van mekaar verskil het nie), maar wat beduidend ($P < 0,01$) deur die fosfor toename van die hoog bemeste behandeling oortref is. Die wisselwerking het voorts getoon dat die fosforstatus van die bo- en ondergrond by kontrolepersele nie verskil het nie, terwyl daar by al die bemeste persele wel meer ($P < 0,05$) fosfor in die bogrond as in die ondergrond teenwoordig was.

Die algemene tendens wat deur die fosforontledings weerspieël word, is dat daar waarskynlik oor die verloop van jare 'n groter verwydering van fosfor by kontrolepersele voorgekom het as wat deur die voedingstofkringloop in die grond teruggeplaas is. In teenstelling hiermee was die aanvulling van fosfor deur superfosfaatbemesting in die gevalle van die lig en matig bemeste persele voldoende, terwyl 'n aansienlike akkumulasie van P in die bogrond van hoog bemeste persele plaasgevind het. Vir die handhawing van 'n gebalanseerde fosforstatus, dit wil sê minstens 'n vervanging van die hoeveelhede wat verwyder is, kan volgens die gegewens aanvaar word dat onbemeste persele met verloop van tyd 'n kritieke fosfortekort kan ontwikkel maar dat die toegediende verhouding van stikstof : fosfor (3,3:1) die nodige balans by 'n bemestingspeil van 50 kg N/ha en 15 kg P/ha kon handhaaf. Die resultate dui egter daarop dat die stikstof-fosforverhouding met toenemende stikstofpeile aansienlik wyer gemaak kan word om kostebesparing te bevorder, aangesien onnodige hoë fosfor vlakke vir die betrokke grond ten opsigte van weigewasse by die hoog bemeste persele van behandeling IV opgebou het.

Ofskoon kalium nie as bemesting toegedien is nie, het die 1974–75- en 1975–76-ontledings getoon dat daar oor die langtermyn 'n uitputting van kalium by die hoog bemeste persele van behandeling IV kan ontwikkel (tabel 15). Behandeling IV het in die geval van beide gemelde seisoene 'n laer ($P < 0,05$) kaliuminhoud as die van die lig en matig bemeste handelings (II en III) respektiewelik gehad. Hoewel algemeen aanvaar word dat kalium vinniger deur ver-

wering in die grond vrygestel word as wat dit deur plante verwyder word, moet dit in ag geneem word dat die onttrekking daarvan deur *Eragrostis curvula* by 'n hoër stikstofbestedingspeil as wat gewoonlik vir akkerbougewasse toegedien word, aansienlike verliese in die grond kan bewerkstellig.

Kalsium is volgens die statistiese ontledings nie deur enige behandelingseffek (binne jare) beduidend beïnvloed nie. Hoewel 'n versurende uitwerking en 'n gepaardgaande vermindering van kalsiumione in die grond by hoë stikstofbemesting verwag kan word, het die kalsiuminhoud van die superfosfaat in hierdie geval waarskynlik 'n neutraliserende rol gespeel. Die magnesiumstatus van die grond is eweneens ook nie deur behandelingseffekte beïnvloed nie. Die teenwoordigheid van magnesium was egter volgens die ontledings van alle seisoene beduidend hoër ($P < 0,01$) in die ondergrond as die bogrond.

Die natriuminhoud van die grond is slegs gedurende die laaste drie seisoene bepaal. Volgens die 1976–77-ontleding blyk dit dat die natriuminhoud van die grond gedurende die voorafgaande 1975–76-seisoen beduidend tussen behandelings begin verskil het. 'n Opvallende opbouing van natrium het by die kontrolebehandeling voorgekom, wat beduidend ($P < 0,01$) hoër as die van behandeling III was. Hierdie verskynsel hou waarskynlik ook verband met die pH-toename van die kontrolepersele. Waar daar aanvanklik volgens die 1974–75-ontleding meer ($P < 0,01$) natrium in die ondergrond as in die bogrond was, is hierdie toestand in die daaropvolgende seisoene waarskynlik weens 'n bogrondse akkumulasie van natriumsoute opgehef. Aangesien die toegediende misstowwe nie natrium bevat het nie, kan hierdie verskynsel waarskynlik deur die inname en uitskeiding van die dikalsiumfosfaat- en soutlek wat aan die diere verskaf is, verklaar word. Die gemiddelde natriuminhoud van die grond vir 1976–77 was egter vergelykbaar met die normale vlakke wat vir 'n aantal Avalonprofiele tydens die bodemopname deur Idema en Mulder (1973) op die Navorsingstasie aangetref is.

5.2.2 pH en weerstand

Statistiese ontledings van die suurheidsgraad [$\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$] van bogrondmonsters wat vooraf volgens die metode van Haylett (1962) na $(\text{H}^+ \times 10^{-6})$ -eenhede getransformeer is, word in tabel 17 aangetoon. Die gemelde transformasie is toegepas, aangesien regstreekse statistiese ontleding van eksponensiële waardes (soos pH) ongeldig is (Haylett, 1962). Die gemiddeldes van die H^+ -eenhede is weer na pH gehertransformeer om interpretasie te vergemaklik. Uit tabel 17 is dit duidelik dat die waterstofioonkonsentrasie van die persele onder die verskillende behandelings vanaf die tweede seisoen beduidend ($P < 0,01$) verskil het. Volgens die 1974–75-ontleding het die suurheidsgraad van die hoog bemeste behandeling (IV) slegs die

van die grond van die kontrolepersele oortref ($P < 0,01$), maar in die daaropvolgende seisoen was die gronde van behandeling IV ook beduidend suurder as die van die lig bemeste behandeling II. Met die aanvang van die laaste proefperiode (1976–77) het die ontledings getoon dat die pH van die bogrond van die kontrole ($P < 0,01$) hoër as die van beide die matig en hoog bemeste behandelings (III en IV) was.

Hoewel statistiese verskille met verloop van tyd tussen behandelings ontstaan het, was die pH-verskille op die keper beskou nie besonder groot nie. Soos voorheen vermeld het die relatiewe alkaliniteit wat op die kontrolepersele ontwikkel het, waarskynlik hoofsaaklik weens 'n akkumulasie van gedissosieerde natriumsoute voorgekom.

'n Duideliker beeld van die hoeveelheid gedissosieerde natriumsoute in die grondoplossing is verkry deur dië elektriese geleidingsvermoë van die grond tussen die verskillende proefbehandelings jaarliks te bepaal (tabel 18). Die weerstand verminder normaalweg namate die soutkonsentrasie toeneem. Die 1973–74-ontleding toon dat die weerstand van die gronde op hoog bemeste persele (behandeling IV) beduidend laer ($P < 0,01$) as die van die kontrole en lig bemeste persele was, terwyl die weerstand van die lig bemeste persele terselfdertyd die van die matig bemeste behandelings oortref ($P < 0,05$) het. 'n Soortgelyke tendens het gedurende die daaropvolgende seisoen voorgekom, waartydens die weerstand van die persele van behandeling IV laer as die van persele van behandeling I en II by die een persent- en behandeling III by die vyf persent-peil van beduidende omvang was. Gedurende die laaste twee seisoene het die weerstand tussen behandelings egter nie verskil nie. Die verskille wat wel weens die hoofeffek van gronddiepte by die tweede en derde ontledings voorgekom het, is ook tydens die laaste twee seisoene opgehef.

Volgens die betekenisvolle wisselwerking ($P < 0,01$) tussen weerstand en gronddiepte van die 1974–75-ontleding (tabel 19), is dit duidelik dat die statistiese verskille hoofsaaklik aan weerstandsverskille in die ondergrond toegeskryf kan word, aangesien geen beduidende verskille ($P < 0,05$) tussen behandelings by die bogrond voorgekom het nie. Volgens tabel 19 was die weerstand van die ondergrond van behandeling IV beduidend laer ($P < 0,01$) as die van die bogrond sowel as die van die ondergrond van al die ander behandelings. Geen ander verskille het tussen behandelings onderling of tussen ooreenstemmende bo- en ondergrondwaardes voorgekom nie. Die opheffing van die behandelings- en gronddieptever-skille volgens die 1975–76- en 1976–77-ontledings kan na aanleiding van die vermelde wisselwerking waarskynlik eerstens aan die toenemende akkumulasie van gedissosieerde soute by die intensiewer behandelings (III en IV) toegeskryf word en tweedens verklaar word deur die hoë reënval van die 1974–75- en 1975–76-seisoene, wat daarvoor verantwoordelik was dat die soute van die bogrond relatief vinnig na die ondergrond geloog het.

5.2.3 Totale stikstof en koolstof in die organiese materiaal

Die totale hoeveelheid stikstof en koolstof in die organiese materiaal sowel as die C:N-verhouding volgens die ontledings wat in 1974–75 tot 1976–77 gedoen is, word in tabel 20 aangedui.

Blykens die hoofeffek van die behandelings het daar in 1974–75 tot 1976–77 geen verskille ten opsigte van die stikstofinhoud van die organiese materiaal voorgekom nie, terwyl die koolstofinhoud van die lig bemeste persele (behandeling II) slegs betekenisvol laer ($P < 0,05$) as die van die hoogbemeste persele (behandeling IV), gedurende die 1974–75-ontleding was. Die hoofeffek van gronddiepte het egter, volgens verwagting, getoon dat beide stikstof en koolstof in die bogrond jaarliks betekenisvol hoër ($P < 0,01$) as in die ondergrond was.

Die hoof behandelingseffek vir C:N-verhoudings het verder aangedui dat daar aanvanklik geen interbehandelingsverskille gedurende die 1974–75- en die 1975–76-ontledings voorgekom het nie. Daarenteen was die C:N-verhouding van die lig bemeste behandeling (II) met die eindontleding betekenisvol hoër ($P < 0,05$) as die van die hoogbemeste persele (behandeling IV). Die bogrond het volgens die gemiddeldes vir gronddiepte tydens die eerste twee-ontledings 'n hoër C:N-verhouding (1974–75: $P < 0,05$); 1975–76: $P < 0,01$) as die ondergrond gehad, maar hierdie verskille het nie tydens die 1976–77-ontleding voorgekom nie.

5.2.4 Onderlinge verhouding tussen katione en fosfor in die bogrond

Ten einde 'n aanduiding van die invloed van bemesting en beweiding op die balans tussen sommige chemiese komponente in die grond te verkry is die verhouding tussen sommige katione (kalium, kalsium, magnesium) en fosfor in alle kombinasies volgens 'n ewekansige blokontwerp ontleed (tabel 21). Alle verhoudings is in dele per miljoen verwerk en aan 'n logaritmiese transformasie onderwerp.

Uit tabel 21 is dit duidelik dat daar tydens die aanvang van die ondersoek geen verskille tussen behandelings by enige van die ontledings voorgekom het nie. Dit is verder opvallend dat daar ook deurgaans geen statistiese verskille in die omvang van die verhoudings tussen behandelings II en III enersyds asook III en IV andersyds (met uitsondering van die K:P-verhouding vir die 1973–74-ontleding) by enige van die vergelykings was nie.

Die oorheersende tendens by alle vergelykings waar fosfor betrokke was, is dat die verhoudings van kalium, kalsium en magnesium tot fosfor meestal weens die bemestingsinvloed betekenisvol afgeneem het, terwyl die bemeste behandelings (met uitsondering van die K:P-verhoudings) nie onderling ten opsigte van mekaar met betrekking tot hierdie verhoudings verskil het nie. Die verlies van kalium teenoor die opbouing van fosfor met verloop van tyd word duidelik deur die lae K:P-verhouding van die gronde van behandeling IV weerpieël, waar die K:P-verhouding van die kontrole- en die lig bemeste behandelings die van die hoogbemeste persele betekenisvol (1975–76: $P < 0,05$; 1976–77: $P < 0,01$) oortref het. Die teenoorgestelde geld weer by die kontrolepersele, waar 'n uitputting van fosfor teenoor die oënskynlik reëlmatige vrystelling van kalium in die grond plaasgevind het.

Die Ca:K-verhouding van die hoogbemeste behandeling het vanaf 1973–74 beduidend teenoor die van die kontrole (1974–75: $P < 0,05$; 1975–76, 1976–77: $P < 0,01$) en die lig bemeste behandeling (1975–76, 1976–77: $P < 0,05$) vermeerder. Hierdie tendens dui ook op die relatiewe vermindering van kalium teenoor die beskikbare kalsium by die hoogbemeste persele. Volgens die statistiese ontledings het die verskynsel dat K:Mg vir hoogbemeste persele betekenisvol laer ($P < 0,05$) as kontrolepersele was, slegs gedurende een seisoen (1975–76) voorgekom.

Die Ca:Mg-verhoudings tussen behandelings het gedurende twee seisoene beduidend verskil. Hiervolgens het dit geblyk dat die kontrole (1974–75: $P < 0,05$; 1976–77: $P < 0,01$) en die lig bemeste behandeling (1974–75, 1976–77: $P < 0,01$) laer Ca:Mg-verhoudings as die hoogbemeste persele van behandeling IV gehad het.

Die verhoudings tussen die chemiese stowwe wat in die grondmonsters bepaal is, is ook vir die plantmateriaal ontleed. Aangesien die onderlinge verhoudings by die grond nie onafhanklik van die verhoudings in die plantmateriaal geïnterpreteer kan word nie, sal hierdie verwantskappe onder 5.6.2 verder bespreek word.

Opsommend is dit uit die bespreking tot dusver duidelik dat intensivering in die vorm van bemesting en beweiding beduidende chemiese veranderinge in die grond meegebring het. Hierdie veranderinge het enersyds tot 'n verbetering in grondvrugbaarheid by bemeste persele gelei maar andersyds ook met verloop van tyd tekens van potensiële wanbalanse begin toon. Die biologiese omvang van sulke wanbalanse kan egter slegs deur die plantopbrengs en -kwaliteit en mettertyd deur diereprestasie ten volle geëvalueer word.

5.3 BASALE BEDEKKING EN FLORISTIESE SAMESTELLING

Die invloed van die proefbehandelings op die basale bedekking van die proefpersele is deur gaans volgens 'n ewekansige blokuitleg ontleed. Die totale bedekking en die dominante komponente waaruit die bedekking bestaan, word in tabel 22 verstrek. Dit is opvallend dat daar geen statistiese verskille tussen behandelings binne enige van die seisoene ten opsigte van die totale basale bedekking voorgekom het nie. Die bedekkingsgemiddeldes het egter van 8,4 persent gedurende 1972–73 tot 13,1 persent gedurende 1976–77 toegeneem. Hierdie toename was klaarblyklik te danke aan die handhawing van 'n hoër eksperimentele bestuurspeil as wat voor die aanvang van die ondersoek op die betrokke terrein gevolg is. Die afwesigheid van interbehandelingsverskille ten opsigte van die totale basale bedekking is 'n positiewe aanduiding dat die verskillende bemestingspeile asook die toegepaste veldbeheerstelsel geen nadelige invloed op die plantegroei van enige individuele behandeling uitgeoefen het nie. Verder is dit duidelik dat veranderinge in spesiesamestelling tussen behandelings (wat wel met verloop van tyd voorgekom het), gekenmerk is deur die proporsionele vervanging van die wat verdwyn het, deur die wat beter by die veranderde edafiese toestande aangepas is.

Die spesiesamestelling is deur die *Eragrostae* oorheers en word vir besprekingsdoeleindes in drie groepe onderverdeel, naamlik (a) *Eragrostis curvula*-spp., (b) *Eragrostis plana* en (c) “ander spesies”.

Die *Eragrostis curvula*-spp. sluit alle verteenwoordigers van *Eragrostis curvula*-tipes, onder meer hoofsaaklik *E. chloromelas* en *E. curvula* cv. Ermelo in, wat volgens Chippindall (1955) weens intermediêre oorgangsvorme nie vir identifikasiedoeleindes grondig van mekaar onderskei kan word nie. Dit was tydens plantopnames inderdaad ook veral op behandeling III, wat met *E. curvula* cv. Ermelo oorgesaai is, moeilik om tussen oorgangsvorme van verskillende *Eragrostis curvula*-verteenwoordigers te onderskei, aangesien bemesting die vegetatiewe voorkoms van hierdie spesies aansienlik gewysig het. Om hierdie rede — benewens die feit dat daar nie kontrolepersele vir dieselfde bemestingspeil was nie — is daar ook nie gepoog om te bepaal in watter mate die toename van *Eragrostis curvula*-spp. op behandeling III aan oorsaaiing en/of bemesting te danke was nie. Die geslaagdheid van die oorsaaiing kon slegs beoordeel word aan die vermoë van *Eragrostis curvula* cv. Ermelo om vroeër as ander *Eragrostis*-spesies in die lente uit te spruit. Volgens fenologiese waarnemings is jaarliks 'n groter aantal *Eragrostis curvula* cv. Ermelo-polle op die persele van behandeling III, veral gedurende die vroeë lente, waargeneem. Daarteenoor is geen polle van die oorgesaaide *Eragrostis*-spp. op die kontrole- en die lig bemeste persele (behandeling II) opgemerk nie.

Uit tabel 22 is dit duidelik dat nie een van die drie bedekkingskomponente tydens die aan- van van die ondersoek enige verskille tussen behandelings getoon het nie. Die opvallendste invloed wat toenemende vlakke van intensivering op basale bedekking uitgeoefen het, is dat *Eragrostis curvula*-spp. reeds vanaf die tweede seisoen van bemesting en beweiding betekenisvol ($P < 0,01$) toegeneem het, terwyl die "ander spesies" feitlik ooreenstemmend afgeneem het. Die verskynsel dat die bedekking van *Eragrostis curvula*-spp. tussen die lig bemeste en matig bemeste behandelings (II en III) reeds vanaf die tweede seisoen betekenisvol verskil het, terwyl beduidende verskille tussen die kontrole- en die lig bemeste persele (behandeling II) eers vanaf die 1975–76-seisoen voorgekom het, kan waarskynlik grotendeels deur die invloed van oorsaaiing op behandeling III verklaar word. Die bedekkingswaardes van *Eragrostis curvula*-spp. van behandeling IV (wat in tabel 22 aangedui word) is nie by die statistiese vergelykings ingesluit nie. Die rede hiervoor is dat die bedekking van behandeling IV hoofsaaklik uit 'n suiwer stand van aangeplante *Eragrostis curvula* cv. Ermelo bestaan het, wat nie vir ontledingsdoeleindes as vergelykbaar met die bedekking van die ander behandelings beskou is nie.

In teenstelling met vorige bevindings (Grunow *et al.*, 1970) het die bedekking van *Eragrostis plana*, die subdominante spesie, nie deur bemestingstoename tussen behandelings in die huidige ondersoek toegeneem nie. Geen statistiese verskille het trouens vir enige seisoen tussen enige van die behandelings ten opsigte van *Eragrostis plana*-bedekking voorgekom nie. 'n Geringe indringing van hierdie spesie het egter op die aangeplante persele van behandeling IV plaasgevind.

Die basale bedekking van die "ander spesies" word hoofsaaklik deur die individuele bydraes van nagenoeg twintig grassoorte en enkele kruide verteenwoordig, waarvan slegs *Heteropogon contortus* en *Trichoneura grandiglumis* 'n gemiddelde basale bedekking van meer as 0,5 persent elk bereik het. Inspeksie van die individuele reaksie van verskillende grassoorte op behandelingseffekte het getoon dat ses spesies, naamlik *Aristida congesta*, *Cynodon dactylon*, *Elionurus muticus* (= *E. argenteus*), *Heteropogon contortus*, *Microchloa caffra* en *Trichoneura grandiglumis* beduidend deur die toediening van bemesting en die gepaardgaande beweidingsintensiteite beïnvloed is. *Cynodon dactylon*, wat 'n dominante indringer op die persele van die hoogbemeste behandeling (IV) was, is statisties oor al vier behandelings vergelyk, waarvan die bedekkingswaardes afsonderlik in tabel 23 aangedui word. Die oorblywende vyf spesies wat betekenisvol deur behandelings beïnvloed is, is nie in behandeling IV verteenwoordig nie en is derhalwe oor drie behandelings vergelyk (tabel 24). Weens die kenmerkende binomiale verspreiding van die basale bedekking deur spesies wat 'n lae verteenwoordigingswaarde (minder as een persent) in plantkundige samestellings het (Rayner, 1967), is 'n hoektransformasie (Stevens, 1953) op die gegewens van tabel 23 en 24 toegepas.

Ontledings van die gegewens van hierdie twee tabelle toon duidelik dat *Cynodon dactylon* die enigste van die ses grassoorte onder bespreking is wat weens bemestingsinkremente beduidend toeneem het. Reeds gedurende die 1973–74-opname het dit geblyk dat *Cynodon dactylon* sodanig op behandeling IV ingedring het dat die bedekking daarvan op die hoogbemeste persele nie van die van die kontrole verskil het nie. Die bedekking van laasgenoemde twee behandelings is egter beduidend ($P < 0,01$) deur die van lig en matig bemeste persele oortref. Gedurende die laaste twee eksperimentele seisoene het slegs behandeling III 'n hoër ($P < 0,05$) *Cynodon*-bedekking as die kontrole gehad, terwyl ander behandelings nie onderling verskil het nie.

Volgens tabel 24 was *Heteropogon contortus* die enigste spesie wat met die aanvangseisoen 'n laer ($P < 0,05$) basale bedekking op beide bemeste behandelings as op die kontrole gehad het. Dit is egter nie duidelik of hierdie verskil aan bemestingsinvloede wat alreeds gedurende die eerste seisoen kon gegeld het, toegeskryf kan word nie, aangesien geen bedekkingsopnames voor die eerste bemestingstoedienings uitgevoer is nie. *Heteropogon contortus* het nietemin slegs vanaf die 1974–75-seisoen op die matig bemeste behandeling (III) 'n beduidend laer ($P < 0,01$) bedekking as die kontrole getoon. Laasgenoemde tendens het hoofsaaklik ook vir *Elionurus muticus*, *Microchloa caffra* en *Trichoneura grandiglumis* gegeld. *Aristida congesta* het egter slegs sedert die 1974–75-seisoen betekenisvolle ($P < 0,05$) bedekkingsafnames van lig na matig bemeste behandelings (II en III) getoon.

5.4 VERBAND TUSSEN CHEMIESE SAMESTELLING VAN DIE GROND EN BASALE BEDEKKING

Volgens die plantkundige ontledings (tabel 22) is dit duidelik dat die basale bedekking van die proefterrein uitsluitlik deur die *Eragrosteae* oorheers word. Voorts was dit opvallend dat die basale bedekking van *Eragrostis curvula* weens bemesting toegeneem het, terwyl die verbetering van die grondvrugbaarheidstatus oënskynlik geen invloed op die bedekking van *Eragrostis plana* uitgeoefen het nie. Weens die feitlik eensydige bydrae van die *Eragrosteae* tot die bedekking en derhalwe die produktiwiteit van die weidings is verdere statistiese hulpmiddels, naamlik faktorontleding en reaksiekrommes, aangewend om vas te stel in watter mate die basale bedekking van die dominante *Eragrostis*-komponente deur die chemiese samestelling van die grond beïnvloed word. Faktorontleding is hoofsaaklik gebruik om vooraf 'n ortogonale skeiding tussen vektore en 'n klassifikasie van onderlinge interafhanklikheid binne vektore van 'n meerveranderlike model te verkry. Die doel is dus om eerstens te bepaal watter chemiese veranderlikes 'n regstreekse invloed op die basale bedekking van die plantkundige komponente uitoefen, en tweedens om vas te stel watter chemiese veranderlikes onafhanklik van die basale bedekking onder die betrokke edafiese toestande varieer. Reaksiekrommes is vervolgens aangewend om die lineêre en kwadratiese neigings tussen twee vooraf geselekteerde onafhanklike chemiese veranderlikes en die basale bedekking van 'n plantkundige komponent as afhanklike veranderlike deur middel van die isokwante van 'n kontoerkaart¹⁾ visueel in drie dimensies voor te stel.

Vir ontledingsdoeleindes is die gegewens van behandeling IV geïgnoreer, aangesien die bedekking daarvan kunsmatig geskep is en dit derhalwe nie uitsluitlik die gevolg van veldbemesting is nie. Die ontledings het deurgaans uit agt veranderlikes met 120 waarnemings elk bestaan deurdat die gegewens van drie behandelings, agt herhalings (kampe) en die vyf eksperimentele seisoene saamgevat is. Standaardisasie van veranderlikes wat in verskillende eenhede gemeet is, is bereik deur faktorontleding op die korrelasiematriks toe te pas, waarna die minimum onafhanklike dimensies wat benodig word om die meeste van die oorspronklike variasie in die gegewens te verantwoord (voor "varimax"-rotasie), deur hoofkomponentontleding bereken is. Die faktormatriks van tabel 25 is saam met die oorspronklike korrelasiematriks (tabel 26) vir interpretasie gebruik.

1) Program geskryf deur P.J. van Rooyen, Landbounavorsingsinstituut, Hoëveldstreek, Potchefstroom.

Tabel 25 toon dat 71,7 persent van die totale variasie deur drie onafhanklike dimensies verklaar word. Faktor 1 verteenwoordig hoofsaaklik veranderlikes wat met die katioonuitruilingskompleks, naamlik magnesium, kalium en kalsium, geassosieer is, asook die elektriese geleidingsvermoë van die grond. Binne hierdie faktor gaan 'n toename van magnesium, kalium en kalsium met 'n afname van die weerstand in die grond gepaard. Faktor 2 bestaan uit die basale bedekking van *Eragrostis curvula*-spp. en die fosforstatus van die grond. Blykens die ontleding veroorsaak dieselfde gemeenskaplike stimulus wat vir die toename van fosfor in die grond verantwoordelik is, dat daar 'n toename van die basale bedekking van *Eragrostis curvula*-spp. plaasvind. Aangesien fosfor en stikstof in 'n vaste verhouding maar teen verskillende peile toegedien is, kan die toename van *Eragrostis curvula*-bedekking waarskynlik ewe goed aan die gekombineerde invloed van stikstof- en fosforbemesting as aan die fosforstatus van die grond *per se* toegeskryf word. Die relatief hoë faktorladings wat die weerstand van die grond met beide faktor 1 en 2 gemeen het, dui moontlik daarop dat die toename van fosfor in die grond (en gevolglik 'n toename van die *Eragrostis curvula*-bedekking), met 'n afname van die weerstand saamhang; wat weer deur 'n geringe toename van hoofsaaklik kalium en magnesium weerspieël word. Die basale bedekking van *Eragrostis plana* en die pH van die grond is met faktor 3 geassosieer, wat onafhanklik van die veranderlikes wat by faktore 1 en 2 betrokke is, varieer. Die verband van *Eragrostis plana* met faktor 3 bevestig die resultate van tabel 22, naamlik dat stikstof en fosforbemesting geen rol by die faktore speel wat die basale bedekking van *Eragrostis plana* in die betrokke lokaliteit bepaal nie, maar dat ander edafiese faktore daarvoor verantwoordelik is. Hoewel pH saam met *Eragrostis plana* onder faktor 3 ressorteer, is die korrelasie ($r = 0,104$) besonder laag. Dit is gevolglik riskant om te aanvaar dat pH 'n regstreekse oorsaak van die *Eragrostis plana*-toename of -afname is. Aangesien ander edafiese faktore, soos byvoorbeeld die fisiese toestand van die grond, nie bepaal is nie, mag dit wel moontlik wees dat die bedekking van *Eragrostis plana* hoofsaaklik deur die fisiese toestand (kleigehalte) van die grond beïnvloed word en dat pH onregstreeks as gevolg daarvan saam met die basale bedekking van *Eragrostis plana* varieer.

By die samestelling van 'n reaksiekromme met die basale bedekking van *Eragrostis curvula* as afhanklike veranderlike (Y) is eerstens fosfor as die belangrikste onafhanklike veranderlike (X) (uit faktor 2) en magnesium (met die hoogste faktorlading) uit faktor 1 as die naasbelangrikste onafhanklike veranderlike (Z) in figuur 4 voorgestel.

Blykens figuur 4 is slegs 'n betekenisvolle ($P < 0,01$) kwadratiese verband tussen die basale bedekking van *Eragrostis curvula* en die fosforinhoud van die grond gevind. Binne die gebied van waargenome waardes het die magnesiuminhoud van die grond geen invloed op die basale bedekking van *Eragrostis curvula* of die fosforstatus van die grond uitgeoefen nie. Volgens

die kontoere van figuur 4 het *Eragrostis curvula* 'n maksimum basale bedekking bo 18 dpm fosfor bereik ongeag die magnesiuminhoud van die grond. Aangesien faktorontleding aandui het dat magnesium nou met die ander veranderlikes van faktor 1 saamhang en dat hulle as 'n groep varieer, is aanvaar dat regressieontledings met die oorblywende veranderlikes van faktor 1 soortgelyke reaksiekrommes sou oplewer.

Die voorgaande ontleding is vervolgens met 'n vergelyking van die invloed van pH (uit faktor 3) en fosfor op die basale bedekking van *Eragrostis curvula* opgevolg. 'n Betekenisvolle ($P < 0,01$) regressiepassing is hiervoor gevind, en die kontoerkaart van die reaksiekromme word in figuur 5 voorgestel. In hierdie geval is dit duidelik dat pH benewens op die fosforinhoud van die grond ook 'n belangrike invloed op die basale bedekking van *Eragrostis*-spp. uitoefen. Die hoogste basale bedekking word by 'n hoë omvang van die fosforstatus en 'n lae pH-waarde van die grond aangetref. By 'n hoë fosforstatus lei 'n toename van die pH tot 'n afname van die *Eragrostis curvula*-bedekking. Aan die ander kant blyk dit insgelyks dat die bedekking 'n afname toon wanneer beide die pH en die fosforstatus van die grond laag is.

Ontledings van die invloed van die chemiese eienskappe van die grond wat onafhanklik van die *Eragrostis plana*-bedekking en die pH van die grond varieer, is volgens die voorgaande prosedure herhaal. Geen betekenisvolle regressiepassing kon vir die vergelyking van die gekombineerde invloed van magnesium (faktor 1) en pH op die basale bedekking van *Eragrostis plana* gevind word nie. Die reaksiekromme hiervoor is derhalwe nie bereken nie. Die gekombineerde invloed van fosfor (faktor 2) en pH het daarenteen egter wel 'n betekenisvolle regressiepassing opgelewer. Die reaksiekromme word in figuur 6 aangetoon.

Die kontoerkaart (figuur 6) toon dat die basale bedekking van *Eragrostis plana* 'n maksimum-waarde by 'n lae pH en 'n hoë fosforstatus van die grond bereik. Die *Eragrostis plana*-bedekking is egter opvallend die laagste by 'n pH bo ongeveer 5,8 en nagenoeg 6 tot 25 dpm fosfor in die grond.

5.5 PLANTMATERIAALPRODUKSIE EN -BESKIKBAARHEID

Ten einde die welslae van radikale veldverbetering as intensiveringsmaatreël op primêre plantproduksie te beoordeel en die biologiese reaksie van die afhanklike herkouers objektief te evalueer is die beskikbaarheid van plantmateriaal vir beweiding as kwantitatiewe parameter aangewend. Hierdie norm is deurgaans as prestasiemaatstaf vir primêre produksie per oppervlakte-eenheid en sekondêre produksie per diere-eenheid benut. As dit vanuit 'n biologiese oogpunt beskou word, moet egter in gedagte gehou word dat die beskikbaarheid van plantmateriaal wat deur 'n meganiese snymetode bepaal word, in werklikheid die relatiewe beskikbaarheid van die beweibare plantegroei bo 'n bepaalde ontblaringshoogte verteenwoordig — wat nie noodwendig die weihoogte van die herkouer is nie (Castle, 1951). Die toepassing van hierdie norm kan derhalwe lei tot 'n onder- maar meestal 'n oorskatting van die werklike hoeveelheid plantmateriaal wat normaalweg deur beweiers onder 'n bepaalde veeladingsregime verwyder word. Die snyhoogte tydens produksiebepalings was egter redelik na aan die gemiddelde weihoogte, sodat hierdie potensiële fout na verwagting nie 'n wesenlike onakkuraatheid meegebring het nie.

5.5.1 Beskikbare plantmateriaal per hektaar

5.5.1.1 Daaglikse beskikbaarheid

Die behandelingsgemiddeldes vir die daaglikse beskikbaarheid van vars plantmateriaal, droë plantmateriaal en plantvog word in tabel 27 verstrekk. Die term “beskikbare plantvog” word in tabel 27 en die verdere besprekings gebruik om die voginhoud van die vars plantmateriaal in terme van massa per eenheid oppervlakte voor te stel. Dit moet derhalwe onderskei word van die voggehalte van die plantmateriaal wat as 'n persentasie van die vars plantmateriaal uitgedruk word.

Die gegewens van tabel 27 is volgens 'n bloklose ontwerp ontleed en toon dat bemesting gedurende die aanvangseisoen (1972–73) geen statisties betekenisvolle invloed op die daaglikse beskikbaarheid van die plantmateriaal uitgeoefen het nie. Gedurende die daaropvolgende seisoene het die verskille tussen behandelings aansienlik toegeneem, sodat daar daaglik nagenoeg dubbel soveel plantmateriaal op die intensiefste behandeling (IV) as op die kontrole vir beweiding beskikbaar was. Insgelyks het daar oor die jare, van 1972–73 tot 1976–77, ongeveer 'n viervoudige toename van die behandelingsgemiddeldes voorgekom.

Toenames van 50 kg N/ha en 15 kg P/ha tussen behandelings (I en II, II en III, en III en IV) het binne seisoene statisties uiteenlopende neigings vir vars en droë plantmateriaal onderskeidelik getoon. Hierdie afwykings kan hoofsaaklik aan die voginhoud van die plantmateriaal toegeskryf word. In alle gevalle het bemestingstoenames van minstens 100 kg N/ha en 30 kg P/ha egter, met uitsondering van die aanvangseisoen, tot hoogs beduidende ($P < 0,01$) toenames in die beskikbaarheid van vars en droë materiaal gelei.

Die gemiddelde voggehalte van die plantmateriaal as 'n persentasie van die vars plantopbrengste tydens ontblaring word in tabel 28 vir die vyf agtereenvolgende eksperimentele seisoene verstrekk. Die seisoensgemiddeldes vir al vier proefbehandelings was van 1972–73 tot 1976–77 onderskeidelik 44,8; 55,7; 53,8; 55,2 en 51,7 persent. Hierdie gemiddeldes het hoofsaaklik die jaarlikse tendens van effektiewe reënvalverspreiding gevolg en was nie so seer aan totale reënval gekoppel nie. Dit is opvallend dat die gemiddelde voginhoud van die plantmateriaal nie statisties tussen behandelings gedurende die seisoene met die laagste (1972–73) en die hoogste reënval (1975–76) verskil het nie. Gedurende 1973–74 en 1974–75 was daar geen onderlinge vogverskille tussen die behandelings wat bemest is nie, maar die voginhoud van die plantmateriaal op al drie die bemeste behandelings was wel beduidend hoër ($P < 0,01$) as die van die plantmateriaal op die kontrolebehandeling. Tydens die ietwat droër toestande wat gedurende die laaste proefseisoene (1976–77) geheers het, was daar geen verskil in die voggehalte van die plantmateriaal op die kontrole en die lig bemeste behandeling (II) enersyds en die matig en hoogbemeste behandeling (III en IV) andersyds nie. Die voggehalte van die gras op laasgenoemde twee behandelings het egter die van die eersgenoemde twee behandelings statisties beduidend ($P < 0,01$) oortref.

Uit die voorgaande bespreking is dit duidelik dat bemesting en die gepaardgaande toename in die hersirkulering van voedingstowwe onder beweidingstoestande nie alleenlik jaarliks toenemende droëmateriaalproduksie gestimuleer het nie maar dat dit onder toestande van matige reënval die beskikbare vog aansienlik beter benut en in die plantmateriaal behou het as in gevalle waar geen of slegs 'n lae bemestingspeil toegedien is.

5.5.1.2 Kumulatiewe seisoens beskikbaarheid van plantmateriaal

Deur die gemiddelde daaglikse beskikbare plantmateriaal vir elk van die eksperimentele seisoene volgens hulle onderskeie weidare te akkumuleer kan 'n redelik realistiese beeld van die totale seisoensplantopbrengste gevorm word. Die kumulatiewe droëmateriaal- en plantvogopbrengste van die verskillende proefbehandelings word in figuur 7 volgens hierdie kriterium vir die vyf eksperimentele seisoene grafies uitgebeeld.

Figuur 7 toon dat die plantmateriaalopbrengste jaarliks feitlik by alle behandelings van 1972–73 tot 1976–77 feitlik ewe veel toegeneem het. Dit is veral opvallend dat die kontrole besonder goed gepresteer het, aangesien die totale beskikbare plantopbrengs van 2,7 t/ha gedurende die eerste seisoen tot 8,2 t/ha gedurende die vyfde seisoen vermeerder het. Op die kontrole, waar slegs 'n verbeterde veldbestuurstelsel met vinnige rotasiebeweiding toegepas is, is dus na vyf seisoene 'n drievoudige opbrengsvermeerdering bereik.

Die droëmateriaalopbrengs op die hoogbemeste behandeling (IV) was jaarliks (met uitsondering van die 1973–74-seisoen) ongeveer dubbel so hoog as die van die kontrole. Die feit dat toenemende vlakke van intensivering gedurende 1974–75 kleiner toenames – en in die geval van behandeling IV 'n laer opbrengs – as die voorafgaande seisoen getoon het, kan waarskynlik deels aan 'n wisselwerking tussen klimaat en weidruk toegeskryf word. Die koel, bewolkte en winderige toestande waartydens minimum grastemperature beduidend laer as ander seisoene gedaal het, het waarskynlik enersyds 'n relatief vertragende uitwerking op groei gehad. Andersyds is dit in die Bethlehemomgewing bekend dat 'n swak reënvalverspreiding gedurende die lente en vroeë somer die totale opbrengs van *Eragrostis curvula*, ongeag gunstiger somerreëns, benadeel. Hierbenewens het die fase 1-stelsel van veldbeheer daartoe gelei dat die weidruk, met 'n toename van intensivering, aansienlik toegeneem het. Die ooreenstemmende toename van ontblaringsintensiteit kon derhalwe tot 'n verdere stremming van produksie gedurende die 1974–75-seisoen gelei het.

Blykens figuur 7 is dit nietemin opvallend dat die beskikbare droë plantmateriaal op die hoogbemeste behandeling na 'n tydperk van vyf seisoene ongeveer sewe keer so hoog as die oorspronklike veldopbrengs tydens die aanvang van die ondersoek was.

Die trapsgewyse toename in opbrengs wat jaarliks by alle behandelings met 'n gelyke maar proporsioneel toenemende vermeerdering voorgekom het, reflekteer waarskynlik 'n ooreenstemmende versnelling van grondvrugbaarheidstoestande wat deur verskillende bemestings-toenames en die hersirkulering van voedingstowwe teweeggebring is. In hierdie verband is dit belangrik dat die droëmateriaalopbrengs wat na vyf seisoene op die kontrole bereik is, die opbrengs van die lig bemeste behandeling (II) gedurende die vierde seisoen en die swaar bemeste behandeling (IV) gedurende die derde seisoen oortref het. Verder blyk dit dat die opbrengs van die matig bemeste behandeling (III) gedurende 1975–76 ook nie die kontrole-opbrengs van 1976–77 betekenisvol oortref het nie.

Uit die voorgaande kan op grond van die proefgegewens geredeneer word dat veldbemesting onder beweidingstoestande in die betrokke grond-klimaat-situasie nie die moeite en onkoste

regverdig nie, aangesien dieselfde resultaat met verloop van tyd, namate die grondvrugbaarheid verbeter, sonder bemesting bereik kan word. As voorbehoud moet 'n opbrengsmikpunt van nagenoeg agt ton beskikbare droë materiaal egter gekwalifiseer word. Ofskoon bykans 'n reglynige opbrengstoename tot en met die vyfde eksperimentele seisoen by alle behandelings voorgekom het, sal die opbrengsreaksie vir elk van die behandelings na verwagting by die betrokke vlakke wat gedurende die vyfde seisoen bereik is, begin afplat. Die nodige eksperimentele bewyse bestaan egter nie om hierdie stelling met sekerheid neer te lê nie. Indien nagenoeg agt ton droëmateriaal wel die maksimum beskikbare opbrengs van onbemeste weiding sou verteenwoordig, moet dit egter nie uit die oog verloor word dat bykans dubbel soveel deur die intensiefste behandeling (IV) gerealiseer kan word nie.

Die rol wat reënval as omgewingsparameter vervul het om seisoensopbrengstoenames teweeg te bring, verdien besondere aandag, aangesien die opvatting algemeen gehuldig word dat seisoensreënval (en die beskikbaarheid van grondvog) die primêre produksiebeperkende faktore is wat weiveldopbrengste bepaal (*vide* Grunow *et al.*, 1970; Edwards & Booysen, 1972).

Uit tabel 12 blyk dit dat die totale reënval van September tot en met die afsluiting van die onderskeie proefperiodes gedurende 1972–73 tot 1976–77 respektiewelik 517, 621, 723, 857 en 654 mm beloop het. Die droëmateriaalopbrengste weerspieël egter nie die afname in reënval wat gedurende die 1976–77-seisoen voorgekom nie. Plantopbrengste het in teenstelling met reënval elke agtereenvolgende seisoen, tot en met die 1976–77-seisoen, 'n toename getoon. Indien aanvaar word dat die totale voginhoud van die beskikbare vars plantmateriaal (figuur 7) 'n indirekte maatstaf vir die beskikbare grondvog is, blyk dit uit tabel 29 dat daar geen duidelike verband tussen die toename van droëmateriaalproduksie en die voginhoud van die plantmateriaal vir die agtereenvolgende seisoene bestaan nie.

Die verskil tussen die beskikbare droë plantmateriaal en die plantvog per hektaar as 'n persentasie van eersgenoemde toon egter wel 'n redelike ooreenkoms met reënvalverspreiding (tabel 30). Blykens figuur 3 was daar 7, 14, 9, 14 en 6 okkupasieperiodes gedurende die vyf agtereenvolgende eksperimentele seisoene waartydens 'n reënval van meer as 20 mm voorgekom het. Uit tabel 30 kan afgelei word dat die vogopbrengs per hektaar gedurende 1973–74 en 1975–76 (waartydens 'n gunstige reënvalverspreiding voorgekom het) die droëmateriaalopbrengs op behandelings II, III en IV met 35 tot 49 persent oortref het. Weens die swakker reënvalverspreiding van 1972–73, 1974–75 en 1976–77 was die voginhoud van die plantmateriaal op die kontrole en die lig bemeste persele (II) laer as die droëmateriaalinhoud van die plante, maar dit het nietemin met elke intensiveringsinkrement in verhouding met die

droëmateriaalopbrengs toegeneem. Ofskoon die vogopbrengs gedurende seisoene met 'n gunstige reënvalverspreiding laer as dié gedurende ongunstige seisoene was, het dit die droë materiaalopbrengs nogtans by behandelings III en IV met minstens 24 persent oortref.

Uit die voorgaande is dit duidelik dat die plantvog in ooreenstemming met reënvalverspreiding gevarieer het maar dat droëmateriaalproduksie ongeag reënval jaarliks 'n stabiele opbrengsvermeerdering getoon het. Dit wil derhalwe voorkom asof die jaarlikse toename in droëmateriaal per oppervlakte-eenheid hoofsaaklik aan die verbetering van grondvrugbaarheid deur die hersirkulasie van voedingstowwe en die akkumulasie van minerale stikstof asook die toename van *Eragrostis*-spp. in die weidings toegeskryf kan word. Hieruit volg dit dat grondvrugbaarheid onder die proefomstandighede waarskynlik 'n belangriker produksiebeperkende rol as vog gespeel het. Die plantegroei van hoogbemeste persele (100 en 150 kg N/ha) het nietemin weens hulle versnelde metabolisme meer vog uit die grondprofiel onttrek as wat in die geval van onbemeste plante voorgekom het, en dit het tot 'n beter benutting van reënval en beskikbare grondvog gelei.

5.5.1.3 Hooibewaring

Gedurende fase 1 van die ondersoek is die ewewig tussen die voedingsbehoefte van die proefdiere en die voervoorsiening van die weiding deur middel van periodieke hooisnyls gereguleer. Die gemiddelde lugdroë hooiopbrengste wat met ongeveer twee snyls per seisoen van die proefpersele verwyder is, word in tabel 31a aangetoon.

Die gegewens is nie statisties ontleed nie, aangesien die persele volgens behoefte en oordeel gesny is en gevolglik nie chronologies vergelykbaar is nie.

Eragrostis curvula cv. Ermelo wat gedurende November 1972 op die persele van die hoogste intensiveringsvlak (behandeling IV) gevestig is, het met 'n eenmalige hooisnyseel aan die einde van die seisoen gemiddeld 2 653 kg/ha opgelewer.

Gedurende die drie seisoene wat die fase 1-bestuursmetode toegepas is, is gemiddeld 607, 870, 1 181 en 2 906 kg lugdroë hooi van behandelings I tot IV respektiewelik verwyder. Die verwydering van plantmateriaal volgens hierdie stelsel het nagenoeg 12 tot 21 persent van die beskikbare droëmateriaal op die kontrolebehandeling en 33 tot 37 persent op behandeling IV beloop (tabel 31b).

Hierdie stelsel het proefondervindelik lomp, subjektief en verkwistend geblyk te wees. Die hooimaakproses is weens wispelturige weersomstandighede dikwels deur los donderbuie veryd, sodat groot hoeveelhede hoëgraadse hooi daardeur verlore gegaan het. Die wenslikheid van hierdie metode om in die praktyk 'n volle benutting van duur weidings te verkry moet omsigtig teenoor die risiko van hooiverliese en die finansiële aspekte van meganisasie opgeveeg word. As alternatief kan deur die gebruik van 'n opvolgkudde waarskynlik beter resultate behaal word. Dit sal enersyds tot 'n verdere opbouing van die grondvrugbaarheid van die weiding lei en andersyds die benodigde grondoppervlakte as 'n persentasie van die totale plaasgrootte vir ander kuddes verminder.

Ondervinding wat verder uit die fase 1-stelsel voortgespruit het, is dat die optimale hooisny stadium — volgens verwagting — moailik met beweiding in 'n vaste rotasiestelsel gekoördineer kan word. Meganiese ontblaring lei uiteraard tot groot en ongewenste weidrukvariasie. Indien hooibewaring 'n belangrike faset van wintervoeding uitmaak, is dit wensliker om die rotasie tussen minder kampe te verdeel en enkele kampe totaal vir die hooibewaringsdoelwit af te sonder as om hooisny op alle kampe met beweiding te integreer.

5.5.2 Beskikbare plantmateriaal per dier

Die gemiddelde daaglikse beskikbare plantmateriaal per diere-eenheid (die resiprook van weidruk) word in tabel 32 verstrek. 'n Duidelike beeld van die welslae wat met die fase 1- en fase 2-tegniek van weidrukbeheer behaal is om die voedingsbehoefte van die diere met die voedselvoorsiening in ewewig te hou, word deur hierdie gegewens weerspieël.

Volgens die variasie tussen individuele waarnemings was die weidruk (tussen sowel as binne behandelings) gedurende fase 1 (1972–73 tot 1974–75) besonder onbestendig en wisselvallig. Die onderliggende rede hiervoor is eerstens in die subjektiwiteit van 'n visuele weidingsbeoordeling geleë. Tweedens het dit ook 'n regstreekse verband gehad met die besluitneming om 'n hooisnyproses finansiël te regverdig. 'n Voorvereiste vir 'n snyse was dat die onbenutte plantmateriaal minstens sodanig moes uitgroeï dat die gras nie die saad stadium bereik nie en dat genoeg plantmateriaal beskikbaar is om die snykoste te dek.

Weens die differensiële groeitempoverskille tussen behandelings het die voormelde vereistes onwillekeurig daartoe gelei dat die bemeste persele by meer geleenthede as die kontrole gesny is. Die weidruk op die kontrole was derhalwe gedurende fase 1 deurgaans beduidend laer as op die drie bemeste behandelings. Die beskikbaarheid van vars plantmateriaal per 100 kg liggaamsmassa tussen die lig, matig en swaar bemeste behandelings (II, III en IV) het egter nie onderling beduidend verskil nie.

Die beskikbaarheid van droëmateriaal per dier het gedurende fase 1 nagenoeg dieselfde tendens as die beskikbaarheid van varsmateriaal getoon, maar gedurende 1974–75 was die beskikbaarheid van droëmateriaal op behandeling IV ook beduidend ($P < 0,05$) laer as die van behandeling II.

Tydens fase 2 is, binne perke van normale veldbestuur, uitmuntend daarin geslaag om die weidruk tussen behandelings redelik konstant en vergelykbaar te hou. Aangesien weidruk volgens die varsmateriaalopbrengste gereguleer is, het die gemiddelde beskikbaarheid van vars plantmateriaal per 100 kg liggaamsmassa met minder as vyf persent tussen behandelings verskil. Hierdie afwyking is vir beide die 1975–76- en 1976–77-seisoene statisties onbeduidend.

Die toename in die voginhoud van die plantmateriaal as gevolg van toenemende bemestingsinkremente is by weiveldbestuur egter 'n faktor waarmee terdeë rekening gehou moet word indien 'n bepaalde vlak van droëmateriaalbeskikbaarheid per dier 'n vooropgestelde doelwit is. Hiervoor moet die reënval en beskikbare grondvog van 'n betrokke seisoen vir 'n moontlike wisselwerking in ag geneem word. 'n Sprekende voorbeeld van so 'n wisselwerking het tussen die twee agtereenvolgende seisoene van fase 2 voorgekom. Met die gunstige toestande van 1975–76, waartydens geen verskille in plantvog tussen behandelings voorgekom het nie, het die beskikbaarheid van droëmateriaal tussen behandelings ook nie beduidend verskil nie. Hierdie situasie het egter nie vir die droër toestande van 1976–77 gegeld nie. Tabel 32 toon dat hoewel daar nagenoeg vyf persent meer varsmateriaal op die hoogbemeste behandeling (IV) as op die kontrole per dier beskikbaar was, die voginhoud van die plantmateriaal tussen behandelings sodanig verskil het dat daar, in teenstelling daarmee, ongeveer 11 persent meer droëmateriaal op die kontrole as op behandeling IV beskikbaar was. Ofskoon laasgenoemde verskil statisties betekenisvol ($P < 0,01$) is, kan aanvaar word dat dit waarskynlik prakties nie tot beduidende diereprestasierverskille sou lei nie.

5.6 VOEDINGSWAARDE VAN DIE PLANTMATERIAAL

Afgesien van 'n kwantiteitsvermeerdering is 'n kwaliteitsverbetering van die beskikbare plantmateriaal 'n belangrike oogmerk van weidingsintensivering. Dit is welbekend dat die voedingswaarde van weidingsgewasse na gelang van die komplekse wisselwerking tussen abiotiese omgewingsfaktore, fisiese en chemiese eienskappe van die grond, bemestingspeile, bronne en tye van toediening, intensiteit van ontblaring en die tempo van die hersirkulasie van voedingstowwe in die weidingsstelsel aansienlik varieer (Ward, 1959; Holmes 1962, 1968; Whitehead, 1970). Hoewel die kwaliteit van weidings in terme van ruproteïen feitlik sonder uitsondering deur stikstof en fosforbemesting verbeter word, kan 'n latente tekort of 'n geïnduseerde wanbalans van sekere ander essensiële voedingselemente tot 'n stremming van diereproduksie of selfs ernstige metaboliese afwykings lei (Heard, 1971; Noller & Rhykerd, 1974; Reid & Jung, 1974).

Omvattende literatuurondersoeke van die tegnieke betrokke by die kritiese evaluering van die chemiese samestelling en voedingswaarde van bemeste weidings vir diereproduksie is onlangs deur Ludlow (1976), asook Minson *et al.* (1976) gepubliseer. Volgens hierdie werke bestaan daar alreeds voldoende bewyse dat herkouers plantmateriaal met 'n veel hoër voedingswaarde selekteer as wat deur sogenaamde verteenwoordigende grypmonsters wat met die hand versamel is, weerspieël word. Chemiese ontledings van handversamelde grypmonsters is egter, as alternatief vir monsters wat deur gefistuleerde diere ingewin is, 'n redelik akkurate arbeidsbesparende hulpmiddel om die voedingswaarde van weidings te beraam en moontlike wanbalanse te identifiseer. Die chemiese ontledings moet in die lig hiervan derhalwe hoofsaaklik as 'n kwalitatiewe maatstaf beskou word wat vergelykende behandelingsverskille demonstreer, aangesien die aanvaarbaarheid van die plantmateriaal vir die dier nie daardeur ontbloot word nie. Insgelyks is dit moontlik dat een of meer van die chemiese komponente wat nie by 'n voorgenome ontleding ingesluit is nie, wel as 'n produksiebeperkende faktor by diereprestasie mag optree.

Die ontledings wat gedurende die ondersoek uitgevoer is, het slegs die belangrikste voedings-elemente, naamlik totale stikstof, fosfor, kalium, kalsium, magnesium en ruwesel, ingesluit. Die relatiewe invloed van die proefbehandelings op die konsentrasie van elk van hierdie voedingsstowwe in die plantmateriaal asook die veranderinge in die verhoudings tussen die voedingsstowwe is onderling tussen proefbehandelings vergelyk. Die oënskynlike voedingswaarde van die plantmateriaal is vervolgens ook teen die voedingsbehoefte van lakterende melkkoeie opgeweeg.

Ten einde 'n aanduiding van die energiewaarde van die plantmateriaal uit die beskikbare ontledings te verky is Glover, Duthie en Dougall (1960) se regressieverwantskap aangewend om die persentasie TVV (Y) in die plantmonsters vanaf die ruproteïen- (X₁) en ruveselpersentasies (X₂) te bereken. Hierdie regressievergelyking is uit ontledings van meer as 1 300 voersoorte saamgestel. Die empiriese formule daarvan is soos volg:

$$Y = 75,1 + 6,0 \log X_1 - 0,75 X_2$$

Weens die lineêre verwantskap tussen TVV en verteerbare energie (VE) (Blaxter & Boyne, 1978) is die TVV-waardes wat met behulp van bogenoemde regressie bereken is, na VE omgesit, wat tans algemener gebruik word om die energiesamestelling van voere te beskryf. Hiervoor is aanvaar dat 1 kg TVV nagenoeg 18,4 megajoule VE/kg droëmateriaal (18,4 MJVE/kg) verteenwoordig (Van der Merwe, 1977).

5.6.1 Chemiese samestelling van die plantmateriaal

Die chemiese samestelling van die grypmonsters van die plantmateriaal wat gedurende opbrengsbepalings op die vier proefbehandelings gesny is, word in tabel 33 verstrekk. Die gemiddelde behandelingsinvloed (1973–74 tot 1976–77) as 'n relatiewe persentasie van die kontrolegemiddeldes (kontrole = 100 persent) word verder grafies in figuur 8 uitgebeeld.

Hieruit kan afgelei word dat toenemende vlakke van intensivering nie noodwendig op al die behandelings met 'n ooreenkomstige verbetering van die voedingswaarde gepaard gaan nie; intendeel daar kan uit die gegewens van figuur 8 aanvaar word dat die voedingswaarde van die plantmateriaal op veld wat met 100 kg N/ha en 30 kg P/ha bemes is, 'n optimum onder die proefomstandighede bereik het. Figuur 8 toon dat die eerste vlak van intensivering, naamlik veld wat met 50 kg N/ha en 15 kg P/ha bemes is, die stikstof-, fosfor- en kaliuminhoud van die plantmateriaal met gemiddeld 24 tot 28 persent laat toeneem het, terwyl kalsium en magnesium respektiewelik met 8 en 16 persent toegeneem het. 'n Verdubbeling van die bemesting het 'n addisionele toename van 14, 10 en 12 persent vir stikstof, fosfor en kalium onderskeidelik tot gevolg gehad, terwyl kalsium en magnesium dienoooreenkomstig onderskeidelik met 3 en 6 persent toegeneem het. Hierdie toename was egter vir stikstof slegs gedurende 1976–77 ($P < 0,05$) en vir fosfor van 1974–75 tot 1976–77 ($P < 0,01$) statisties beduidend. Die toediening van 150 kg N/ha en 15 kg P/ha het die N-inhoud van die plantmateriaal met nog 'n verdere (maar statisties onbeduidende) sewe persent laat toeneem, terwyl fosfor en kalium albei onbeduidende afnames getoon het. Kalsium het egter by die hoogste vlak van intensivering drasties ($P < 0,01$) tot ongeveer 6 persent benede die gemiddelde van die kontrolebehandeling gedaal.

Die ruvesel het slegs 'n geringe afname as gevolg van bemestingsinkremente getoon, wat nagenoeg 3 persent laer as die kontrole by behandeling III was. Die omvang van die behandelingsinvloed op VE was selfs kleiner, aangesien dit by behandeling III die kontrole met slegs 2,8 persent oortref het. Vir alle praktiese doeleindes het VE as energiemaatstaf derhalwe nie wesentlik tussen behandelings verskil nie.

Aangesien dit algemeen aanvaar word dat daar by lakterende melkkoeie naastenby 'n lineêre verband tussen weidingsinname en liggaamsmassa bestaan (Broster, 1972), is die konsentrasie van die voedingstowwe in die plantmateriaal 'n belangrike maatstaf vir die voedingswaarde daarvan. Met bemesting kon daar volgens tabel 33 daarin geslaag word om die konsentrasie van alle voedingstowwe in 'n redelike mate te verhoog maar nie in alle gevalle tot die minimum behoeftes van lakterende diere volgens die moderne voedingstandaarde van die ARC (Agricultural Research Council, 1965) en die NRC (National Research Council, 1971) nie.

Die minimum stikstofinhoud van die plantmateriaal behoort volgens die ARC nagenoeg 1,4 persent te oortref om 'n positiewe stikstofbalans van die rumenorganismes by herkouters te handhaaf. Hoog produserende diere vereis egter nagenoeg 2,1 persent stikstof (13 persent ruproteïen) in die plantmateriaal vir optimum produksie (Holmes 1968, Whitehead, 1970). Tabel 33 toon dat die gemiddelde stikstofgehalte van die plantmateriaal op die proefpersele van behandelings III en IV deurgaans hoër as 1,4 persent was. Weens die selektiewe weigewoontes van herkouters kan aanvaar word dat die proefdiere meestal plantmateriaal met 'n hoër stikstofgehalte as die betrokke tabelwaardes op die verskillende behandelings geselekteer het. Hoewel nie voldoende nie was die proteïensamestelling van die plantmateriaal op behandelings III en IV waarskynlik nie die mees beperkende faktor vir diereproduksie nie.

Die NRC (1971) beveel 'n fosfor- en kalsiuminhoud van onderskeidelik 0,35 en 0,47 persent in die voersamestelling van koeie met 'n produksie van 20 tot 30 kg per dag aan. By hoogbemeste behandelings het die plantmateriaal ongeveer die helfte van die aanbevole fosforinhoud en nagenoeg 70 persent van die vereiste kalsiuminhoud bereik. Ten einde die welbekende tekortsimptome van fosfor en kalsium te oorbrug, is gelyke hoeveelhede dikalsiumfosfaat en sout (NaCl) deurgaans *ad lib.* aan die proefdiere beskikbaar gestel. Heard (1971) beweer egter dat die maksimum hoeveelheid dikalsiumfosfaat wat 'n melkkoei in die vorm van 'n aanvulling kan inneem, ongeveer 56 g/dag is. 'n Weiding wat minder as 0,3 persent fosfor in die droëmateriaal bevat, kan gevolglik, ongeag 'n ruim aanvulling van dikalsiumfosfaat, tot 'n negatiewe fosforbalans by melkkoeie lei, terwyl plantmateriaal met minder as 0,2 persent fosfor 'n akute tekort aan fosfor kan veroorsaak.

Ofskoon geen kliniese gevalle van 'n fosforgebrek by die proefdiere voorgekom het nie, was 'n potensiële fosfortekort waarskynlik een van die belangrikste produksiebeperkende faktore onder die proefomstandighede. Dit moet egter in aanmerking geneem word dat die proefdiere moontlik gedurende die wintervoedingsperiode voldoende fosforreserwes opgebou het om hulle teen ernstige tekorte gedurende die produksiefase te vrywaar. Little (1968) wys ook daarop dat die doeltreffendheid van voedselbenutting en diereprestasie onder weidingstoestande met betrekking tot hulle fosforbehoefte soms meer van die fosforbalans van die diere as die intrinsieke fosforgehalte van die voerbron afhanklik is.

Die kalsiumbehoefte van diere is nou gekoppel aan die fosforinname. Volgens Hignett en Hignett (1951, 1952) kan 'n marginale fosforinname die vrugbaarheid van koeie beduidend verlaag indien dit met 'n hoë kalsiuminname gepaard gaan. 'n Wye kalsium-fosforverhouding kan melkkoors veroorsaak. Outoriteite beveel 'n optimum Ca:P-verhouding van 1,3:1 tot 1,5:1 in voere aan (NRC, 1971). Volgens Bredon (1976) reguleer melkkoeie hulle liggaamsreserwes binne 'n Ca:P-omvang van 3:1 en 1:1 sonder dat vrugbaarheid ernstig benadeel word. Die gemiddelde Ca:P-verhouding van die plantmateriaal het op al die behandelings binne die omvang van 2,4:1 en 1,5:1 voorgekom (tabel 32), wat ook binne die algemene veiligheids-grense is wat deur Heard (1971) voorgestel word. Toenemende peile van bemesting het 'n beduidende neiging ($P < 0,01$) getoon om die Ca:P-verhouding van 2,4:1 na die gewenste verhouding van 1,5:1 te vernou.

Ofskoon kalium nie as 'n misstof toegedien is nie, het die K-inhoud van die plantmateriaal beduidend ($P < 0,01$) met 'n toename van intensivering vermeerder. Hierdie verskynsel is alreeds deur verskeie outeurs in die literatuur weergegee. (Reid & Jung, 1974) meld:

.... "The general conclusion, in relation to the effects of N, seems to be that nitrogen application increases herbage potassium content where there is an adequate supply of potassium in the soil; where there is a deficiency, nitrogen application reduces potassium content"

Talle studies het voorts ook bewys dat gereelde hooisnysele van bemeste gras tot 'n kaliumuitputting van die grond kan lei. Die teenoorgestelde neiging vind egter onder beweidingstoestande plaas, aangesien die deponering van mis en urine oor 'n bepaalde tydverloop 'n kaliumakkumulاسie in gronde veroorsaak. Die verhoogde K-status van die grond word dan weer in die blaarontledings van die plantmateriaal weerspieël (Holmes, 1968; Brockman, Shaw & Wolton, 1970; Whitehead, 1970; Mott, 1974; Reid & Jung, 1974).

Die kaliumbehoefte van 'n lakterende melkkoei kan bevredig word indien die voedingsrantsoen ongeveer 0,7 persent kalium bevat. 'n Melkkoei se kaliumbehoefte oorskry egter nie 0,86 persent nie (Dennis & Hemkin, 1978). Volgens die chemiese ontledings (tabel 33) was daar geen kaliumtekort in die plantmateriaal by enige van die proefbehandelings nie. Kaliumbemesting skyn dus oorbodig te wees, behalwe in die geval van behandeling IV, waar daar moontlik met verloop van tyd 'n kaliumuitputting van die grond verwag kan word (kyk tabel 15). Kaliumbemesting behoort in die geval van 'n grondgebrek slegs voldoende te wees om optimale plantproduksie te verseker; aangesien hewige kaliumtoedienings, in die aanwezigheid van stikstofbemesting, tot die onderdrukking van Na-, Ca- en Mg-opnames by plante lei. Hierdie toestand kan ernstige metaboliese afwykings by diere veroorsaak, waarvan *hypomagnesaemia* die bekendste is. Laasgenoemde toestand kom voor waar 'n oormaat kalium in die plantmateriaal met 'n tekort aan magnesium gepaard gaan (Kemp & 't Hart, 1957; Holmes, 1968; Heard, 1971; Reid & Jung, 1974).

Aangesien 'n lae magnesiumstatus van die grond oënskynlik nie plantmateriaalopbrengs benadeel nie, word hierdie voedingstof (magnesium) dikwels in 'n bemestings- of minerale aanvullingsprogram met nadelige gevolge vir die beweiërs verwaarloos (Reid & Jung, 1974). Heard (1971) meld dat verskeie gevalle van *hypomagnesaemia* op die weidings van sekere geloogde gronde in Natal, waar magnesium beperk was, aangemeld is. Geen probleme word egter ondervind indien die plantmateriaal meer as 0,2 persent magnesium bevat nie. Die ondervinding het ook geleer dat vleisbeeste en jong groeiende diere nie sodanig deur 'n lae magnesiuminhoud in die plantmateriaal benadeel word nie maar dat dit hoofsaaklik vir lakterende diere gedurende die spitsperiode van produksie gevaarlik is. Volgens die NRC (1971) behoort die voerinhoud 0,04 tot 0,1 persent magnesium te bevat om aan die behoeftes van vleisbeeste, jong osse en verse te voldoen, en minstens 0,1 persent om aan die behoeftes van lakterende koeie te voldoen. Beide Kemp (1960) en Wolton (1960) ag 'n Mg-inhoud van meer as 0,2 persent veilig om melkkoeie teen metaboliese afwykings op hoogbemeste weidings te vrywaar.

Die magnesiumgehalte van die plantmateriaal was tydens die ondersoek, met die uitsondering van die 1974–75-seisoen, op alle behandelings laer as die vereiste 0,1 persent vir melkproduksie. Dit is derhalwe moontlik dat die lae magnesiumgehalte van die plantmateriaal die produksievermoë van die diere op die kontrole en behandeling IV in 'n groter mate as die op behandelings II en III beperk het. Aangesien daar aanduidings bestaan dat 'n magnesiumgebrek die inname van diere kan beperk en die aktiwiteit van die rumenorganismes inhibeer (Ammerman, Chicco, Moore, Van Wallegghem & Arrington, 1971), mag dit moontlik wenslik wees om vir melkkoeie 'n minerale aanvulling van MgO in die lek te voorsien indien die weiding 'n magnesiumgebrek soos in die geval van die ondersoek toon.

Verskillende outeurs is dit volgens Whitehead (1970) eens dat die ruvesel van plantmateriaal min deur stikstofbemesting beïnvloed word. Die resultate van die ondersoek staaf ook hierdie bevindings. Eweneens het talle oorsese ondersoeke bewys dat stikstofbemesting nie noodwendig die verteerbaarheid of die energiewaarde van plantmateriaal beduidend verbeter nie. Hoewel ruproteïen, minerale, vitamien en selfs aminosure 'n toename met toenemende peile van bemesting toon, neem wateroplosbare koolhidrate feitlik ooreenstemmend af (Noller & Rhykerd, 1974). Blaser (1964) rapporteer derhalwe dat bemesting aansienlike produksieverhogings per oppervlakte-eenheid meebring maar dat produksie per dier oor die algemeen nie beduidend deur stikstofbemesting verbeter word nie.

5.6.2 Invloed van behandelings op verhoudings tussen voedingstowwe

Die onderlinge verhoudings tussen plantvoedingstowwe het 'n belangrike implikasie by diereprestatie en -gesondheid. Dit is reeds aangetoon dat sekere Ca:P- en K:Mg-verhoudings in die plantmateriaal wenslik is om produksiebeperkings en gesondheidsteurnisse by diere te vermy. Hieruit blyk dit dat die voedingstowwe nie as geïsoleerde entiteite funksioneer nie maar dat daar 'n gebalanseerde wisselwerking en 'n interafhanklikheid tussen hulle bestaan. By gronde met mineraal tekorte kan hierdie gemeenskaplike wisselwerking egter aansienlik deur die versnelde metabolisme van bemeste voergewasse versteur word indien 'n eensydige bemestingsprogram toegepas word (Voisin, 1965).

Ten einde verder ondersoek in te stel of die proefbehandelings die verhoudings tussen voedingstowwe met verloop van tyd beduidend beïnvloed het, is die N-, P-, K-, Ca- en Mg-waardes van die plantmateriaal in alle kombinasies aan statistiese ontledings onderwerp. Aangesien slegs die kalsiumverhoudings met betrekking tot die ander voedingstowwe betekenisvolle verskille tussen behandelings aangetoon het, word slegs die seisoensproefgemiddeldes van die kombinasies wat kalsium uitsluit, in tabel 34 aangetoon. Volledige besonderhede van die verhoudings tussen kalsium en die res van die voedingselemente word egter in tabel 36 verstrekk. Voortvloeiend hieruit word sekere opvallende verwantskappe afsonderlik bespreek.

5.6.2.1 N:P-verhoudings

Uit tabel 34 is dit opvallend dat stikstof en fosfor, ongeag die bemestingspeil waarteen dit toegedien is (naamlik 3,3:1), nagenoeg konstant in 'n verhouding van 9:1 in die plantmateriaal voorgekom het. Slegs gedurende 1973-74 was daar by uitsondering 'n betekenisvolle ($P < 0,05$) verskil in die N/P-waardes tussen behandelings. In hierdie geval, wat nie in die tabel aangedui word nie, was die N:P-verhouding van die plante op die kontrole 8,7:1, wat beduidend ($P < 0,05$) laer as die 10,6:1-verhouding van plante op behandeling IV was.

Weens die vaste verhoudings waarteen stikstof en fosfor uit die grond onttrek is, kan die wenslikheid van die betrokke verhouding waarteen dit toegedien is, bevraagteken word. 'n Aansienlike akkumulasie van totale fosfor moes met verloop van tyd by bemeste behandelings in die grond voorgekom het wat nie duidelik deur grondontledings (tabel 15 en 16) weer-spieël word nie. Die klaarblyklike rede hiervoor is dat die Bray nr. 2-metode van fosforek-straksie, wat vir grondontledings aangewend is, nie geskik is om totale P-akkumulasie in gronde aan te dui nie, aangesien dit hoofsaaklik 'n ontleding is wat die labiele fosfor, wat ge-redelik vir plante toeganklik is, verteenwoordig (Jackson, 1958). Deurdat fosfor redelik on-beweeglik is en derhalwe nie maklik uit gronde loog nie (Kilmer, 1974), is jaarliks waarskyn-lik groot hoeveelhede fosfor deur chemiese vaslegging in die grond geïmmobiliseer. Plant-wortels wat tussen 10 en 40 keer die massa van bogrondse plantdele by hoogbemeste gras-weidings kan beloop (Power & Alessi, 1971), is moontlik verder 'n belangrike alternatiewe bron van fosforimmobilisasie.

Blykens figure 4 en 5 skyn dit min voordele in te hou om meer as 18 dpm ekstraheerbare fosfor in die grond op te bou, aangesien die toename van die basale bedekking van *Eragrostis curvula* (en bes moontlik ook die opbrengs) by hierdie waarde begin afplat. Indien die beskik-baarheid van fosfor die voormelde vlak bereik, is die fosforifikasiekapasiteit van die betrokke Avalongronde waarskynlik bevredig. Die N:P-verhouding van die kunsmistoedienings kan dan met groter ekonomiese voordele na 'n verhouding van ongeveer 9:1 of 10:1 gewysig word, wat in ooreenstemming met die oënskynlike genetiese onttrekkingsvermoë van grasse is. Deur periodieke grondontledings behoort egter gewaak te word dat fosfor nie beperkend raak nie. Indien optimale fosforvlakke reeds deur bemesting in 'n weidingsstelsel opgebou het, sal dit na verwagting deur die hersirkulering van voedingstowwe gehandhaaf word.

5.6.2.2 N:K-verhoudings

In teenstelling met fosfor, wat traag deur plantwortels opgeneem word, word kalium in verhouding relatief mildelik deur die gras uit die grond onttrek. Ongeag die bemestingspeil is gemiddeld 1,7 dele kalium vir elke stikstofeenheid in die plantmateriaal herwin. Dreigende tekens van kaliumuitputting in die grond weens die hoër kaliumbehoefte van grasse wat met 100 en 150 kg N/ha bemes is, is deur grondontledings bevestig (tabel 15). In die geval van die hoogbemeste persele van behandeling IV is gedurende twee seisoene beduidend ($P < 0,05$) minder kalium in die grond as by ander behandelings aangetref.

Kalium word allerweë as 'n essensiële mineraal beskou wat 'n delikate rol in plantfisiologiese prosesse speel. Dit tree byvoorbeeld as ensiemaktiveerder tydens proteïensintese op en beïnvloed die stikstofmetabolisme van plante indirek weens die rol daarvan by seldeurlaatbaarheid,

respirasie en vogwisseling (Reid & Jung, 1974; Wedin, 1974). Kaliumtekorte veroorsaak gevolglik toenemende respirasie en 'n verlaagde tempo van fotosintese. 'n Kaliumgebrek is verder ook nou geassosieer met 'n toename van nie-proteïenstikstof, 'n akkumulاسie van aminosure en 'n afname van ware proteïen (Brown & Ashley, 1974). 'n Korrekte verhouding van N:K het volgens Leath en Radcliffe (1974) 'n belangrike en soms kritiese invloed op die siekteweerstand, insekverdraagsaamheid en winteroorlewingsvermoë van grasse. 'n Algemene konsensus tussen die voormelde outeurs is dat die optimale N:K-verhouding ongeveer 2,5:1 en nouer behoort te wees.

Hoewel plantmateriaalopbrengs selde deur kaliumbemesting verbeter word, is dit al dikwels bewys dat kalium as gevolg van langdurige toediening van hoë stikstofpeile mettertyd beperkend raak. Hierdie toestand tree gewoonlik eers na meer as vyf jaar van bemesting in, waarna die invloed van stikstofbemesting toenemend onderdruk word (Whitehead, 1970). Onoordeelkundige hoë kaliumtoedienings is in teenstelling met die behoeftes van plante vir diere klaarblyklik veel gevaarliker as tekorte. Dit lei algemeen tot die sogenaamde luukse-opname van kalium en die onderdrukking van Na-, Ca- en Mg-opnames deur plante, wat katastrofiese wanbalanse by diere veroorsaak (Reid & Jung, 1974).

Die handhawing van 'n optimale kaliumbalans in die plantmateriaal is volgens die voorgaande 'n essensiële faset van weidingbestuur. Plant- en grondontledings is in hierdie geval belangrike hulpmiddels wat gereeld aangewend behoort te word.

5.6.2.3 N:P:K-verhoudings

Die omvang van 'n relatief vaste verhouding tussen N, P en K in die plantmateriaal geld waarskynlik vir 'n wye reeks grasse onder uiteenlopende bemestingspeile. Woodhouse (1969) het 'n verhoudingsreeks van 10:1:4,25 (N:P:K) vir *Cynodon dactylon* waargeneem, terwyl in die huidige ondersoek nagenoeg dieselfde verhoudings van gemiddeld 9,3:1:5,8 voorgekom het. Wilkenson en Langdale (1974) bevestig hierdie verhoudings soos volg:

“... The adaption of the 4.0 – 0.4 – 1.7 (elemental N–P–K) ratio under relatively heavy N fertilization is readily observed. This relationship also emphasizes the necessity of balanced major nutrient fertilization for yield responses. Nitrogen-phosphorus-potassium, N–K, N–P interactions are common and support in general a 4.0 – 0.4 – 1.7 N–P–K ration, although P may be higher than necessary. Under intensive long-term N fertilization programmes accompanied with depletion of soil Ca and Mg, the P–K interaction is likely to become extremely important ...”

'n Bemestingsverhouding van 10:1:5 (N:P:K) blyk dus 'n aanbevelingswaardige kombinasie vir suiwer grasstande te wees op grond wat geen relatiewe tekorte aan enige van die essensiële makro- of mikroëlemente vertoon nie.

5.6.2.4 Magnesiumverhoudings

Magnesium is volgens Wedin (1974) van sekondêre belang by plantvoeding, maar tekorte weens hewige kaliumtoedienings by hoë stikstofpeile veroorsaak prominente gesondheidsteurnisse by diere. Dit kan egter ook aanvaar word dat grond wat 'n besonder hoë kaliuminhoud en 'n lae magnesiumstatus het, dieselfde gevare inhou. Die verhoudings tussen magnesium en die ander voedingstowwe is derhalwe van besondere belang om veeverliese te vermy.

Geen duidelike aanduidings kan in die literatuur oor optimale verhoudings tussen magnesium en stikstof of fosfor gevind word nie. Indien die NRC-standaarde (NRC, 1971) as maatstaf van geskikte verhoudings tussen plantvoedingstowwe aanvaar word, behoort daar egter vir elke eenheid magnesium in die plantmateriaal 11 tot 21 dele N, 2 tot 3,5 dele P, 3,5 tot 7 dele K en 3 tot 5 dele Ca teenwoordig wees.

Die gemiddelde verhoudings tussen magnesium en die ander voedingstowwe wat tydens die ondersoek in die plantmateriaal voorgekom het (tabel 33 en 34) is 1:17,2 dele N; 1:1,9 dele P; 1:10,9 dele K en 1:3,5 dele Ca. Hierdie verhoudings is vir alle voedingstowwe behalwe K:Mg binne die grense van die gewenste omvang.

Die voorkoms van *hypomagnesaemia* (steiersiekte) weens 'n oormaat kalsium en 'n tekort aan magnesium is volgens die omvattende ondersoek van Kemp en 't Hart (1957) ook onderling aan die kalsiuminhoud van die plantmateriaal gekoppel. Hierdie outeurs het gevind dat die waarskynlikheid van ongevalle progressief toeneem indien die $K/(Ca + Mg)$ -verhouding bo 1,40 styg. Die voorkoms van die siektetoestand is voorts nou aan temperatuurfluktuasies gekoppel. Ongeveer vyf dae nadat die temperatuur vanaf 'n vlak benede 14°C gestyg het, kan gevalle van steiersiekte verwag word. Geen ongevalle het by diere voorgekom wat enige vorm van byvoeding ontvang het nie (Kemp & 't Hart, 1957).

Die gemiddelde $K/(Ca + Mg)$ -verhoudings van die plantmateriaal was gedurende die eksperimentele tydperk, blykens tabel 35, op alle proefbehandelings aansienlik hoër as die kritiese gevaarvlak van 1,40, waarby steiersiekte verwag kan word. Geen ongevalle het egter voorgekom nie. Die kragvoeraanvulling gedurende fase 1 asook die daaglikse beskikbaarheid

van 'n sout:dikalsiumfosfaatlek het waarskynlik die diere teen die gevolge van 'n wanbalans beskerm. Die beskikbaarstelling van 'n sout:dikalsiumfosfaatlek blyk derhalwe nie alleenlik onontbeerlik te wees om die lae fosfor en kalsiumkonsentrasies van bemeste weidings aan te vul nie maar ook om die potensiële gevaar van steiersiekte op grond met 'n hoë kalium-inhoud te voorkom.

Ofskoon die $K/(Ca + Mg)$ -verhoudings van plantmateriaal aanvanklik grootskaals as 'n voorspellingsmaatstaf aangewend is om *hypomagnesaemia* te voorkom, is later egter bevind dat daar 'n geldiger maatstaf verkry word indien die verwantskap van magnesium in die bloedplasma van die diere met die verhoudings tussen Mg, K en ruproteïen van die plantmateriaal vergelyk word (Reid & Jung, 1974).

Dit is 'n algemene bevinding dat die voorkoms van steiersiekte in lande met 'n gematigde of subtropiese klimaat nou met sekere sanderige, geloogde grondtipes saamhang. Amerikaanse navorsers het byvoorbeeld in Ohio gevind dat gronde waar magnesium meer as 15 persent van die baseversadiging uitmaak, selde probleme met *hypomagnesaemia* ondervind word. In Pennsylvania word byvoorbeeld aanbeveel dat voorsorg getref moet word dat magnesium 'n minimum van 10 persent van die baseversadiging moet verteenwoordig en dat hierdie waarde minstens dubbel die kaliumversadiging moet wees (Griffith, 1974).

Volgens 'n pedologiese opname van die gronde op die Bethlehemse Navorsingstasie (Idema & Mulder, 1973) het die magnesium in drie uit ses verteenwoordigende Avalonprofiele minder as 10 persent van die uitruilbare metaalkatione verteenwoordig, terwyl kalium aansienlik meer as die helfte van die magnesiumione op die uitruilingskompleks verteenwoordig het. Hierdie grond hou derhalwe 'n potensiële bedreiging vir dieregesondheid in. Afhangende van praktiese oorwegings kan magnesiumtekorte deur bemesting (bv. dolomitiese landboukalk — $CaCO_3 \cdot MgCO_3$), blaarbestuiwing of anders deur 'n regstreekse rantsoenaanvulling met MgO verlig word (Reid & Jung, 1974).

5.6.2.5 Kalsiumverhoudings

Ofskoon bemesting geen beduidende invloed op die kalsiumstatus van die grond uitgeoefen het nie (tabel 15), is die Ca-opname van die plante (in verhouding met ander voedingstowwe) beduidend met 'n bemestingstoename van 100 na 150 kg N/ha onderdruk. Die rede hiervoor is waarskynlik aan verskillende faktore geleë. Eerstens hang 'n afname van pH nou saam met toenemende toksiese peile van Al en Mn in die grond, wat die toeganklikheid van minerale (veral Ca en Mg) in verskillende verhoudings beperk (Pearson & Hoveland, 1974). Grondont-

ledings het getoon dat die pH van die gronde van behandeling IV beduidend ($P < 0,01$) laer as die van die ander behandelings was. Tweedens het studies oor die kringloop van voedingstowwe in 'n weidingsstelsel getoon dat groot hoeveelhede kalium, wat hoofsaaklik deur urine uitgeskei word, die logging van Ca en Mg in die grond bevorder en die konsentrasie daarvan in die plantmateriaal verminder (Sears, 1950; During & McNaught, 1961; Wolton, 1963; Barrow, 1967; During, Weeda & Dorofaeff, 1973). Verliese van Ca in die grond, onder mishope kan selfs tien keer hoër as vir Mg wees (During *et al.*, 1973). Derdens is die moontlikheid nie uitgesluit dat spesiesamestelling 'n rol kon gespeel het nie. Die toenemende vlakke van intensivering het elk ooreenstemmend meer *Eragrostis curvula* in die plantsamestelling gehad, terwyl die spesiesamestelling van behandeling IV uitsluitlik uit *E. curvula* cv. Ermelo bestaan het. Volgens die ondersoek van Van Wyk, Oosthuizen, Meyer, Brevis en Grobler (1955) was die gemiddelde Ca-konsentrasie van *Eragrostis curvula* effens laer as die van ander veldgrasse. Hierbenewens rapporteer Whitehead (1970) dat toenemende stikstofpeile, afhangende van die stikstofbron, ook 'n verlaging van die Ca-konsentrasies in plante kan meebring.

Die wedersydse wisselwerking tussen die voormelde faktore het moontlik, afhangende van die belangrikheid van een of meer daarvan, 'n uitwerking op die Ca-status van die plantmateriaal uitgeoefen, sodat die verhoudings tussen Ca en die ander voedingstowwe hoogs beduidend tussen behandelings verskil het.

Indien die NRC-standaarde vir lakterende melkkoeie as 'n maatstaf van die gewenste verhoudings tussen voedingstowwe aanvaar word, behoort die N:Ca-, Ca:P-, K:Ca- en Ca:Mg-verhoudings respektiewelik nagenoeg 4,5:1; 1,3:1; 1,5:1 en 2,4–4,7:1 te wees. Blykens tabel 36 was die gemiddelde omvang van laasgenoemde verhoudings tussen behandelings I en IV (van 1973–74 tot 1976–77) in dieselfde volgorde ongeveer 4,3–6,4:1; 2,2–1,6:1; 2,9–3,1:1 en 3,9–3,0:1. Die N:Ca- en K:Ca-verhoudings het dus met 'n toename van 49 en 41 persent en die Ca:P en Ca:Mg-verhoudings met 'n afname van 29 en 24 persent onderskeidelik tussen die kontrole en die hoogste vlak van intensivering gepaard gegaan. Hoewel kalsium in verhouding tot fosfor en magnesium binne die gewenste omvang was, het die konsentrasie daarvan in verhouding tot die N- en K-inhoud van die plantmateriaal op behandeling IV beperkend begin raak.

Ofskoon geen wanverhoudings tussen Ca, Mg en P voorgekom het nie, was die konsentrasie van hierdie drie elemente, soos reeds vermeld, onvoldoende vir optimale diereprestasie in die plantmateriaal. Om hierdie rede word aanvullings van kalsium en fosfor (maar selde magnesium) gewoonlik in veelekkie voorsien. Aangesien kalktoedienings normaalweg nie die

hooiopbrengste van grasse soos *Eragrostis curvula*, wat 'n hoë verdraagsaamheid teenoor lae pH-vlakke het, dramaties verhoog nie (Rethman, 1973), word kalkbemesting selde aanbeveel. Die oordeelkundige toediening van dolomitiese landboukalk kan egter enersyds by hoë N-bemestingspeile grondversuring teëwerk, Al- en Mn-toksisiteit ophef en die toeganklikheid van Ca, Mg en P verbeter en andersyds daardeur die inname van die plantmateriaal verbeter om 'n doeltreffender omset per dier te bewerkstellig.

In die geval van behandeling IV, waar die Ca-vlakke in die plantmateriaal gedurende die vierde en vyfde seisoen laer as die kontrole gedaal het, kan aanvaar word dat kalktoedienings waarskynlik noodsaaklik begin word het om toekomstige opbrengsstremminge te voorkom.

5.6.2.6 Relatiewe verhoudings tussen voedingstowwe

'n Bivariante vergelykingsbenadering is tot dusver aangewend om die balans tussen voedingstowwe in die plantmateriaal te evalueer. Hierdie prosedure word algemeen in die literatuur aangetref, en gevestigde norme is alreeds ontwikkel om wanbalanse daardeur te identifiseer. 'n Alternatiewe metode, naamlik om die relatiewe verhoudingskommelinge tussen 'n reeks voedingstowwe as geheel te behou, is daarenteen nog nie in die literatuur ontgin nie.

Ten einde meer insig in die onderlinge verhoudings tussen plantvoedingstowwe as 'n geheel te bekom is die relatiewe persentasie wat elke voedingstof van die totale konsentrasie van N, P, K, en Ca en Mg in die plantmateriaal uitmaak, bereken. Hierdie gegewens, waarvan die data aan tabel 33 ontleen is, word in tabel 37 verstrek. Die gemiddelde behandelingsinvloed (van 1973–74 tot 1976–77) as 'n relatiewe persentasie van die kontrolegemiddeldes (kontrole = 100 persent), word ook grafies in figuur 9 aangetoon.

Volgens die gegewens van tabel 37 en figuur 9 is dit opvallend dat daar besonder min onderlinge variasie ten opsigte van die relatiewe persentasie N, P en K in die plantmateriaal voorgekom het as die vergelyking oor behandelings en oor jare getref word. By behandelings wat met 50 kg N/ha en 15 kg P/ha bemes is, het die relatiewe verhoudings van N, P en K slegs met 0,4; 1,8 en 3,7 persent respektiewelik toegeneem. 'n Verdere bemestingsinkrement na 100 kg N/ha en 30 kg P/ha het 'n verdere toename van 1,7 persent stikstof veroorsaak, maar geen addisionele toenames het ten opsigte van fosfor en kalium voorgekom nie. Op behandeling IV, wat met 150 kg N/ha en 15 kg P/ha bemes is, was die relatiewe hoeveelheid stikstof 7,1 persent hoër as in die plantmateriaal van kontrolepersele, terwyl fosfor gemiddeld 1,8 persent laer en kalium 1,2 persent hoër as die samestelling van die kontrole was.

Toenemende vlakke van intensivering het egter veroorsaak dat kalsium in die relatiewe voedingsverhoudings aansienlik vinniger as magnesium afgeneem het. Die plantmateriaal van behandelings II, III en IV het onderskeidelik 12, 17 en 29 persent minder kalsium en 6, 9 en 12 persent minder magnesium as die verhoudings op kontrolepersele bevat.

Die totale konsentrasie van die vyf voedingstowwe wat ter sprake is, het, in teenstelling met die onderlinge verhoudings tussen die voedingstowwe, 'n aanmerklike toename van 35 persent tot en met 'n bemestingspeil van 100 kg N/ha en 15 kg P/ha getoon, waarna die reaksiekromme asimptoties afgeplat het.

Uit die voorgaande is dit duidelik dat die totale konsentrasie van N, P, K, Ca en Mg gedurende die verskillende seisoene en tussen behandelings aansienlik gevarieer het maar dat die samestelling van die plantmateriaal tussen behandelings nie wesentlik ten opsigte van die belangrikste makroëlemente, naamlik N, P en K, verskil het nie.

Indien enige produksiebeperkings as gevolg van wanbalanse voorgekom het, kan dit derhalwe hoofsaaklik aan die variasie in die verhoudings van kalsium (wat nie voldoende vanaf die lekkende ingeneem is nie) of magnesium (wat nie aangevul is nie) toegeskryf word. Die verhoudingskommeling van voedingstowwe in die plantmateriaal behoort dus, na verwagting, slegs vir minimale verskille in die produksie per dier verantwoordelik te wees.

Indien al die kwaliteitsaspekte van die plantmateriaal wat tot in hierdie stadium beskou is, samevattend geëvalueer word, kan afgelei word dat die weidings van behandeling III waarskynlik 'n hoër voedingswaarde as enige van die ander behandelings gehad het.

5.7 BESKIKBARE PLANTVOEDINGSTOWWE

Die doeltreffendheid van sekondêre produksie in 'n weiveldekosisteem is essensieel afhanklik van die opbrengs van plantmateriaal asook die inbegrepe voedingstowwe per hektaar sowel as die beskikbaarheid daarvan per diere-eenheid. Weens die aksiomatiese verwantskap tussen die massa van die geproduseerde plantmateriaal en die opbrengs van plantvoedingstowwe per hektaar (waarvan die lineêre verwantskappe in tabel 38 verstrekk word), word plantmateriaalopbrengs saam met die kwaliteitsparameters, naamlik die opbrengs en herwinning van die komponente voedingstowwe, breedvoerig in hierdie onderafdeling bespreek. Voorts word die hersirkulasie van voedingstowwe as bydraende faktor tot grondvrugbaarheid krities in die lig van die proefresultate en toepaslike literatuur beoordeel.

5.7.1 Kumulatiewe seisoensbeskikbaarheid van plantvoedingstowwe

5.7.1.1 Kumulatiewe opbrengs per oppervlakte-eenheid

Die kumulatiewe opbrengs van die verskillende voedingstowwe in die plantmateriaal is vir al die eksperimentele seisoene bereken en aan statistiese ontledings volgens 'n bloklose proefuitleg onderwerp. Hierdie gegewens word vir elk van die intensiveringsvlakke in tabel 39 aangetoon.

Ooreenstemmend met droëmateriaalopbrengste het die produksie van plantvoedingstowwe van die aanvang van die ondersoek tot en met die afsluiting daarvan minstens twee- tot driedvoudig by kontrolebehandelings toegeneem, nagenoeg vier- tot vyfvoudig by persele van behandeling II en III vermeerder en na raming tussen ses- en agtvoudig by die hoogbemeste persele van behandeling IV gestyg.

Hierdie opbrengstoenames is kenmerkend van stelsels waar die grondvrugbaarheidstatus met die aanvang van die bemestingsprogram besonder laag is en 'n opbouing van voedingstowwe met verloop van tyd plaasvind. By snyproewe waar die plantmateriaal telkens van die produksielokaliteite verwyder word, is die opbouing van grondvrugbaarheid normaalweg veel stadiger as onder beweiding, waar slegs 'n fraksie van die voedingstowwe deur herkouers vir liggaamsonderhoud en produksie benut word en die res op die weidings uitgeskei word (Sears, 1950; Davidson, 1964; Barrow, 1967; Holmes, 1968; Whitehead, 1970; Spedding, 1971; Mott, 1974).

Sears (1950) het in Nieu-Seeland gevind dat 'n suiwer onbemeste grasstand gemiddeld 1 990 kg droëmateriaal per hektaar geproduseer het waar al die uitwerpsels van skape in

harnassakke opgevang is. Daarteenoor het persele waar ekskreta volledig onder normale beweidingstoestande teruggevoer is, gemiddeld 7 035 kg droëmateriaal per hektaar opgelewer. Hierdie waardes stem nou ooreen met die kumulatiewe beskikbare droëmateriaaltoenames van 2 740 tot 8 152 kg/ha wat van 1972–73 tot 1976–77 respektiewelik by die kontrole-behandeling van hierdie ondersoek voorgekom het

Watkin (1957), wat die werk van Sears (1950) opgevolg het, het in 'n soortgelyke eksperiment vasgestel dat die herwinning van stikstof in die plantmateriaal as 'n persentasie van die toegediende kunsmisstikstof ongeveer twee persent in die afwesigheid van dierlike ekskreta was, teenoor 'n herwinning van 68 persent by persele waar wel 'n deponering van uitwerpsels toegelaat is. Wolton (1963) het in Brittanje bykans dieselfde resultate onder gesimuleerde beweidingstoestande behaal en tot die gevolgtrekking gekom dat die terugbesorging van dierlike uitskeidings die droëmateriaalopbrengs, stikstofinhoud en stikstofopbrengs van weidings aansienlik vermeerder.

Whitehead (1970) meld egter in 'n literatuurstudie dat verskeie navorsingsprojekte bewys het dat die terugvoering van ekskreta op gras-klawerweidings nie sulke buitengewone opbrengsvermeerderings as by suiwer grasstande meebring nie. Een ondersoek het selfs, volgens Whitehead (1970), getoon dat gras-klaweropbrengs op knippersele hoër as op ooreenstemmende weidings was waar urine uitgeskei is maar mis gereeld verwyder is.

Hoewel plantmateriaalopbrengs deur die terugvoering van ekskreta op weidings vermeerder word, is herkouers geneig om gebiede wat met mis besoedel is, te vermy, wat soms tot verlaagde innames by lae en intermediêre veeladings lei. Die aanvaarbaarheid van plantmateriaal op lokaliteite waar urine uitgeskei is, word daarenteen nie noodwendig nadelig beïnvloed nie. Seleksievoorkeur kan selfs na 'n kort periode van aanvanklike verwerping daaraan verleen word (Holmes 1968; Brockington, 1972).

Die tempo waarteen minerale voedingstowwe uit mis aan plante beskikbaar gestel word, is grotendeels van die tempo van afbraak deur grondfauna afhanklik. Gillard (1963) het op Frankenwald gevind dat 'n aantal miskruiersoorte (agt genera) binne vyf dae na uitskeiding feitlik alle mis ondergronds oor dubbel die oppervlakte van die oorspronklike afsetting besorg. Volgens raming is die betrokke oppervlakte met 'n ekwivalent van 450 kg N/ha verryk.

Benewens die werk van Gillard (1963), wat in opvolging van 'n studie deur Davidson (1964) op dieselfde lokaliteit in die Witwatersrandomgewing gedoen is, is nog geen ander proefre-

sultate in Suid-Afrika oor die opbouing van grondvrugbaarheid deur die hersirkulasie van plantvoedingstowwe in 'n grasveldekosisteem gepubliseer nie. Dit blyk derhalwe, soos ook beklemtoon deur Roberts (1971), dat hierdie belangrike faset van weiveldekologie in Suid-Afrika nog feitlik onaangeraak is.

Weens die feit dat kleinperseelsnyproewe gewoonlik in Suid-Afrika vir die evaluasie van bemestingstudies aangewend word, word die addisionele voordeel van 'n versnelde sirkulasie-omset van voedingstowwe nie ten volle blootgelê en begryp nie. Gevolglik is die uitset wat per eenheidsinset deur middel van veldbemesting bereik word, ook nie in die praktyk geredelik aanvaarbaar nie. Die opbrengs wat binne 'n bestek van vyf seisoene met die onderhawige ondersoek behaal is, is egter 'n unieke demonstrasie van die grondvrugbaarheidstoename wat met korrekte weiveldbestuur op oulande in die Bethlehemomgewing verwag kan word.

5.7.1.2 Relatiewe en inkrementele opbrengsvergelykings

Behandelingsgemiddeldes as 'n persentasie van kontroleopbrengste sowel as die inkrementele toenames tussen behandelings binne seisoene is na aanleiding van tabel 39 bereken en word onderskeidelik in tabel 40 en 41 verstrekk.

Samevattend kan uit die bogenoemde tabelle afgelei word dat die kumulatiewe opbrengste van die kwaliteitsparameters in die plantmateriaal met stygende intensiveringsvlakke aansienlik skerper as die droëmateriaal massa toeneem. Kontroleopbrengste is deur die toeneemende bemestingspeile op behandelings II, III en IV van 1973–74 tot 1976–77 gemiddeld met 20, 42 en 105 persent vermeerder. Die ooreenstemmende stikstofopbrengstoename was 48, 96 en 194 persent. Daarteenoor het fosforopbrengste met 57, 101 en 270 persent gestyg, terwyl kalium met 56, 105 en 184 persent toegeneem het. Opbrengsvermeerdering van kalsium en magnesium was effens laer en wel om en by 30, 58 en 94 persent ten opsigte van kalsium en 39, 75 en 142 persent ten opsigte van magnesium. Die behandelingsinvloed op vesel was egter gelykstaande aan die van droëmateriaal.

Sekondêre invloede, soos onder andere klimaat, bestuur en die grondvrugbaarheidspeil, het 'n opvallende wisselwerking met behandelingsinvloede getoon. Die relatiewe opbrengsreaksie van plantmateriaal en plantvoedingstowwe het by behandeling II herhaaldelik met elke agtereenvolgende proefseisoen toegeneem, sodat die hoogste relatiewe opbrengsreaksie as gevolg van 'n bemestingspeil van 50 kg N en 15 kg P/ha gedurende 1976–77 voorgekom het. Dit is derhalwe duidelik dat grondvrugbaarheid geleidelik verbeter het en by die lae bemes-

tingspeil 'n belangriker opbrengsbeperking as reënval of temperatuur was. Daarenteen het die beste relatiewe opbrengsreaksies by behandeling III en IV gedurende 1973–74 voorgekom. Gedurende hierdie seisoen was die reënvalverspreiding en temperatuurstoestande besonder gunstig vir plantegroei. Die relatiewe opbrengsreaksie op stikstofbemesting was aansienlik swakker gedurende 1974–75 en 1975–76, waartydens die hoogste seisoensreënval en koel, bewolkte toestande voorgekom het.

Die invloed van bestuur, wat moontlik klimatologiese invloede oorheers het, kan egter nie buite rekening gelaat word nie. Bestuursinvloede word treffend deur die ontledings van inkrementele opbrengstoenames tussen behandelings in tabel 41 geïllustreer.

Eerstens is dit belangrik dat die opbrengs van die verskillende produksieparameters by die lig bemeste behandeling (II) gedurende 1972–73 tussen 7 en 25 persent laer as die kontrole was. 'n Oormatige ontblaring van die beskikbare plantmateriaal volgens die fase 1-metode van veldbestuur is bes moontlik hiervoor verantwoordelik. In retrospeksie is dit uit die objektiewe drakragberamings van fase 2 duidelik dat die veeladings wat tydens fase 1 toegepas is, meer as 70 persent hoër as die potensiële drakrag van die weiding op behandeling II was. Verder is gedurende 1972–73 nagenoeg 21 persent van die beskikbare plantmateriaal op behandeling II vir hooibewaring verwyder in vergelyking met 12 en 15 persent op die kontrole en matig bemeste behandeling (III) respektiewelik. Dit kan aanvaar word dat hierdie uitermatige intensiteit van beweiding en vinnige tempo van ontblaring ongetwyfeld tot 'n produksieafname as gevolg van groeipuntbeskadiging en koolhidraatuitputting van plantwortels gelei het. 'n Parallele voorbeeld van dieselfde situasie het ook gedurende 1974–75 by die hoogbemeste behandeling (IV) voorgekom. In hierdie geval is op behandeling IV 37 persent van die beskikbare plantmateriaal vir hooi gensy, terwyl nagenoeg 15, 16 en 22 persent vir dieselfde doel op behandeling I, II en III verwyder is.

'n Verdere moontlike bestuursgekoppelde verskynsel is dat inkrementele toenames tussen behandelings gedurende fase 2 by die lig bemeste behandeling (II) aansienlik toeneem het maar by die matig bemeste behandeling (III) gedurende fase 2 laer as fase 1 was. Vermoedelik kan hierdie veranderde patroon van interbehandelingsreaksie aan die opheffing van diskriminerende weidrukverskille toegeskryf word.

Uit die gegewens van tabel 41 is dit opvallend dat die inkrementele N-, P- en K-toenames tussen behandelings I en II asook II en III veral gedurende fase 2 (1975–76 en 1976–77) meer as dubbel so groot as die toenames ten opsigte van plantmateriaalopbrengs was. Die inkrementele toenames van hierdie twee parameters tussen behandelings III en IV het egter nie wesentlik verskil nie.

5.7.1.3 Stikstof- en fosforherwinning

Die herwinning van stikstof en fosfor in die bogrondse plantdele word dikwels in die literatuur as maatstaf vir produksiedoeltreffendheid van gewasse aangewend. Die bydrae van bemesting tot die herwinning van 'n bepaalde element, byvoorbeeld stikstof, word indirek bereken deur die verskil in N-opbrengs tussen kontrolepersele (om vir die N-bydrae deur die grond te kompenseer) en bemeste persele te bepaal. Die berekende verskil word dan as 'n persentasie van die toegediende kunsmisstikstof uitgedruk om die persentasie herwinning van die element aan te dui (Davidson, 1964; Whitehead, 1970; Carter, Bennett & Pearson, 1967; Cowling & Lockyer, 1967; Power, 1972).

Volgens bogenoemde outeurs is die seisoenstikstofherwinning van grasse by kleinperseel-snyproewe gewoonlik ongeveer 50 persent. Whitehead (1970) meld egter dat enkele outeurs al N-herwinningswaardes van meer as 100 persent gerapporteer het waar hoë bemestingspeile langdurig toegedien is. In sulke gevalle kan volgens hom geredelik aanvaar word dat die beskikbaarheid van residuele stikstof aansienlik in die grond opgebou het.

Die bydrae van die stikstofopbouing in die grond tot die stikstofopbrengs van grasse by verskillende bemestingspeile is eers onlangs in 'n regressieverwantskap deur Brockman, Rope en Stevens (1971) met welslae vasgestel. Hulle ontleding van 88 stelle gegewens van bemestingsproewe het getoon dat 97 persent van die variasie in N-opbrengs van bogrondse plantdele deur (a) die stikstofbemestingspeil, (b) 'n raming van die grond N-poel en (c) 'n wisselwerking tussen beide verklaar word. Die vergelyking is:

$$G_n = 5,4 + 0,53 (F_n + 1,7 Z_n + 0,003983 F_n Z_n),$$

waar G_n = N-opbrengs van die gras, F_n = N-peil van die kunsmis, Z_n = 'n raming van die grootte van die grond-N-poel. (LW $G_n = Z_n$ wanneer $F_n = 0$). Die regressie toon dat die omsetting van kunsmis-N (F_n) na gras-N (G_n) regstreeks van die N-status van die grond afhanglik is.

Die bewuswording van hierdie verwantskap het volgens Mott (1974) veel bygedra om die uiters teenstrydige stikstofherwinningswaardes wat in die literatuur vir snyproewe en weiproewe gerapporteer word, te verklaar. Brockman *et al.* (1971) se regressieverwantskap geld hoofsaaklik vir kleinperseelsnyproewe. Die wesentlike verskil tussen sny- en weiproewe is egter dat die primêre bydraende faktor tot die N-opbrengs van gras by snyproewe hoofsaaklik die N-peil van die kunsmis en die N-status van die grond is, terwyl die N in die ekskreta van beweiers by weidingsproewe 'n aanvullende faktor is (Davidson, 1964).

Met die voorgaande as agtergrond kan die toenemende herwinningswaardes van voedingstowwe wat gedurende agtereenvolgende seisoene in hierdie ondersoek voorgekom het, beter begryp word. Die herwinning van voedingstowwe as 'n persentasie van die toegediende kunsmishoeveelhede is derhalwe in die geval van hierdie ondersoek hoofsaaklik 'n funksie van die opbouing van grondvrugbaarheid deur beide die kunsmis en dierlike ekskreta. Die bydrae van elkeen van hulle kan egter nie onderskei word nie. Voorts moet die herwinningswaardes merendeels as 'n maatstaf van die doeltreffendheidsomset van kunsmis na benutbare voedingstowwe onder die verskillende behandelingstoestande as geheel gesien word. Dit moet ook in gedagte gehou word dat hier nie met reële herwonne opbrengste gewerk word nie maar wel met die geakumuleerde daaglikse beskikbare waardes.

Die gemiddelde seisoens- en kumulatiewe herwinning van N en P in die plantmateriaal vir die lig, matig en hoogbemeste behandelings (II, III en IV) word in tabel 42 aangetoon.

Tabel 42 bevestig dat daar met verloop van tyd 'n aansienlike opbouing van grondvrugbaarheid by elke behandeling voorgekom het. Die N- en P-herwinningswaardes was met die aanvang van die ondersoek by alle behandelings besonder laag. By behandeling II het negatiewe waardes voorgekom wat klaarblyklik aan 'n oorbenutting van die beskikbare plantmateriaal gedurende die betrokke seisoen te wyte is. 'n Grootse skaalse immobilisasie van anorganiese stikstof het waarskynlik ook gedurende die eerste seisoen plaasgevind, wat geleidelik oor die verloop van die proef opgehef is.

Die herwinning van stikstof in die plantmateriaal as 'n persentasie van die kunsmisstikstof was gedurende 1973–74 en 1974–75 (fase 1) tussen 8 en 11 persent hoër by die matig bemeste (III) as lig bemeste behandeling (II). Tydens fase 2 het die omgekeerde toestand geheers, sodat die stikstofherwinning by die lig bemeste behandeling (II) gedurende 1975–76 en 1976–77 onderskeidelik nagenoeg 22 en 9 persent beter as die van die matig bemeste behandeling (III) was. Indien die kumulatiewe herwinningswaardes verder vir die ooreenstemmende tydperk ten opsigte van hierdie twee behandelings vergelyk word, is dit duidelik dat die herwinning van stikstof aanvanklik veel hoër by die hoër bemestingspeil was, terwyl die veelading gedurende fase 1 op behandeling III ook in verhouding hoër as op behandeling II was. Na vyf jaar van bemesting en beweiding was daar egter nie 'n verskil in die kumulatiewe stikstofherwinning tussen die twee behandelings onder bespreking nie.

By die hoogbemeste behandeling (IV) was die stikstofherwinning gedurende 1973–74 nagenoeg 63 persent van die toegediende kunsmishoeveelhede. Hierdie besonder hoë herwinningswaardes wat gedurende die eerste seisoen van beweiding op die betrokke behandeling voor-

gekom het, kan moontlik grotendeels aan die mineralisasie van gebonde N tydens die veldvervangingsproses toegeskryf word. Indien dit wel die geval is, behoort die persentasie kunsmisstikstof wat deur mikrobies, organiese materiaal en plantwortels geïmmobiliseer word, veel laer as by die onversteurde veldbehandelings te wees. Daarbenewens beskik *Eragrostis curvula* cv. Ermelo waarskynlik oor 'n hoër genetiese stikstofherwinningsvermoë as die dominerende *Eragrostis chloromelas*-tipe op die ander behandelings.

Weens 'n oorbenutting van die beskikbare plantmateriaal was die stikstofherwinning by die hoogbemeste behandeling (IV) tydens 1974–75 nagenoeg 26 persent laer as die vorige seisoen. Dit is egter opvallend dat die ooreenstemmende afname van die fosforherwinning by behandeling IV vir 1974–75 minder as een persent laer as die voorafgaande seisoen was.

By alle behandelings het 'n skerp toename van die herwinningswaardes gedurende fase 2 voorgekom, aangesien veegetalle aansienlik verhoog is om gelyke weidrukbeheer toe te pas. Die bydrae van ekskreta tot die sirkulasietempo van voedingstowwe in die sisteem word duidelik hierdeur bewys. Gedurende 1976–77 is by die hoogbemeste behandeling (IV) ongeveer 15 persent meer stikstof in die plantmateriaal herwin as die hoeveelheid kunsmis-N wat vir die betrokke seisoen toegedien is. Volgens die kumulatiewe herwinningswaardes kan ook geredeneer word dat die grondvrugbaarheid na die totale toediening van ongeveer 600 kg N/ha en 1 000 koei-weidare oor vyf jaar sodanig verbeter het dat 'n seisoenskunsmis-toediening van 150 kg N/ha ten volle in die plantmateriaal herwinbaar is. Die mineralisasie van stikstof behoort derhalwe na bereiking van hierdie grondvrugbaarheidsvlak die immobilisasie van N te oortref. Kunsmisstikstof is gedurende die voorafgaande seisoene by hierdie behandeling sodanig geïmmobiliseer dat die opbrengs van plantmateriaal-N ongeveer 68 persent van die totale anorganiese N-toediening verteenwoordig.

Die herwinning van fosfor in die plantmateriaal as 'n persentasie van die toegedienende kunsmis-P was deurgaans aansienlik laer as die herwinningswaardes vir stikstof. Dit blyk ook dat die seisoens- en kumulatiewe herwinning van fosfor nie wesentlik tussen behandelings verskil het nie. Groot hoeveelhede fosfor is oënskynlik as gevolg van 'n wanverhouding in die bemestingspeile vasgelê, aangesien stikstof- en fosforopname deur plante in 'n relatief vaste verhouding plaasvind (*vide* 5.6.2.1).

5.7.2 Beskikbare voedingstowwe per dier

Die kwantitatiewe insette in terme van die beskikbare plantmateriaal per diere-eenheid is alreeds onder 5.5.2 bespreek. Na aanleiding van die chemiese ontledings van die plantmate-

riaal kan die insette in terme van die kwaliteit van die voedsel vervolgens beoordeel word.

Die totale beskikbare voedingstowwe per 100 kg lewende liggaamsmassa van die proefdiere per dag word in tabel 43 verstrekk. Hierdie gegewens word ook as 'n persentasie van die kontrolegemiddeldes in tabel 44 aangetoon.

Blykens tabel 44 was die relatiewe persentasie droë plantmateriaal per liggaamsmassa-eenheid gedurende fase 1 by enige van die bemeste behandelings minstens 40 persent laer as by die kontrole. Weens die kwaliteitsverbetering van die plantmateriaal as gevolg van bemesting was die beskikbare voedingstowwe per dier na verhouding hoër as die beskikbare oonddroë plantmateriaal maar nie sodanig dat bemeste persele meer voedingstowwe per dier beskikbaar gehad het as wat op die kontrolebehandelings voorgekom het nie.

Ofskoon droëmateriaalbeskikbaarheid tussen behandelings gedurende fase 2 bykans eenvormig was, was die relatiewe persentasie beskikbare stikstof, fosfor en kalium per 100 kg tussen 21 en 34 persent hoër op bemeste as op onbemeste persele.

Tabel 43 toon dat die totale beskikbare stikstof, fosfor en kalium gedurende 1973–74 nie tussen proefbehandelings statisties beduidend verskil het nie. Gedurende 1975–76 en 1976–77 was interbehandelingsverskille ten opsigte van die beskikbaarheid van magnesium ook afwesig. Die ruvesel per 100 kg het dienoooreenkomstig ook nie gedurende 1974–75 en 1975–76 onderling tussen behandelings verskil nie, terwyl dieselfde vir verteerbare energie (VE) gedurende 1975–76 gegeld het. Die statistiese ontledings toon verder dat daar (met uitsondering van Ca en VE) geen beduidende verskille tussen die drie behandelings waarop bemesting toegedien is, ten opsigte van beskikbare voedingstowwe per dier voorgekom het nie. Die beskikbare kalsium per 100 kg liggaamsmassa was gedurende die laaste drie eksperimentele seisoene hoogs beduidend minder op behandeling IV as op enige van die ander behandelings. Die beskikbare VE was ook tydens die 1974–75-seisoen van fase 1 en gedurende die 1976–77-seisoen van fase 2 beduidend ($P < 0,01$) minder op die hoogbemeste as op die kontrolebehandeling.

Die totale beskikbaarheid van voedingstowwe per diere-eenheid, soos hierbo bespreek, verskaf egter slegs 'n eensydige beeld van die voedingsbydrae van 'n weiding tot diereprestasie. Indien die kwantiteit van die beskikbare voedingstowwe per dier nie beperkend is nie, kan aanvaar word dat diereprestasie hoofsaaklik deur die hoeveelheid voedingstowwe wat 'n dier daaglik kan inneem, beperk sal word. Melkproduksie en/of liggaamsmassaveranderinge sal derhalwe regstreeks van die voedingswaarde van die beskikbare voedsel afhang, op voorwaarde

dat die voedsel voorhande die daaglikse kwantiteitsbehoefte van die diere oorskry en dat die genetiese produksieplafon van die diere nie deur die voedingspotensiaal van die weiding oortref word nie (Stobbs, 1975).

Verskeie metaboliese studies het reeds bewys dat daar 'n regstreekse verwantskap tussen die verteerbaarheid en die inname van voersoorte bestaan (indien proteïen en minerale nie beperkend is nie) en dat diereprestasie derhalwe proporsioneel tot die inname van verteerbare plantmateriaal is (Stobbs, 1975; Bredon, 1976).

Weens die omslagtigheid en koste verbonde aan innamebepalings is dit egter nie vir hierdie ondersoek oorweeg nie. Volgens Stobbs (1975) kan slegs verskille van meer as 25 persent met betroubaarheid deur die tans bekende inname tegnieke vir weiende diere bepaal word. Daarbenewens is dit wenslik dat meer as een metode gelyktydig vir 'n bepaalde ondersoek aangewend moet word om die invloed van nie-eksperimentele faktore te beperk.

Weens die relatief ondoeltreffende mannekragbesteding wat innamebepalings vereis, is besluit om as alternatief van bestaande of aangepaste regressieverwantskappe uit die literatuur vir innameberamings gebruik te maak. Die Britse (ARC, 1965) en Amerikaanse (NRC, 1971) voedingstandaarde vir lakterende koeie wat deur die personeel van Cedara vir Suid-Afrikaanse toestande aangepas is (Bredon, 1976), is gevolglik as algemene riglyn vir die beoordeling van die voedingsregime van die proefdiere gebruik.

Die gemiddelde daaglikse droëmateriaalinnames per 100 kg liggaamsmassa van die proefdiere is volgens 'n regressievergelyking van getabelleerde innames van Frieskoeie by verskillende melkproduksievlakke en energiekonsentrasies (Bredon, 1976) bereken. Binne die omvang van die liggaamsmassa- en produksiegemiddeldes van die proefdiere is die verwantskap tussen inname per 100 kg (Y) en melkproduksie (X) soos volg:

$$Y = 0,0504X + 2,084 \quad (r = 0,9961)$$

Aangesien die kragvoerinnames tydens fase 1 en die gemiddelde daaglikse lekinnames bekend was, kan die skynbare weidingsinname bereken word deur die verskil tussen die totale voerinname en die kragvoer- en lekinname te bepaal. Voortvloeiend hieruit kon 'n berekening van die daaglikse benutting van die beskikbare droë plantmateriaal per 100 kg lewende liggaamsmassa gedoen word, waarna die voedingstofkonsentrasies in die totale dieet en die benutbare voedingstowwe per massa-eenheid beraam is.

Na aanleiding van die voorgaande word die totale daaglikse voerinname en die individuele komponente daarvan, naamlik die weidingsinname, kragvoerinname en lekinname, in tabel 45 verstrekk. Die persentasie benutting van die beskikbare droëmateriaal en die weidingsinname as 'n persentasie van die totale droëmateriaalinname word ook in hierdie tabel verstrekk.

Die gemiddelde daaglikse droëmateriaalinname was volgens die regressievergelyking nagenoeg 2,68 persent van die diere se liggaamsmassa en het jaarliks met minder as drie persent tussen proefbehandelings verskil. Die berekende droëmateriaalinname was egter oor al vier handelings gemiddeld 4,1 persent hoër gedurende fase 1 (1973–74 en 1974–75) as gedurende fase 2 (1975–76 en 1976–77).

Kragvoerbyvoeding het nagenoeg een derde van die droëmateriaalinname tydens fase 1 verteenwoordig. Gedurende fase 2 het 99,2 persent van die inname uit weiding bestaan en die restant uit die inname van sout- en dikalsiumfosfaatlek.

'n Statistiese ontleding van die gemiddelde daaglikse lekinname en die beraamde fosfor- en kalsiumbydrae daarvan tot die dieet van die proefdiere word aanvullend in tabel 46 verskaf. Hierdie gegewens toon dat die lekinname redelik gevarieer het en dat geen beduidende innameverskille gedurende fase 1 tussen handelings voorgekom het nie. Daarteenoor was die interhandelingsverskille tydens die tweede stadium van die ondersoek hoogs betekenisvol ($P < 0,01$). Gedurende 1975–76 was die lekinname op die kontrole beduidend laer as op enige van die ander handelings, wat nie onderling verskil het nie. Gedurende die droër toestande van 1976–77 was die gemiddelde lekinname ongeveer 32 persent laer as die voorgaande natter seisoen. Die behandelingstendense van hierdie twee seisoene was ook wyd uiteenlopend.

Tydens die nat seisoen was die lekinname die by die lig, matig en hoogbemeste handelings onderskeidelik 41, 57 en 43 persent hoër as by die kontrole. Onder die droër toestande van 1976–77 is egter 'n hoër ($P < 0,05$) gemiddelde lekinname as op die kontrole by die diere van die lig bemeste sowel as die matig en hoogbemeste handelings genoteer. Gedurende die laaste seisoen was die relatiewe inname op die lig bemeste behandeling 34 persent hoër as op die kontrole, terwyl die diere van die matig bemeste behandeling nagenoeg dieselfde inname as die kontrolegroep gehandhaaf het en by die hoogbemeste behandeling slegs sewe persent meer van die lek as die kontrolegroep ingeneem het. Volgens die jaarlikse proefgemiddeldes blyk dit dat daar moontlik 'n verwantskap tussen lekinname en reënval bestaan.

Die geskatte benutting van beskikbare droëmateriaal (tabel 45) is bereken deur die weidingsinname as 'n persentasie van die beskikbare droëmateriaal per 100 kg uit te druk. Volgens hierdie maatstaf is gedurende die aanvangseisoen ongeveer 24 persent van die beskikbare plantmateriaal op die kontrole en nagenoeg 60 persent op behandeling II en III deur die diere benut. Gedurende 1973–74 is slegs 17 persent van die plantmateriaal op die kontrole en nagenoeg 29 persent op elk van die drie bemeste behandelings afgevrete. Tydens 1974–75 is gemiddeld 17, 31, 33 en 42 persent van die weiding op elk van die vier behandelings, in stygende orde van intensivering ingeneem.

Dit moet beklemtoon word dat die voormelde benuttingswaardes gedurende fase 1 uitsluitlik ontblaring deur diere verteenwoordig. Dit sluit derhalwe nie die addisionele benutting van die beskikbare plantmateriaal deur die hooimaakproses in nie.

Gedurende fase 2 is gemiddeld 36,1 persent van die beskikbare plantmateriaal tydens die eerste seisoen en 33,8 persent tydens die tweede seisoen deur die proefdiere en vullers ingeneem. Die persentasie benutting was beide seisoene die beste op die persele van behandeling III en die swakste op die kontrolebehandeling. Hierdie verskil het gedurende 1975–76 gemiddeld 5,4 persent beloop, maar onder die droër toestande van 1976–77 was dit bykans drie keer so hoog.

Op grond van die totale beraamde inname van plantmateriaal, kragvoer (tydens fase 1) en lek is die beraamde samestelling van die volledige daaglikse dieet en die benutbare voedingstowwe per 100 kg liggaamsmassa bereken. Hierdie gegewens word in tabel 47 verstrekk.

Uit tabel 47 is dit duidelik dat die kragvoeraanvulling, wat teen ongeveer 'n derde van die daaglikse inname verskaf is, 'n aansienlike kwaliteitsverbetering in die totale voersamestelling meegebring het. Die verbeterde droëmateriaalinname van 4,1 persent weens die hoër verteerbaarheid van die totale rantsoen van fase 1 het verder daartoe bygedra dat die totale ruproteïëninname tydens fase 1 33 persent hoër as tydens fase 2 was. Verteerbare ruproteïen-, energie- en fosforinnames was dienoooreenkomstig 69, 18 en 41 persent hoër tydens fase 1 as tydens fase 2. Die gemiddelde voersamestelling van fase 1 was egter ongeveer 18 persent armer aan benutbare kalsium as die van fase 2.

Weens die kragvoeraanvulling tot die dieet van die proefdiere behoort die relatiewe behandelingsinvloed op diereprestasie na verwagting gedurende fase 1 aansienlik kleiner as tydens fase 2 te wees. Tydens fase 1 was die verteerbare ruproteïengehalte (VRP) in die voersamestelling van behandelings II, III en IV gemiddeld 17, 26 en 35 persent hoër as die van die

kontrole. Gedurende fase 2 is die VRP-gehalte van die kontrolevoer daarenteen met 54, 85 en 88 persent deur die ooreenstemmende behandelings oortref.

Die relatiewe behandelingsinvloed op die energie- en mineraalgehalte van die voedsel wat op die verskillende behandelings ingeneem is, was egter heelwat kleiner as in die geval van verteerbare ruproteïen. Die hoogste waardes het nietemin deurgaans by behandeling III voorgekom. Gedurende fase 1 was die gemiddelde VE-, Ca- en P-inhoud van die totale dieet op behandeling III 2, 4 en 7 persent hoër as die kontrolegemiddeldes, terwyl die gemiddeldes van die voormelde voedingstowwe gedurende fase 2 onderskeidelik 3, 20 en 41 persent hoër as die kontrole was.

Die gemiddelde daaglikse voedingsbehoefte van die proefdiere op die verskillende behandelings word in tabel 48 aangetoon. Hierdie benodigdhede is volgens die voedingstandaarde van die NRC (1971) en Bredon (1976) bereken om aan die behoeftes vir onderhoud en produksie by die betrokke liggaamsmassas en melkproduksievlakke wat die diere onder die proefomstandighede gehandhaaf het, te voldoen. Die beskikbaarheid van sekere voedingstowwe as 'n persentasie van die totale daaglikse onderhouds- en produksiebehoefte van die proefdiere word ook in tabel 48 aangetoon.

Met die voorbehoud dat minerale en spoorelemente nie beperkend is nie, val die klem by die Suid-Afrikaanse voedingstandaarde, volgens Bredon (1976), hoofsaaklik op die bevrediging van die diere se voedingsbehoefte aan verteerbare ruproteïen en verteerbare energie. Vergelykenderwys is die VRP-behoefte ongeveer een tot twee persent en die energiebehoefte nagenoeg 20 persent hoër as die NRC-standaarde. Die rede vir hierdie verskil is hoofsaaklik daarin geleë dat die Britse en Amerikaanse standaarde verfyn is om by die Suid-Afrikaanse toestande aan te pas en om 'n noue ooreenkoms tussen voorspelde en werklike melkopbrengs onder plaaslike toestande te verkry. Bredon (1976) se voedingstandaarde maak derhalwe onder andere voorsiening vir die addisionele energiebehoefte van die koeie om minstens 5 km per dag te loop, en dit neem die energiebehoefte by verskillende bottervetgehaltes van die melk in ag. Die melkproduksievlak van die koeie en die energiekonsentrasie van die voer word verder ook hiervoor in aanmerking geneem. Ofskoon Suid-Afrikaanse standaarde reeds beskikbaar is, word die NRC-standaarde egter nog algemeen in Suid-Afrika as 'n verwysingsvlak gebruik (Van der Merwe, 1977). Die behoeftes en beraamde bevrediging volgens beide standaarde word dus aangebied.

Die voedingstandaarde van Bredon (1976) toon dat die VRP-behoefte van die diere gedurende fase 1 feitlik deurgaans by alle behandelings behalwe die kontrole bevredig is. Die kontrole-

behoefte is egter gedurende 1973–74 met nagenoeg 7 persent oortref, terwyl die diere op behandeling IV 'n VRP-surplus van gemiddeld 44 persent gehad het. Gedurende die eerste en die derde proefseisoen het die diere op onbemeste veld waarskynlik aan 'n proteïentekort van tussen 10 en 14 persent gely ten spyte daarvan dat 'n derde van hulle dieet met kragvoer aangevul is.

Tydens fase 2 was die VRP-tekorte by diere op die vier proefbehandelings respektiewelik gemiddeld 50, 28, 14 en 7 persent. Dit is derhalwe duidelik dat selfs die hoogste bemestingspeil (150 kg N/ha en 45 kg P/ha) nie die proteïenwaarde van die weiding, wat oorwegend uit *Eragrostis*-spp. bestaan, sodanig kan vermeerder dat dit aan die behoeftes van melkkoeie voldoen het nie.

Bredon (1976) se standaard toon dat die energiebehoefte van die diere op alle behandelings gedurende fase 1 geredelik bevredig is. Gedurende fase 2 was die gemiddelde energietekorte op enige van die behandelings klaarblyklik nie groter as 12 persent nie. Die interbehandelingsverskille binne seisoene ten opsigte van energiebesikbaarheid en -behoefte was gedurende nie een seisoen meer as gemiddeld 3,8 persent nie. Op grond hiervan kan verwag word dat energie by relatiewe behandelingsverskille ten opsigte van diereprestasie 'n ondergeëkte plek beklee het. Behandelingsverskille met betrekking tot diereprestasie wat aan die daaglikse dieet toegeskryf kan word, sal derhalwe hoofsaaklik aan verskille in proteïen en minerale toegeskryf kan word.

Afgesien daarvan dat 'n sout- en dikalsiumfosfaatlek *ad lib.* beskikbaar was, was daar gedurende fase 1 volgens die NRC-standaarde 'n tekort van tussen 10 en 30 persent aan kalsium op die verskillende behandelings. Tydens fase 2 was die kalsiuminname egter voldoende, hoewel daar aanduidings bestaan dat daar moontlik gedurende 1976–77 tekorte by behandeling IV voorgekom het.

Die bevrediging van die fosforbehoefte van die diere het in 'n groot mate van die seisoensfosforinhoud van die plantmateriaal en die inname van die minerale lek afgehang. Gedurende 1972–73 was die fosforinhoud van die plantmateriaal besonder laag, en die lek is in sulke klein hoeveelhede ingeneem dat daar nie deur kragvoeraanvulling in die fosforbehoefte van die diere voorsien kon word nie. Tydens 1973–74 en 1974–75 was die totale fosforinname waarskynlik voldoende om aan die behoeftes van die diere op al die behandelings te voldoen.

Aangesien die lekinname gedurende 1975–76 by die matig en hoogbemeste behandelings respektiewelik ongeveer 90 en 60 persent hoër as vir dieselfde behandelings gedurende

1976—77 was, is die fosforbehoefte van die diere in die afwesigheid van kragvoeraanvulling bevredig. Gedurende 1975—76 was die gemiddelde fosfortekort by die kontrole en die lig bemeste behandeling egter respektiewelik nog ongeveer 21 en 8 persent, terwyl die P-tekort tussen die kontrole en die hoogbemeste behandeling gedurende 1976—77 van 32 tot 15 persent gevarieer het.

Opsommend is dit uit die voorgaande duidelik dat onbemeste oulande en selfs 'n aanvulling van kragvoer tot 'n derde van die diere se behoeftes op onbemeste veld nie die voedingsbehoefte van melkkoeie volgens die bestaande voedingstandaard kon bevredig nie. Dit wil ook voorkom asof 'n bemesting van 100 kg N/ha op oulande deurgaans 'n bevredigender voedingswaarde en inname van plantmateriaal as die laer bemestingspeil of as 'n hoër bemestingspeil van 150 kg N/ha op 'n suiwer aangeplante *Eragrostis curvula* cv. Ermelo-weiding verseker het. Vanuit 'n voedingsoogpunt sou 'n weiding wat met meer as 100 kg N/ha en 30 kg P/ha bemes is, 'n geskikte ruvoerbron uitmaak indien verdere aanvulling in die vorm van kragvoer verskaf kan word. Indien geen kragvoer verskaf word nie, sou 'n drasiese algehele voedingtekort by onbemeste veld verwag kan word en hoofsaaklik 'n mineraaltekort by 'n hoë bemestingspeil op *Eragrostis curvula*-weidings.

Gedurende fase 1, waartydens 'n kragvoeraanvulling aan die diere verskaf is, was daar 'n aansienlike Ca-tekort in die dieet, terwyl 'n proteïen-, energie- en fosfortekort gedurende fase 2 opvallend was. Hierdie wanbalans kan grootliks oorbrug word deur 'n geskikte peulgewas by die weiding in te skakel (Stobbs, 1975) en verder van alternatiewe bronne van kragvoer en minerale lekkes gebruik te maak.

5.8 MELKPRODUKSIE

Vir die biologiese beoordeling van radikale veldverbetering in terme van diereprestasie is melkpobrenge per diere-eenheid en per oppervlakte-eenheid ongetwyfeld die twee deurslaggewende produksienorme van hierdie ondersoek. Ten einde objektiwiteit by interbehandelingsvergelykings so ver moontlik te bevorder is verskillende opbrengsmaatstawwe en aanpassingstegnieke bestudeer. Slegs dié metodes wat bevredigende resultate gelever het, word hier gerapporteer.

5.8.1 Melkproduksie per dier

Volgens oorsese literatuur (Whitehead, 1970; Noller & Rhykerd, 1974) en plaaslike bevindings (Rose, 1956) blyk dit dat melkproduksie per dier nie noemenswaardig deur stikstofbemesting *per se* beïnvloed word nie maar dat dit veelvoudige opbrengsvermeerderings in terme van produksie per oppervlakte-eenheid veroorsaak. Statisties beduidende produksieverskille tussen eksperimentele proefdiere is derhalwe redelik uitsonderlik. Die welslae van intensiveringsmaatreëls word om hierdie rede meestal slegs in terme van melkopbrengste per oppervlakte-eenheid beklemtoon.

Ofskoon behandelingsinvloede by melkproduksiestudies dikwels relatief klein of selfs onbeduidend is, veroorsaak eksterne nie-behandelingsfaktore meestal dat behandelingsinvloede weens bykomende foutvariëansie volkome versluierd raak (Lucas, 1960b; Gill, 1969). In hierdie ondersoek is, soos reeds onder proefprosedures vermeld, so noukeurig moontlik voorsorg getref om die nie-behandelingsvariasie tot die minimum te beperk. Dit het waarskynlik daartoe bygedra dat hoogs beduidende ($P < 0,01$) statistiese verskille met betrekking tot melkproduksie per dier tussen behandelingsgroepe blootgelê kon word.

'n Ewekansige blokontleding van die gemiddelde daaglikse aanvangsproduksie per 100 kg liggaamsmassa (met diere as herhalings) word in tabel 49 verstrekk. Die resultate van hierdie ontledings toon dat die aanvangsproduksie tussen proefbehandelings binne seisoene nie beduidend verskil het nie. Behandelinginvloede wat gedurende die verskillende proefperiodes voorgekom het, kan dus, hiervolgens, nie tot produksieverskille tussen eksperimentele diere tydens die standaardisasieperiode herlei word nie. Ofskoon die intraseisoensbehandelingsverskille blykens tabel 49 onbeduidend was, het die interseisoensproefgemiddeldes egter met meer as 20 persent verskil. Hierdie verskille moet hoofsaaklik aan die seisoensvariasie tussen eksperimentele diere toegeskryf word.

Die gemiddelde daaglikse melkproduksie per dier word volgens verskillende opbrengseenhede in tabel 50 verstrek. Deur middel van hierdie maatstawwe is die gegewens in die eerste plek vir variasie in liggaamsmassa tussen proefdiere en proefbehandelings en in die tweede plek vir differensiële bottervetverskille gekorrigeer. Dieselfde gegewens word ook as relatiewe persentasies van die kontrolegemiddeldes in tabel 51 aangetoon. Vir die ontledings van tabel 50 is die weiperseel en die groep diere wat daarop verkeer; in geheel as 'n integrerende eksperimentele eenheid aanvaar (Lucas, 1960b; Morley & Spedding, 1968). Die perseelgemiddeldes het vir 1972–73 tot 1976–77 – afhangende van die voltooide weisiklusse – respektiewelik uit 5, 5, 6, 6 en 6 herhaaldelike waarnemings elk bestaan. Elke waarneming het op sy beurt weer uit drie- of vierdaagse okkupasieperiodes bestaan. Die gegewens wat hieruit voortgespruit het, is deur middel van 'n bloklose ontwerp ontleed en het bykans deurgaans hoogs beduidende ($P < 0,01$) interbehandelingsverskille weerspieël.

Die verskillende eenhede waarvolgens melkproduksie per dier uitgedruk is (tabel 50 en 51), het uiteenlopende behandelingsreaksies in vergelyking met die kontrolegemiddeldes getoon. Vir alle praktiese doeleindes is gevind dat die voorstelling van die gegewens as melkproduksie per 100 kg liggaamsmassa of as vier persent-vetgekorreerde melkopbrengs (VGM) per 100 kg liggaamsmassa 'n redelik betroubare weerspieëling van behandelingsinvloede verteenwoordig. Vergelykende studies het verder getoon dat weinig verbetering behaal word deur van fyner maatstawwe, soos byvoorbeeld produksie per metaboliese grootte ($W_{kg}^{0,75}$), gebruik te maak.

Volgens die relatiewe behandelingsinvloede (tabel 51) was die gemiddelde melkproduksie per dier aansienlik hoër op die intensief bemeste persele as op die ekstensiewe kontrole. Gedurende 1973–74 en 1974–75 (fase 1) was die gemiddelde daaglikse melkproduksie per dier van die koeie op beide die lig en matig bemeste behandelings (II en III) gemiddeld agt persent hoër as die kontroleopbrengste, en op die swaarbemeste persele (behandeling IV) nagenoeg vyf persent meer as die produksie van die groep op behandeling I. Die kwaliteit van die dieet op die verskillende behandelings word egter duideliker in die gemiddelde daaglikse melkproduksie per dier van fase 2 as van fase 1 gereflekteer. Melkopbrengste per koei was tydens fase 2 gemiddeld 14 persent hoër by die diere op die lig bemeste behandeling (II); tussen 13 en 20 persent hoër op die matig bemeste behandeling (III) en het van vier persent laer tot agt persent hoër as die kontrole op die swaar bemeste behandeling (IV) gevarieer.

Deur melkproduksie as opbrengste per 100 kg uit te druk word die verwantskap wat liggaamsmassa op die melkproduksie per dier uitoefen, opgehef. Die gegewens van tabel 51 toon dat die gemiddelde daaglikse melkproduksie per massa-eenheid op behandelings II en III vir drie

uit die vyf seisoene nie beduidend van mekaar verskil het nie. Met die uitsondering van die 1972–73-gegewens was die opbrengs van lig bemeste behandelings (50 kg N/ha en 15 kg P/ha) deurgaans ongeveer agt persent hoër as kontroleopbrengs. Gedurende 1973–74 tot 1975–76 was die melkproduksie per 100 kg van die diere op matig bemeste veld (100 kg N/ha en 30 kg P/ha) vergelykbaar met die van lig bemeste persele, maar tydens 1976–77 was dit hoogs beduidend ($P < 0,01$) meer as enige van die ander behandelings. Melkproduksie per massa-eenheid was op die persele van behandeling IV jaarliks, met uitsondering van 1975–76, gemiddeld drie tot vyf persent hoër as die produksie van kontrolepersele.

Die feit dat die melkopbrengs gedurende 1975–76 op behandeling IV volgens alle produksie-maatstawwe laer as die kontroleopbrengs was, kan waarskynlik deels aan weerstoestande toegeskryf word. Weens die hoë reënval van 1975–76 en die relatief hoë bemesting wat op behandeling IV toegedien is, het die *Eragrostis curvula* reeds in 'n vroeë stadium van die seisoen uitgegroeï en volwassenheid bereik. Die voedingswaarde en smaaklikheid van die plantmateriaal het gevolglik (blykens tabel 33) op die betrokke behandeling vinniger afgeneem, terwyl die veselinhoud van die plantmateriaal aan die ander kant op die swaarbemeste behandeling (IV) vinniger as op die ander proefbehandelings toegeneem het.

Die voorstelling van melkopbrengs per dier volgens die twee produksie-maatstawwe wat tot dusver bespreek is, lê sekere opvallende verwantskappe tussen die voedingsinset en diereprestatie bloot. Eerstens word die verhouding tussen melkproduksie en liggaamsmassa deur die verskille in die resultate van die twee produksie-maatstawwe beklemtoon, en tweedens verskaf hierdie twee parameters 'n redelik objektiewe aanduiding van die relatiewe behandelingsreaksies as gevolg van die twee uiteenlopende bestuursmetodes wat tydens fase 1 en fase 2 toegepas is.

Volgens die ontledings in terme van melkproduksie per 100 kg is dit derhalwe duidelik dat die relatiewe behandelingsinvloed van bemesting op melkproduksie tydens fase 1 en fase 2 nie merkbaar deur die bestuursverskille beïnvloed is nie (tabel 51). Die gemiddelde produksie gedurende fase 2 was nietemin in verhouding laer as gedurende fase 1. Uit die gegewens van tabel 51 kan verder afgelei word dat die relatiewe behandelingsreaksie (as 'n persentasie van die kontrolegemiddeldes) vir die verskillende behandelings redelik eenvormig oor seisoene was, ongeag die verandering wat in liggaamsmassa voorgekom het.

Die gemiddelde vier persent bottervetgekorregerde melkproduksie per dier was gedurende fase 1 (1973–74 en 1974–75) respektiewelik nagenoeg ses, nege en vyf persent hoër vir behandelings II, III en IV as vir die kontrolebehandeling. Tydens fase 2 het die ooreenstem-

mende behandelingsgroepe gemiddeld 16, 18 en tussen -7 en +9 persent meer as die kontrolegroep geproduseer. Ontledings van vetgekorregerde melkproduksie per 100 kg toon dat die lig, matig en hoogbemeste behandelings die kontrole tydens fase 1 met gemiddeld 6, 9 en 3 persent en tydens fase 2 met 10, 13 en -9 tot +6 persent oortref het.

Opsommend kan uit die proefgegewens afgelei word dat die tendens wat by die chemiese ontledings van die plantmateriaal voorgekom het, deur melkproduksie per dier weerspieël word. Die biologiese waarde van die plantmateriaal het derhalwe by die matig bemeste behandeling 'n optimum bereik. Hierdie verskynsel is egter die beste geïllustreer waar produksie in terme van die kwaliteit van die geproduseerde melk voorgestel word. Hiervolgens blyk dit dat vir elke eenheid energie wat verbruik is om 'n standaardhoeveelheid bottervet in die melk te produseer, die diere van die matig bemeste behandeling (III) feitlik deurgaans hoogs beduidend meer melk as op enige van die ander behandelings geproduseer het. By die produksieparameters waar die kwaliteit van die geproduseerde melk egter nie in ag geneem word nie, naamlik melkproduksie per dier of per 100 kg, was daar weinig verskil tussen die produksie van die lig en matig bemeste behandelings (II en III), wat meestal beduidend meer as die opbrengs van die kontrole en die hoogbemeste behandeling (IV) was.

'n Vergelyking van die gemiddelde daaglikse melkproduksie tussen eksperimentele seisoene word in tabel 52 aangetoon. Soos reeds vermeld het die aanvangsgemiddeldes sodanig tussen seisoene gevarieer dat daar van 'n geskikte aanpassingsmetode gebruik gemaak moes word om geldige opbrengsvergelykings tussen seisoene te tref. 'n Eenvoudige korreksiemetode is toegepas deur die seisoensproduksiegemiddeldes as 'n persentasie van die oorspronklike aanvangsproduksie te bereken en hierdie waardes as 'n standaardisasiefaktor vir 'n arbitrêre maar vaste aanvangsproduksie aan te wend. Die gekose aanvangsproduksie was 3,240 kg /100 kg, aangesien dit die gemiddelde aanvangsproduksie van alle behandelings vir 1973-74- tot 1976-77 was.

Tabel 52 toon dat die gemiddelde daaglikse produksies vir die 1973-74- tot 1976-77-seisoen nagenoeg 73, 72, 58 en 67 persent van die oorspronklike aanvangsproduksies per 100 kg beloop het. Die VGM/100 kg het ooreenstemmend 76, 75, 59 en 73 persent van die oorspronklike beginproduksies verteenwoordig. Hiervolgens is dit duidelik dat melkproduksie gedurende die 1975-76-seisoen aansienlik swakker as enige van die ander seisoene was. Laktasie is gedurende hierdie seisoen na 'n weitydperk van 140 dae gestaak, maar die diere is toegelaat om 'n verdere 28 dae op die weidings te verkeer. Tydens 1973-74, 1974-75 en 1976-77 het sowel die produksie- as die weiperiodes respektiewelik oor 140, 168 en 168 dae gestrek.

Ofskoon daar gedurende 1975–76 winderige toestande geheers het en 'n groot aantal reën-dae voorgekom het waartydens die diere traag was om te wei, was dit tydens die aanvang van die seisoen opvallend dat die proefdiere nie gedurende die voorafgaande winter voldoende liggaamsreserwes opgebou het nie. Ondanks die weerhouding van kragvoer (volgens die fase 2-bestuurspatroon) was hierdie faktore klaarblyklik die primêre oorsaak van die skerp afname in melkproduksie aan die einde van die groeiseisoen. Tydens die aanvang van die 1976–77-seisoen was die liggaamstoestand van die proefdiere egter uitstekend en het dit geblyk dat die groepe op al vier behandelings in staat was om minstens 168 dae aktief te produseer.

Die verskil tussen die aangepaste produksiegemiddeldes van fase 1 en 2 is volgens tabel 52 ongeveer 11,5 persent vir melk wat nie vir bottervet gekorrigeer is nie, en 14,2 persent waar laasgenoemde korreksie wel toegepas is. Ontledings van die onderlinge verskille tussen seisoene toon dat die variasie tussen die twee verteenwoordigende seisoene van fase 1 onbeduidend was maar dat die produksieverskille tussen die laaste twee eksperimentele seisoene in die geval van VGM/100 kg bykans 24 persent was.

Waar beide seisoene van fase 1 met 1976–77 van fase 2 vergelyk word, blyk dit egter dat die produksieverskille by die matig bemeste persele van behandeling III, ondanks die bestuursverskille, onbeduidend was. Die vetgekorrigeerde melkproduksie van behandeling IV het gedurende 1973–74 ook nie van die opbrengste op dieselfde behandeling tydens 1976–77 verskil nie. Dienooreenkomstig was daar ook nie verskille tussen die vetgekorrigeerde melkopbrengste van 1974–75 en 1976–77 op die lig bemeste behandeling (II) nie. In teenstelling hiermee het die 1975–76-seisoen van fase 2 gemiddeld 26 persent minder melk op al die behandelings as gedurende enige van die fase 1-seisoene geproduseer.

Uit die voorgaande vergelykings is dit duidelik dat die seisoensproduksietendens grootliks van die liggaamsreserwes afhanklik is wat gedurende die laat dragtigheid en vroeë laktasieperiodes opgebou is. Die onttrekking van kragvoer en die vervanging van 'n wei-snystelsel met 'n getallemanipulasie van beweiërs om die beskikbare plantmateriaal te beheer het gedurende 1975–76, toe die diere aan die begin van die seisoen in 'n relatief swak toestand verkeer het, tot drastiese produksieafnames gelei. Hierteenoor blyk dit dat indien die diere tydens die voorbehandelingsperiode voldoende liggaamsreserwes opgebou het, soos gedurende die 1976–77-seisoen, die onttrekking van kragvoer by matig bemeste persele geen nadelige invloed op produksie uitoefen nie.

5.8.2 Melkproduksie per hektaar

Die totale melkopbrengs wat per oppervlakte-eenheid gedurende die vyf eksperimentele seisoene op die vier proefbehandelings geproduseer is, word in tabel 53 aangetoon. Die relatiewe opbrengs as 'n persentasie van die kontrole word ook in hierdie tabel verstrekk.

Statistiese ontledings toon dat die opbrengs per hektaar jaarliks as gevolg van intensiveringsinkremente hoogs beduidend toegeneem het. Hierbenewens het melkproduksie, soos plantmateriaalopbrengs, ook van die aanvang- tot die afsluiting van die ondersoek 'n stygende tendens getoon. Die gemiddelde VGM-opbrengs het van 1 828 kg/ha gedurende 1973–74 tot 3 363 kg/ha gedurende 1976–77 toegeneem.

Die twee bestuursmetodes wat tydens die studie toegepas is, het aansienlike interbehandelingsverskille opgelewer. Gedurende fase 1 is aanvanklik vaste veeladings aan elk van die behandelings toegeken. Indien melkopbrengs as 'n persentasie van die kontrole uitgedruk word, sou daar volgens hierdie veeladings verwag word dat die relatiewe opbrengs ongeveer 100, 200, 267 en 400 persent vir behandelings I tot IV behoort te wees, indien verder ook aanvaar word dat daar geen produksieverskille tussen behandelings voorkom nie.

Tabel 53 toon dat die relatiewe VGM-produksie inderdaad beter as die verwagte opbrengs gedurende fase 1 was. Die gemiddelde VGM-opbrengs/ha was gedurende 1973–74 en 1974–75 112, 190 en 322 persent hoër as die opbrengs van kontrolepersele. Hierteenoor was die kumulatiewe beskikbare droë materiaal vir die ooreenstemmende behandelings gedurende fase 1 slegs 15, 51 en 103 persent hoër as die kontroleopbrengs. Hieruit blyk dit dat melkproduksie per dier klaarblyklik nie drasties deur die variasie binne die omvang van die toegepaste weidruk beïnvloed is nie en dat die opbrengs per hektaar feitlik regstreeks van die aantal diere per oppervlakte-eenheid afgehang het. Die kwaliteit van die volle dieet (plantmateriaal plus kragvoer) het onder die proefomstandighede waarskynlik 'n groter beperking as die kwantiteit ingehou. Die kragvoeraanvulling gedurende fase 1 het moontlik verder grootliks vir die skommeling in die beskikbaarheid en die kwaliteit van die plantmateriaal vergoed.

Tydens fase 2 is gepoog om 'n vaste weidruk tussen behandelings te handhaaf deur die dieregetalle volgens die beskikbare plantmateriaal te manipuleer. Die relatiewe opbrengste van die kumulatief beskikbare plantmateriaal was gedurende hierdie tydperk gemiddeld 124, 134 en 206 persent van die kontroleproduksie vir behandelings II to IV respektiewelik. Die plantmateriaal op die bemeste persele het egter weer eens 'n hoër biologiese waarde as die kon-

trole vertoon, aangesien VGM-opbrengste per hektaar 139, 168 en 229 persent van die kontroleopbrengs opgelewer het.

Uit die gegewens van tabel 53 is dit verder opvallend dat die behandelings wat die laer vlakke van intensivering verteenwoordig het, gedurende fase 1 relatief onderbenut was en gevolglik ook dienooreenkomstig minder melk opgelewer het. Weens die algemene toename in grondvrugbaarheid wat met verloop van tyd voorgekom het asook die bydrae van die toegepaste bestuursverandering was die VGM-opbrengs per hektaar van behandeling I tot IV gedurende fase 2 gemiddeld 94, 27, 13 en 6 persent hoër as tydens fase 1.

Uit die voorgaande is dit duidelik dat bestuur, benewens ander faktore, prominente invloed op melkproduksie per hektaar (en gevolglik die ekonomiese voordele van die stelsels) uitoefen. Dit is ook alreeds by die ontledings van melkopbrengs per dier aangetoon dat dit noodsaaklik is om sekere aanpassings tussen proefbehandelings en seisoene na aanleiding van verskillende aanvangsproduksies te doen ten einde die vergelykbaarheid van die resultate te verbeter.

In die geval van die totale melkopbrengs per hektaar is die behandelingsgemiddeldes derhalwe volgens twee afsonderlike maatstawwe gekorrigeer. Vir die eerste korreksie is die proefgemiddeldes (a) by 'n konstante aanvangsproduksie (3,240 kg/100 kg) en (b) 'n konstante volwasse liggaamsmassa per dier (1 GVE = 500 kg) by (c) die oorspronklike weidruk aangepas. Die tweede stel data is ook vir (a) en (b) aangepas, maar (c) het in hierdie geval die totale melkopbrengs verteenwoordig wat moontlik gerealiseer sou kon word indien daaglik 'n weidruk van 8 kg droëmateriaal per 100 kg liggaamsmassa toegepas is. Hierdie gegewens word in tabel 54 aangetoon.

'n Vergelyking tussen die proefgemiddeldes van die oorspronklike VGM-opbrengste (tabel 53) en die VGM-opbrengs wat volgens die eerste aanpassingstegniek gekorrigeer is (tabel 54), toon dat die oorspronklike opbrengs nagenoeg 97, 113, 86 en 92 persent van die aangepaste opbrengs gedurende 1973–74 tot 1976–77 respektiewelik verteenwoordig het. Die tweede aanpassingstegniek toon nog groter interseisoensopbrengsverskille. In hierdie geval verteenwoordig die oorspronklike opbrengs vir die ooreenstemmende seisoene onderskeidelik ongeveer 120, 159, 99 en 97 persent van die aangepaste opbrengs.

Hiervolgens is dit duidelik dat faktore soos die aanvangsproduksie, die produksie per massaeenheid, die maatstaf wat vir 'n volwasse grootvee-eenheid aanvaar word, en die weidruk

waarteen die diere toegelaat word om die weidings te benut, gesamentlik 'n belangrike rol by die objektiewe beoordeling van die produksievermoë van 'n weiding speel. Onbevooroordeelde interbehandelings- en interseisoensopbrengsvergelykings kan derhalwe slegs getref word indien die gemelde invloedsfaktore in aanmerking geneem word. Met die uitsondering van enkele kovariansieontledingsmetodes is geldige aanpassingstegnieke om objektiewe vergelykings te bevorder egter nog feitlik onontgin en derhalwe uiters skaars in die literatuur.

5.9 MELKSAMESTELLING

Die samestelling van melk is in hierdie ondersoek hoofsaaklik in terme van bottervet, proteïen en laktose geëvalueer. Ofskoon bottervetontledings deurlopend vanaf die tweede proefseisoen uitgevoer is, het die fasiliteite ontbreek om proteïen en laktose gereeld te ontleed. Hierdie twee kwaliteitsmaatstawwe is gevolglik slegs vir een seisoen, naamlik 1975–76, volledig ontleed.

5.9.1 Bottervet-, proteïen- en laktosegehalte van die melk

Die bottervet-, proteïen- en laktose-inhoud van die melk as 'n persentasie van die totale melksamestelling is volgens 'n bloklose proefuitleg ontleed en word in tabel 55 aangetoon. Gedurende fase 1 (1973–74 en 1974–75) was die gemiddelde bottervetgehalte van die melk van al vier proefbehandelings 3,82 persent, terwyl dit tydens fase 2 gemiddeld 3,64 persent was. Die gemiddelde proteïen- en laktosegehalte van die melk was tydens 1975–76 onderskeidelik 2,62 en 4,57 persent.

Blykens tabel 55 was die invloed van die handelings op die melksamestelling aansienlik kleiner as op die gemiddelde melkopbrengs per dier. Gedurende 1973–74 en 1975–76 was die handelingsverskille ten opsigte van bottervetgemiddeldes statisties onbeduidend. Tydens 1974–75 (fase 1) was die bottervetpersentasie van die melk op die lig bemeste behandeling ongeveer vier persent laer en op die matig bemeste behandeling (III) nagenoeg vyf persent hoër as die kontrolegemiddeldes, terwyl die melk van die hoogbemeste behandeling (IV) nie van dié van die kontrole verskil het nie. Hierdie neiging het egter nie gedurende fase 2 voortgeduur nie. Die relatiewe bottervetgehalte van die lig bemeste (II) en beide die matig en swaar bemeste handelings (III en IV) was in teenstelling hiermee, tydens 1976–77, respektiewelik ongeveer nege en twee persent hoër as die van die kontrole.

Blykens tabel 56 bestaan daar enersyds 'n hoogs beduidende positiewe lineêre verwantskap tussen bottervet en proteïen en andersyds 'n negatiewe verwantskap tussen bottervet en laktose. Indien die regressies wat hieruit voortspruit, ontgin word om proteïen- en laktosegehaltes vir die oorblywende seisoene te bepaal, blyk dit dat die interbehandelingsverskille ten opsigte van hierdie twee parameters onbeduidend is.

5.9.2 Bottervet-, proteïen- en laktoseproduksie per dier

Die gemiddelde daaglikse bottervet-, proteïen- en laktoseproduksie per 100 kg liggaamsmassa

is volgens 'n bloklose proefuitleg ontleed en word in tabel 57 verstrekk. Die bottervetopbrengs het klaarblyklik weens die verskille in melkproduksie aan die begin van die verskillende eksperimentele seisoene aansienlik gevarieer. Die proefgemiddelde vir 1974–75 was byvoorbeeld nagenoeg 105 g/100 kg teenoor die 72 g/100 kg van 1975–76.

Die gemiddelde bottervetopbrengs per dier het slegs gedurende 1973–74 nie onderling tussen behandelings statisties beduidend verskil nie. Die relatiewe behandelingsinvloede is verder oënskynlik nie veel deur die bestuursmetodes wat tydens die ondersoek toegepas is, beïnvloed nie. Die relatiewe bottervetopbrengs op die drie bemeste behandelings was respektiewelik nagenoeg 9, 12 en een persent hoër as die kontroleopbrengste. Gedurende die laaste proefseisoen was die behandelingsinvloede egter opvallender as enige van die vorige seisoene. Die diere op behandelings II, III en IV het in hierdie geval onderskeidelik 17, 15 en 7 persent meer bottervet as die koeie van kontrolebehandelings geproduseer.

Weens die korrelasie tussen bottervet, proteïen en laktose was die behandelingsinvloede op laasgenoemde twee parameters met die van bottervetproduksie vergelykbaar.

5.9.3 Bottervet-, proteïen- en laktoseopbrengs per hektaar

Die totale seisoensbottervet-, proteïen- en laktoseopbrengs per oppervlakte-eenheid word in tabel 58 aangetoon. Gedurende fase 1 het die bottervetproduksie (in ooreenstemming met die toegepaste veeladings) met elke toenemende vlak van intensivering tussen behandelings hoogs beduidend gestyg. As gevolg van die toepassing van gelyke weidruk tussen behandelings tydens fase 2 was die toename van bottervetopbrengs tussen behandelings egter nie so skerp as gedurende fase 1 nie.

Die relatiewe bottervetproduksie op behandelings II, III en IV was gedurende fase 1 gemiddeld 110, 193 en 321 persent hoër as die kontroleopbrengs. Vir die ooreenstemmende behandelings was die opbrengs tydens fase 2 daarteenoor slegs 41, 70 en 129 persent hoër as die kontroleopbrengs.

Gedurende 1975–76 was die totale melkproteïen- en laktoseopbrengs op al vier die proefbehandelings gemiddeld 82 en 149 kg/ha respektiewelik. Die interbehandelingsneigings het volgens die relatiewe opbrengswaardes vir beide parameters feitlik direk met dié van bottervet vir dieselfde seisoen ooreengestem.

Opsommend is dit uit die melkkwaliteitontledings duidelik dat die melksamestelling hoofsaaklik dieselfde opbrengstendense as melkproduksie weerspieël. Die ontleding hiervan het derhalwe nie tot nuwe inligting gelei nie. Volgens Stobbs en Brett (1974) is melkopbrengs 'n noukeuriger maatstaf om behandelingsinvloede aan te dui as wat melksamestelling is. Melkkwaliteitsontleding kan nietemin 'n aanduiding van die energiewaarde van die weiding verskaf, aangesien daar 'n positiewe verwantskap tussen die vetvrye vaste stowwe in die melk, asook die melkproteïen, en energie-inname van proefdiere bestaan. Stobbs (1977) beklemtoon dat ontledings van die vetuursamestelling van die bottervet belangrike addisionele inligting oor behandelingsinvloede op diereprestasie kan verskaf. Die onderlinge verhouding tussen kortkettingvetsure (C4 – C15) en die monoönversadigde vetsure (hoofsaaklik oliesuur – C18:1) verskaf onderskeidelik 'n aanduiding van die produksiebydraes wat deur voedingstowwe in die weidings voorsien word, en die gedeelte wat deur die katabolisme van liggaamsresêrwes gemobiliseer word. Hierdie maatstawwe, wat nog nie by gewasevaluasie in Suid-Afrika ontgin is nie, behoort in die toekoms meer aandag by melkproduksiestudies te geniet.

5.10 MASSAVERANDERING VAN DIERE

Aangesien die voedingstowwe wat deur melkkoeie ingeneem word, nie net vir produksie nie maar ook vir die handhawing van liggaamsonderhoud aangewend word (McDonald, Edwards & Greenhalgh, 1973), is dit belangrik om die invloed van die verskillende proefbehandelings op die liggaamsmassaveranderinge van die proefdiere ook in ag te neem.

Die aanvangsmassas, eindmassas en seisoensmassaveranderinge van die diere op die verskillende proefbehandelings word in tabel 59 aangetoon. Slegs die behandelingsgemiddeldes en standaardafwykings word verstrek, aangesien geen statisties beduidende interbehandelingsverskille vir enige van die seisoene voorgekom het nie.

Die gemiddelde seisoenaanvangsmassa van die diere was nagenoeg 453 kg, terwyl die gemiddelde eindmassa om en by 470 kg was. Die verskille tussen die hoogste en laagste aanvangsmassa was gemiddeld slegs 5,5 persent terwyl die ooreenstemmende verskille tussen die eindmassas 4,3 persent was. Die behandelingsverskille ten opsigte van massatoenames of -afnames was daarenteen aansienlik groter; maar weens variasie tussen proefdiere binne behandelings kon ook geen beduidende verskille aangetoon word nie. Die behandelingsinvloede op massaveranderinge is derhalwe vir die besprekingsdoeleindes as 'n persentasie van die gemiddelde daaglikse veranderinge van die kontrolebehandeling bereken. Hierdie resultate word in tabel 60 verstrek.

Uit tabel 60 kan afgelei word dat die massaveranderinge van die proefdiere jaarliks uiteenlopende neigings getoon het. Gedurende die aanvangseisoen (1972–73) was die massatoenames van die diere op die lig en matig bemeste behandelings (II en III) respektiewelik ongeveer 9 en 45 persent hoër as dié van die kontrole. Tydens 1973–74 het die toenames op die lig, matig en hoogbemeste behandelings respektiewelik die kontrole met 64, 113 en 124 persent oortref. Bykans dieselfde neiging het gedurende 1974–75 by die diere van behandelings II en III voorgekom, maar die koeie op behandeling IV het in teenstelling met die vorige seisoene 'n groter massaverlies as die kontroletoenames getoon. Hierdie massaverlies kan klaarblyklik aan die hoë veelading op die betrokke behandeling vir die 1973–74-seisoen toegeskryf word.

Gedurende 1975–76 (fase 2) was die massatoenames by die diere op die persele van die lig bemeste behandeling (II) gemiddeld 26 persent hoër as by die kontrolebehandeling. By die matig en hoogbemeste behandelings (III en IV) was die toenames respektiewelik ongeveer gelykstaande en nagenoeg 46 persent laer as die kontroletoename.

Gedurende 1976–77 het 'n massaverlies by die diere op al vier die proefbehandelings voorgekom. In hierdie geval het elke toenemende vlak van intensivering met 'n kleiner verlies van massa gepaard gegaan. Die verlies van massa by elk van die behandelingsgroepe moet ongetwyfeld aan die goeie liggaamstoestand waarin die diere by die aanvang van die eksperimentele seisoen verkeer het, toegeskryf word. Massaverliese was gevolglik in verhouding met die voedingstatus van die plantegroei op die verskillende behandelings.

Opsommend kan uit die voorgaande en die melkproduksiegegevens afgelei word dat daar nie 'n eenvoudige verband tussen melkproduksie en massaveranderinge bestaan nie. Dit wil egter voorkom asof onbemeste veld minstens drie uit die vyf jaar vir die swakste massatoenames verantwoordelik was. Voorts is dit opvallend dat die diere op die hoogbemeste behandeling IV gedurende 1974–75 'n relatief hoë vlak van melkproduksie gehandhaaf het, nieteenstaande die feit dat aansienlike massaverliese by die betrokke behandeling voorgekom het. Aan die ander kant is redelik lae melkopbrengste gedurende 1975–76 aangeteken, hoewel massatoenames steeds by al vier behandelings voorgekom het.

'n Verklaring vir hierdie teenstrydighede is klaarblyklik in die beskikbaarheid van liggaamsreserves by die aanvang van die laktasieperiode geleë. In hierdie verband meld Monteiro (1972):

“... with the same type of food, the level of milk production would depend on the amount of reserves existing at the beginning of lactation. If the reserves at this stage were below the set point for the individual, milk yield would suffer and part of the increase in intake diverted to the accumulation of reserves until the set point is attained, ready for the next lactation cycle. If the efficiency of food conversion is different for any of the components of body-weight gain, growth, pregnancy, reserve replacement and accumulation, the conversion factor of food intake into weight gain will depend on the type of lactation and the physiological stage of the animal ...”

Weens die afwesigheid van statisties beduidende massaverskille tussen behandelings is gepoog om die interbehandelingsvariasie tussen diere te verminder deur die relatiewe massaveranderinge in terme van 'n konstante aanvangsmassa van 500 kg vir elke dier te bereken. Hierdie gegewens is statisties vir elke massabepaling ontleed. Die gemiddelde liggaamsmassaveranderinge oor die verloop van die verskillende eksperimentele seisoene en die geleentheid waartydens statistiese verskille in massas voorgekom het, word na aanleiding hiervan in figuur 10 aange-
toon.

Blykens figuur 10 het beduidende ($P < 0,05$) massaverskille tussen die verskillende proefbehandelings slegs by drie geleenthede gedurende 1973–74, drie geleenthede gedurende 1974–75 en vyf geleenthede gedurende 1976–77 voorgekom.

Tydens 1973–74 was die gemiddelde relatiewe massa van die diere op die kontrolebehandeling tussen 8 en 12 weke na die aanvang van die seisoen beduidend ($P < 0,05$) laer as die van die matig bemeste behandeling (III). Nadat 10 weke van die proefseisoen verstryk het, was die liggaamsmassa van die kontrolekoeie ook statisties beduidend laer as die van die mees intensiewe proefbehandeling (IV).

Die 1974–75-ontledings toon dat die kontrolegroep se massa weer eens by twee geleenthede, naamlik op 14 en 16 weke, beduidend laer as die diere op die matig bemeste persele (behandeling II) gedaal het. Teen die einde van die seisoen, naamlik op 22 weke, was die massa van die diere op die hoogbemeste behandeling (IV) egter ook statisties beduidend ($P < 0,05$) laer as van dié op die lig en matig bemeste behandelings (II en III).

Figuur 10 toon verder dat die diere op die kontrolebehandeling gedurende 1976–77 van 12 tot ongeveer 22 weke (uitgesonderd die massabepaling op 20 weke) betekenisvol ligter as die op die hoogbemeste persele van behandeling IV was. Gedurende hierdie seisoen het dit ook geblyk dat die kontrolegroep op 14 weke beduidend ($P < 0,05$) ligter as die diere van die matig bemeste behandeling (III) was en dat die diere van die lig bemeste behandeling (II) terselfdertyd ook beduidend ($P < 0,05$) ligter as die van die hoogbemeste behandeling (IV) was.

Die is opvallend dat daar gedurende 1972–73 'n vinnige massatoename by al vier behandelings voorgekom het toe die diere na die agtste week weens droogte 'n volle weisiklus van die proefpersele onttrek is. Eweneens het daar ook gedurende 1975–76 'n aansienlike toename by al vier die proefbehandelings voorgekom nadat laktasie op 20 weke beëindig is maar die proefdiere toegelaat is om die persele tot op 24 weke te bewei.

Uit die bespreking oor massaveranderinge tot dusver kan afgelei word dat hierdie parameter ongetwyfeld nie losstaande van ander aanvullende gegewens geïnterpreteer kan word nie. Die massawisseling van lakterende melkkoeie kan derhalwe as sodanig nie veel bydra om die invloed van weidingsbehandelings ten volle te evalueer nie. Dit is nietemin 'n belangrike maatstaf om die welstand van die diere op die verskillende proefbehandelings deurgaans te evalueer.

5.11 WEIDAE EN VEELADING

Castle (1955) bestempel die term “koeiweidae” as ’n omvattende kwantitatiewe maatstaf wat by weidingsevaluasie gebruik word om die aantal diere, die oppervlakte wat bewei is, en die tydsduur wat daarvoor benodig was, te omskryf. Koeiweidae word dus as die produk van die getal diere en die lengte van die weitydperk per eenheidsoppervlakte voorgestel. Die belangrikste voordeel van hierdie maatstaf is dat die dier self as evaluasieparameter van die produktiwiteit van die weiding gebruik word. In aansluiting by “weidae” word die veelading wat gedurende die seisoen gehandhaaf is, gewoonlik bereken deur die aantal koeiweidae deur die aantal dae van die weiperiode te deel (Joint Committee, 1943).

Castle (1951, 1955) wys voorts daarop dat weidae altyd aanvullend tot ander ondersteunende evaluasiemaatstawwe geïnterpreteer behoort te word, aangesien die gebruikswaarde daarvan alleen maklik oorskat kan word indien die inherente leemtes van die maatstaf oor die hoof gesien word. Hoewel die gebruik van weidae alreeds deur talle navorsers nuttig toegepas is, soos aangehaal deur Castle (1951, 1955) en Petersen & Lucas (1968), moet die volgende leemtes in ag geneem word:

- (a) Die resultate is regstreeks van die fisiologiese toestand, die grootte, die ras van en die tipe dier wat as beweier aangewend word afhanklik.
- (b) Geen krediet word gegee vir die vleis, melk of wol wat deur die beweiers geproduseer word nie.
- (c) Aanvullende byvoeding wat op die weiding verskaf word, kan tot ernstige misvattinge oor die bepaalde bydrae van die weiding tot die verkreeë weidae aanleiding gee.
- (d) Onderlinge vergelyking van die resultate van verskillende ondersoeke kan nie sonder meer getref word tensy twee relatief onbetroubare aannames gemaak word nie, naamlik (i) dat soortgelyke diere met dieselfde massa gelyke hoeveelhede plantmateriaal op verskillende weidings oor verskillende tydperke sal inneem en (ii) dat diereprestasie wat deur middel van een tipe beweier behaal is, na ekwivalente prestasies vir ander vee-eenhede geëkstrapoleer kan word deur bloot van vee-omsettingstabelle gebruik te maak.

Met betrekking tot die eerste aanname is dit reeds welbekend dat die voedingsbehoeftes van dieselfde diereras onderling aansienlik verskil na gelang van hulle grootte en fisiologiese toestand (Blaxter, 1950). Die tweede aanname kan tot foutiewe afleidings lei, aangesien die ekwivalente vee-eenhede van die bestaande omsettingstabelle hoofsaaklik geldig is vir diere wat in metabolismiese kratte bestudeer is. Hierdie diere sal ongetwyfeld nie dieselfde inname en prestasie onder veldtoestande lewer nie.

'n Variasie op die "koeiweidag"-eenheid is die sogenaamde "standaardkoeidae" (oorspronklik voorgestel deur Knott, Hodgson & Ellington, 1934 – soos aangehaal deur Castle, 1951; 1955 en Petersen & Lucas, 1968). Hierdie eenheid kan in die afwesigheid van die weierende dier beraam word deur energieproduksie per hektaar, volgens die oorspronklike aanbevelings, in TVV te bereken en hierdie waarde deur 7,257 kg (16 lb) te deel. Vir die doeleindes van die berekening word aanvaar dat elke "standaardkoei" 'n massa van 544 kg (1 200 lb) het en daaglik gemiddeld 9 kg (20 lb) melk met 'n bottervetgehalte van 4 persent produseer. Volgens voedingstandaarde is die voedingsbehoeftes van so 'n "standaardkoei" nagenoeg 7,3 kg TVV (134 MJVE/kg).

Ofskoon die produksievlak van 'n vooropgestelde dier sowel as die energieopbrengs van 'n weiding in berekening gebring word, is die belangrikste leemte van die "standaardkoeidae"-benadering dat aanvaar word dat verskillende weidings slegs in energieopbrengs en nie ook in voerkwaliteit verskil nie (Petersen & Lucas, 1968).

Volgens die voorgaande is dit duidelik dat die werklike weidag van 'n betrokke gewas bereken kan word na aanleiding van die aantal dae wat 'n bepaalde aantal diere 'n bepaalde oppervlakte van die gewas beweide. Hierdie maatstaf mag egter aan die subjektiwiteit van verskillende bestuursoorwegings-foute en -tekortkominge wat gedurende die verloop van die weitydperk voorgekom het, onderhewig wees. Hierbenewens kan aan die ander kant ook 'n beraming van die potensiële koeiweidag gemaak word deur eenvoudig die kwantiteit en/of kwaliteit van die beskikbare voedsel in terme van die daaglikse behoeftes van 'n bepaalde tipe dier uit te druk. Twee variasies van beide benaderings is op die proefgegewens toegepas om aanvullend by die ander evaluasiemaatstawwe in hierdie verslag 'n objektiewe beeld van die prestasies van die verskillende proefbehandelings te verkry.

Die maatstawwe waarin weidag uitgedruk is, kan soos volg omskryf word:

(i) Werklike weidae:

- (a) **Intrinsieke koeiweidae (IWD):-** Dit is die produk van die seisoensweiperiode en die werklike aantal koeie wat per eenheidsoppervlakte op die betrokke behandelings gewei het.
- (b) **Gekorrigeerde koeiweidae (GWD):-** Dit is die produk van die seisoensweiperiode en die gesamentlike massa van die diere wat per eenheidsoppervlakte op die individuele behandeling onderhou is en vir 'n standaardmassa van 500 kg per koei gekorrigeer is.

(ii) Potensiële weidae:

- (a) **Potensiële koeiweidae (PWD):-** Dit is 'n beraming van die potensiële weidae wat elk van die handelings sou oplewer indien 'n arbitrêre weidruk van 7,8 kg beskikbare oonddroë plantmateriaal per 100 kg liggaamsmassa per dag gehandhaaf word en die beweiers elk 'n massa van 500 kg het.
- (b) **“Standaardkoeidae” (SKD):-** Dit is 'n beraming van die potensiële weidae wat elk van die handelings sou oplewer indien aanvaar word dat 'n “standaardkoei” se energiebehoefte 7,3 kg TVV (134 MJVE/kg) per dag is en 'n weidruk gehandhaaf word waarvolgens die beskikbare voedsel bo die snyhoogte in die veld drie keer so veel energie sal voorsien as wat die daaglikse voedingsbehoefte is.

Die intrinsieke en potensiële weidae wat volgens die voormelde definisies verwerk is, word in tabel 61 aangetoon. Blykens hierdie gegewens is dit duidelik dat die werklike weidae (IWD) gedurende 1972–73 tot 1976–77, agtereenvolgens, gemiddeld 3, 10, 3, 12 en 4 persent hoër as die gekorrigeerde weidae (GWD) is. Standaardisasie van die massa-eenheid waarmee koeiweidae uitgedruk word, toon derhalwe dat daar met die gebruik van die werklike weidae (IWD), veral gedurende jare soos 1973–74 en 1975–76, toe die proefdiere ligter as gedurende die ander proefseisoene was, 'n aansienlike oorskatting van die drakrag van die veld in terme van koeiweidae gemaak kan word. Om hierdie rede word in die verdere bespreking voorkeur aan die massagekorrigeerde weidae (GWD) gegee. Hierdie maatstaf verseker akkurater vergelykings wat nie so aan 'n seisoensmassaskommeling onderhewig is nie.

Weens die vaste veeladings wat gedurende fase 1 vooraf arbitrêr aan elk van die vier handelings toegeken is, was die werklike koeiweidae (IWD) in lynregte ooreenstemming daarmee. Die weidae op handelings II, III en IV was gevolglik respektiewelik 100, 167 en 300

persent hoër as by die kontrole. Die gekorrigeerde weidruk het wesentlik min hiervan afgewyk maar verskaf 'n beter verteenwoordigende beeld van die massaverspreiding tussen die proefbehandelings. Gedurende fase 2 was die gekorrigeerde weidare op bemeste handelings egter gemiddeld 26, 46 en 124 persent meer as die weidare van die kontrolebehandelings.

Indien die beraamde potensiële weidare in tabel 61 krities beskou word, blyk dit dat die veelading wat tydens fase 1 op die onderskeie proefbehandelings gehandhaaf is, geensins in ooreenstemming met die relatiewe produksiepotensiaal van die betrokke behandeling was nie. Die kontrole was volgens hierdie maatstaf deurgaans met ongeveer 34 persent onderbenut, terwyl die bemeste handelings van 29 tot bykans 100 persent oorbenut was. dit moet egter in gedagte gehou word dat die weidruk vir hierdie berekenings eerstens arbitrêr en tweedens moontlik effens konserwatief is. Dit moet verder ook nie uit die oog verloor word dat die kragvoeraanvulling wat aan die diere verskaf is, minstens 30 persent van hulle voedingsbehoefte gedurende fase 1 bevredig het nie. Uit tabel 48 is dit trouens duidelik dat die totale beraamde voedingstatus van die diere op al die handelings, ongeag die veelading, gemiddeld effens beter as die van fase 2 was.

Ofskoon aangevoer kan word dat die diere se voedingstatus nie veel deur die verskille in veelading tussen handelings beïnvloed is nie, kan aanvaar word dat hierdie verskille wel kort- en/of langtermyn uitwerkings op die plantegroei gehad het. Die produksievermoë van die plantegroei op die kontrolebehandeling is waarskynlik aansienlik (bo die van die bemeste persele) deur die relatief ligte ontblaring gedurende fase 1 bevoordeel. Die oorskryding van die drakrag op die bemeste persele het die produksievermoë daarvan aan die ander kant waarskynlik gestrem. Dit is byvoorbeeld reeds aangetoon dat daar gedurende 1973–74 weens 'n oorbenutting van die beskikbare plantmateriaal 'n aansienlike produksieafname by behandeling IV was.

Tabel 61 toon dat die gekorrigeerde weidare wat gedurende fase 2 op die verskillende proefbehandelings toegepas is, aansienlik nader aan die potensiële drakrag van die onderskeie handelings as gedurende fase 1 was. Tydens 1975–76 is die drakrag van die vier proefbehandelings bykans eenvormig met 12 persent oorskry. Gedurende 1976–77 is daar egter op die kontrole- en lig bemeste handelings onderskeidelik nagenoeg vyf en drie persent minder weidare as die potensiële drakrag gerealiseer, terwyl die potensiële weidare aan die ander kant op matig en hoogbemeste handelings respektiewelik met agt en sewe persent oortref is.

Die “standaardkoeidae” wat op grond van energieopbrengs beraam is, stem blykens tabel 61 feitlik presies met die potensiële weidae ooreen. Hieruit kan afgelei word dat die kwaliteitsverskille tussen behandelings (in terme van energieopbrengste) nie groot was nie en dat die droëplantmateriaalopbrengs vir die berekening van potensiële weidae feitlik net so ’n akkurate maatstaf as energieopbrengs is.

Die veelading wat gedurende elk van die vyf proefseisoene op die vier eksperimentele behandelings gehandhaaf is, is na aanleiding van die gekorrigeerde weidae bereken en word in figuur 11 aangetoon. Hiervolgens is dit duidelik dat die veelading op die hoogbemeste behandeling gedurende fase 1 vier keer so hoog as op die kontrole was. Daarteenoor was die veelading op die hoogbemeste behandeling slegs effens meer as twee keer hoër as die van die kontrole gedurende die objektiewe drakragevaluasie van fase 2.

Aangesien weidae en veelading ’n deurslaggewende rol by die ekonomie van direproduksiestelsels op weidings vervul, is dit belangrik dat ’n objektiewe beeld van die produksievermoë van verskillende weidings onder verskillende bestuurstoestande beskikbaar is.

5.12 EKONOMIESE EVALUASIE

Die aanvaarbaarheid van veldversterking en -vervanging sal in die praktyk ongetwyfeld deur die korttermynwinsgewendheid en langtermyn- finansiële voordele daarvan bepaal word. Indien 'n intensiveringstelsel nie lonend is nie, kan nie verwag word dat dit grootskaals op plase toegepas sal word nie. Die toestande waaronder dit 'n verlies toon, behoort ook duidelik uitgespel te word. Ingeval radikale veldverbetering aan die ander kant wel ekonomies is, behoort alle struikelblokke om dit algemeen aanvaarbaar te maak sover moontlik uit die weg geruim te word. In die lig hiervan is die winsgewendheid van die vier proefbehandelings met behulp van sekere ekonomiese maatstawwe ondersoek.

5.12.1 Kosteberaming

Gereelde prysskommeling as gevolg van voortdurende variasie in vraag en aanbodtendense, stygende produksiekoste en fluktuierende wisselkoerse is 'n algemene probleem by ekonomiese ontledings. Hierdie toestand beïnvloed meestal die geldigheidsduur van enige ekonomiese ontleding. Dit is nietemin noodsaaklik dat die winsgewendheid van alle potensiaalontginningsmetodes in die landbou gereeld ondersoek word, aangesien dit meestal kapitaalintensiewe ondernemings wat 'n besondere bestuursvernuf vereis.

Die kosteberaming wat in hierdie ondersoek toegepas is, berus hoofsaaklik op die prysstruktuur wat ten tye van die ekonomiese ontledings, naamlik Maart 1979, geheers het. Die markpryse wat verteenwoordigend van hierdie tydperk was, is ook deurgaans vir al vyf proefseisoene toegepas ten einde geldige vergelykings tussen seisoene te tref.

Produksiekoste en produkpryse is vir die ontledings ingewin deur die resantste bronne van die Departement Landbou-ekonomie en -bemarking te raadpleeg. Langtermynstatistiek oor melk- en kunsmispryse is uit die jaarverslag van die Suiwelraad (1978) en die Bemestingshandleiding van die Misstofvereniging van Suid-Afrika (1974) bekom. Ontbrekende inligting is tot op datum aangevul deur landboutydskrifte te raadpleeg en/of sommige van die betrokke instansies regstreeks vir die jongste toepaslike pryse te nader. Die geldwaardes wat aan die verskillende inkomste- en uitgawe-eenhede vir die beraming van die winsgewendheid van melkproduksie toegeken is, word in tabel 62 verstrekk.

Afgesien van die pryse wat in tabel 62 aan sommige koste-eenhede toegeken is, is sekere aannames ook gemaak. Daar is byvoorbeeld aanvaar dat kunsmisstrooiing en -vervoer nagenoeg 10 persent van die jaarlikse bemestingskoste verteenwoordig. Verder is ook by alle ontledings

aanvaar dat die vervoerkoste van melk nagenoeg 7,5 persent van die bruto melkinkomste beloop.

Ten einde geldige vergelykings tussen die vier proefbehandelings te tref is die 4 persent vetgekorregerde melkopbrengste deurgaans as produksiemaatstaf vir die bepaling van bruto inkomste uit melk aangewend.

Tydens die ontledings is kuddedepresiasie nie as koste-eenheid in aanmerking geneem nie. Hierdie uitgawe kan egter vir alle praktiese doeleindes aan die inkomste uit kalwers gelyk gestel word, wat ook nie as inkomste-eenheid in berekening gebring is nie.

Soos reeds onder 5.6.2.1 gemeld is daar gedurende die ondersoek klaarblyklik hoër fosforpeile toegedien as wat vir die produktiwiteit van die weidings noodsaaklik is. Die implikasies hiervan asook van enige ander vorms van verspilling is ook nie in die ekonomiese ontledings in ag geneem nie.

5.12.2 Ekonomiese parameters

Volgens Booysen (1972) behoort die eenhede waarin die winsgewendheid van 'n weidingstelsel verstrek word, meestal in terme van die beperkende faktor uitgedruk te word. By weidingintensivering kan grond, diere en/of kapitaal om beide te bekom beperkend wees. Aangesien intensivering hoofsaaklik 'n verhoogde produktiwiteit per oppervlakte-eenheid ten doel het, is dit waarskynlik logies om te aanvaar dat grond, benewens beskikbare kapitaal, as die beperkende faktor vir hierdie ontledings beskou moet word.

Booyesen, Tainton en Foran (1975) stel verder voor dat die lonendheid van 'n weidingstelsel eerder in terme van die persentasie inkomste per eenheid kapitaalbelegging uitgedruk word. Die voordeel hiervan is dat uiteenlopende produksiemaatstawwe soos veelading, diereprestasie en rente wat op beleggings en lenings afbetaal word, in slegs een formule geïntegreer word. Booysen *et al.* (1975) motiveer hierdie benadering soos volg:

“What is required is the determination of the combination of stocking rate and management method which yields the greatest financial return. However, the solution to this depends on whether the net financial return is calculated per ha or per animal

"The degree of limitation imposed by both hectares and animals is reflected by their cost. Therefore, the calculation of maximum profitability should be undertaken on the basis of net financial return per unit of capital invested in land and animals."

Na aanleiding hiervan stel die voormelde outeurs die volgende formule voor:

$$Y = \frac{100 (ptr - s(h + d + v) - a)}{s(h + d + v) + a} \dots (1)$$

Waar Y = persentasie verdienste (in terme van bruto marge) per R100 kapitaalbelegging.

p = produksie per dier per dag (vleis, melk of wol) in kg.

t = produksietydperk in dae.

r = produkprys per kg.

s = veelading in ha/grootvee-eenheid.

h = rente op belegging in grond per ha per jaar.

d = rente op die belegging in ontwikkelings per ha (insluitende omheining, watervoorsiening, geboue ens.)

v = veranderlike koste per ha (bemesting, veelekke ens.)

a = rente op kapitaalbelegging in diere per ha per jaar.

Met die verwerking van die ekonomiese gegewens het dit egter spoedig duidelik geword dat daar 'n waninterpretasie van die winsgewendheid van die proefbehandelings voorkom indien hierdie formule ongekwalfiseerd en konsekwent toegepas word. 'n Leemte van Booysen *et al.* (1975) se formule is dat die verdienste per eenheid kapitaalbesteding weens die wet van dalende meeropbrengs afneem namate intensivering toeneem. Die lonendheid van die verskillende proefbehandelings word derhalwe nie deur hierdie eenheid alleen in volle perspektief voorgestel nie.

Deur die winsgewendheid van 'n voedingstelsel aan die ander kant slegs in terme van die bruto marge per oppervlakte-eenheid voor te stel kan eweneens subjektiewe afleidings oor die relatiewe lonendheid van die proefbehandelings gemaak word. Hierdie maatstaf reflekteer ener syds geen beperking op die kapitaalvereistes om 'n bepaalde wins te realiseer nie, en andersyds skep dit 'n wanindruk van die lonendheid van intensivering, aangesien die wins per hektaar oënskynlik altyd skerp styg namate intensivering toeneem.

Ten einde die nodige objektiwiteit by die interpretasie van die ontledings te verseker is 'n verdere hulpmiddel, naamlik gelykbreekanalise, in die ondersoek aangewend. Fremgen (1966) definieer die gelykbreekvolume en gelykbreekpunt by kosteontleding soos volg:

"The break-even volume for a given period is the number of units of product that must be sold in order to create enough revenue just to cover all expenses, both variable and fixed. Each unit sold will cover it's own variable cost and leave a remainder, the variable profit per unit, to contribute to covering fixed costs. When enough units have been sold so that the total variable profit is equal to total fixed expenses, the break-even point has been reached".

Die vaste koste wat in die bostaande aanhaling te sprake is, word in die ekonomiese ontledings van hierdie ondersoek deur die ondernemersloon verteenwoordig wat 'n boer homself as vergoeding vir sy arbeid sal toe-eien. By alle ontledings is daar derhalwe arbitrêr aanvaar dat 'n ondernemersloon van R5 000 per weiseisoen teen die melkeryvertakking van die plaas gehef word. Die gelykbreekvolume verteenwoordig dan die oppervlakte (in hektaar) waarop geïntensiveer moet word ten einde 'n bepaalde ondernemersloon per jaar te realiseer. Dienooreenkomstig beeld die gelykbreekbedrag die inkomste uit wat bereik moet word om die veranderlike uitgawes plus die ondernemersloon te ewenaar. Langs hierdie weg kan objektief bepaal word of die totale oppervlakte, die geassosieerde diergetalle en die kapitaalbelegging wat benodig word om 'n bepaalde ondernemersloon te verdien, werklik die addisionele koste en bestuursinset regverdig.

Na aanleiding van die formules vir gelykbreekanalise deur Fremgen (1966) is die kapitaalbelegging wat aangewend moet word om gelykbreekpunt te bereik (B), die grondoppervlakte wat vereis word om gelykbreekpunt te ewenaar (O), en die diergetalle wat benodig word om die bepaalde oppervlakte te benut (D), deur die volgende vergelykings bereken:

$$B = \frac{V}{100 - \frac{U}{I} \times \frac{100}{1}} \dots\dots\dots (2)$$

$$O = \frac{V}{I - U} \dots\dots\dots (3)$$

$$D = O \times S \dots\dots\dots (4)$$

waar V = vaste koste, naamlik die ondernemersloon,
 U = veranderlike uitgawes per hektaar,
 I = bruto inkomste per hektaar,
 S = veelading in grootvee-eenhede per hektaar.

Die totale koste verbonde aan 'n onderneming voordat gelykbreekpunt bereik word (K), kan volgens definisie deur die volgende vergelyking voorgestel word:

$$K = B - V \dots\dots\dots (5)$$

5.12.3 Evaluasie van die oorspronklike gegewens

'n Uiteensetting van die veranderlike koste vir industriële melkproduksie volgens die oorspronklike proeftoestande en oorspronklike vetgekorreerde melkopbrengste (tabel 53) word in tabel 63 verstrekk. Volgens hierdie gegewens verteenwoordig die kragvoer-koste die belangrikste enkele uitgawe by industriële melkproduksie vir die fase 1-tydperk. Kragvoer-koste oortref trouens die bemestingskoste by al drie die intensiewe proefbehandelings. Benewens bemesting en byvoeding is arbeidskoste en die rente op belegging in diere per oppervlakte-eenheid die enigste wesentlike uitgawes.

Die bruto uitgawes, bruto inkomste en bruto marge per hektaar vir industriële en varsmelkproduksie verskyn in tabel 64. Ten einde vir die omvang van rente op kapitaalbelegging in diere en grond voorsiening te maak word twee alternatiewe ontledings verstrekk, naamlik een waar geen rente gehief is nie, en 'n ander waar rente wel arbitrêr teen R30 per hektaar en R35 per grootvee-eenheid bereken is. Hierdie twee alternatiewe word vir elke ontleding van industriële en varsmelkproduksie verstrekk. Dit maak enersyds voorsiening vir gevalle waar diere sowel as grond beskikbaar is en rente-uitgawes geen finansiële struikelblok is nie, en andersyds vir gevalle waar diere en grond wel aangekoop moet word. Dit is nietemin 'n bekende ekonomiese beginsel dat die rente wat op 'n kapitaalbelegging verdien word, teen die onderneming afgeskryf moet word.

Uit die gegewens van tabel 64 kan afgelei word dat die bruto uitgawes aansienlik toeneem indien die heffing van rente op kapitaalbelegging by die veranderlike uitgawes gevoeg word. Dit is verder opvallend dat hierdie toename na verhouding 'n kleiner persentasie van die veranderlike uitgawes met elke bemestingsinkrement verteenwoordig.

Die aanvulling van kragvoer het gedurende fase 1 klaarblyklik 'n prominente invloed op die totale uitgawes gehad. Volgens die kosteverhoudings wat in hierdie ontleding toegepas is, blyk dit dat die gemiddelde uitgawes per koeiweidag gedurende fase 1 nagenoeg R0,99, R1,27, R1,44 en R1,47 vir behandelings I tot IV respektiewelik (met die uitsluiting van rente op die totale beleggings) beloop. Daarteenoor was die ooreenstemmende uitgawes tydens fase 2, waartydens kragvoeraanvulling nie verskaf is nie, gemiddeld R0,38; R0,60; R0,74 en R0,75.

Die invloed van kragvoeraanvulling kan voorts ook duidelik onderskei word wanneer die koste per liter melk bereken word. Hierdie beraming toon dat die produksie-uitgawes van industriële melk nagenoeg 8,2; 10,3; 11,3 en 11,9 sent per liter vir behandeling I tot IV gedurende fase 1 beloop het, teenoor die 3,9; 5,7; 7,0 en 8,0 sent per liter gedurende fase 2.

Die bruto marge per hektaar het jaarliks weens seisoensvariasie en bestuursinvloede aansienlik gevarieer. Daarbenewens is die prys van melk en die byvoeging of weglating van rente op beleggings ook 'n verdere bron van variasie. By industriële melkproduksie dui die gegewens van 1972-73 en 1975-76 op 'n afname van die bruto marge indien rente op kapitaal nie in aanmerking geneem word nie. Gedurende die res van die seisoene het die teenoorgestelde egter gegeld. In die geval waar rente wel op kapitaalbeleggings by industriële melkproduksie gehef is, het daar gedurende 1972-73 en 1973-74 jaarliks 'n toenemende verlies by elke bemestingsinkrement voorgekom. Tydens 1975-76 was melkproduksie volgens hierdie norm ook minder ekonomies by die intensiewe behandelings as by die ekstensiewe kontrolebehandeling. Daarteenoor was die bruto marge van behandeling IV gedurende 1974-75 en 1976-77 onderskeidelik 240 en 67 persent hoër as die van die kontrole.

Indien alle melk as vars melk bemark sou word en geen rente op kapitaalbeleggings gehef word nie, blyk dit dat 'n toenemende wins met elke intensiveringstoename gerealiseer word. Slegs behandeling III sou gedurende die aanvangseisoen 'n verlies toon indien rente op kapitaalbeleggings gehef word. Afgesien hiervan sou die bruto marge van die hoogbemeste behandeling (IV) met uitsondering van 1975-76 minstens dubbel so hoog as die van die kontrole wees. Tydens 1974-75 was die verskil tussen die gemelde twee behandelings bykans viervoudig. Die vernaamste rede hiervoor is hoofsaaklik dat die veelading op behandeling IV gedurende fase 1 vier keer hoër as die van die kontrole was.

Die verdienste per R100 kapitaalbelegging by industriële en vars melkproduksie sowel as die besonderhede van die gelykbreekontleding vir beide ondernemings word in tabel 65 verstrekk. Die gegewens toon duidelik dat die persentasie wins per eenheid kapitaalbesteding in die afwesigheid van kragvoeraanvulling tydens fase 2 aansienlik gunstiger as gedurende fase 1 is. Afgesien hiervan blyk dit dat die inkomste-uitgawe-verhouding tussen die kontrole en die verskillende intensiveringsvlakke gedurende gunstige seisoene, soos 1974-75 en 1976-77, veel nouer as tydens ongunstige seisoene is.

Indien R5 000 arbitrêr as ondernemersloon vir industriële melkverkope gehef word, toon die gelykbreekontleding (tabel 65) dat die kapitaalbelegging in grondoppervlakte en dieregetalle wat benodig word om hierdie doelwit te bereik, eers gedurende die vyfde seisoen realistiese

afmetings vir hierdie bedryfsvertakking aanneem. Die nodige aanvoeling om 'n "realistiese" bedryf te tipeer moet egter by die interpretasie van gelykbreekontleding aan die dag gelê word.

Indien die verskille tussen die kontrole en die hoogbemeste persele (behandeling IV) uitgesonder word, kan uit tabel 65 afgelei word dat daar gedurende 1973–74 R6 727 op 100 hektaar onbemeste veld, met 50 diere, bestee sou moes word om 'n ondernemersloon van R5 000 te verdien. In hierdie geval is rente op kapitaalbelegging nie in aanmerking geneem nie. Op hoogbemeste veld sou die oppervlakte egter met 22 persent na 78 hektaar verminder kon word, maar die totale uitgawes sou R32 486 beloop en 157 melkkoeie sou benodig word om dieselfde verdienste van R5 000 te vorder. Die oppervlakte wat by onbemeste veld benodig word en die kapitaaluitset, sowel as die diergetalle wat by hoogbemeste veld benodig word om dieselfde ondernemersloon te verdien, kan in beide gevalle as onrealisties hoog beskou word.

'n Vermindering van die vereiste oppervlakte kan slegs deur 'n verhoogde plantmateriaal-opbrengs en 'n verbeterde drakrag van die weiding bereik word. Gedurende 1976–77 het die drakrag van die proefpersele dan ook sodanig toegeneem dat slegs 26 hektaar hoogbemeste weidings (150 kg N/ha en 45 kg P/ha) vir 'n ondernemersverdiensle van R5 000 benodig sou word. Die totale uitgawes sou, in hierdie geval, sonder kragvoeraanvulling nagenoeg R12 225 beloop om 78 diere op 26 hektaar te onderhou. Vir 'n ooreenstemmende verdienste op onbemeste veld sou die oppervlakte wat vir 53 diere benodig word, bykans 70 persent groter moet wees. Die uitgawes verbonde aan intensivering sou egter om en by R5 800 méér as die van die ekstensiewe eenheid beloop, indien die rente op die kapitaalbelegging in aanmerking geneem sou word.

Gelykbreekontledings toon dat varsmelkproduksie gedurende 1974–75 aansienlik winsgewender as industriële melkproduksie bedryf sou kon word. Met inagneming van beleggings-rente is die oppervlaktevereistes vir varsmelkproduksie nagenoeg 40 persent van die oppervlakte wat vir industriële melkproduksie op onbemeste veld benodig word. Op die hoogbemeste weidings van behandeling IV sou vars melk op 35 persent van die oppervlakte geproduseer kan word as wat vir industriële melkproduksie vereis word. Varsmelkproduksie sou ook 'n veel kleiner kapitaalbelegging vereis. Uit die resultate kan verder afgelei word dat vars melk reeds onder die produksie- en bestuurstoestande van 1974–75 lonend op weidings as primêre ruvoerbron geproduseer kon word.

Gedurende 1976–77 het die oppervlaktebenodigdhede vir varsmelkproduksie op behandelings I en IV verder respektiewelik met 56 en 30 persent van die behoeftes vir 1974–75 afgeneem. Afgesien van die verbetering wat in die drakrag voorgekom het, het die uitskakeling van kragvoer waarskynlik gedurende 1976–77 ook 'n rol by die verbeterde ekonomie van varsmelkproduksie gespeel.

Die belangrikste rol wat die melkproduksiepeil van die koeie en die lengte van die produksietydperk per seisoen vervul, kan nie geïgnoreer word nie. Weens die swakker liggaamstoestand waarin die diere aan die begin van die 1974–75-seisoen verkeer het, het die laktasietydperk slegs 140 dae geduur en was die gemiddelde melkopbrengs laer as tydens die ander seisoene met gunstiger produksietoestande. Intensivering het dus gedurende 1974–75 asook tydens die aanvangseisoen geen voordele ingehou nie.

5.12.4 Evaluasie van die aangepaste melkproduksiegegevens

Soos onder 5.8.1 hierbo vermeld was die melkproduksiegemiddeldes van die verskillende proefbehandelings nie tussen seisoene vergelykbaar nie. Aangesien hierdie verskille moontlik die winsgewendheid van die behandelings onderling sowel as tussen seisoene kon beïnvloed, is 'n ekonomiese ontleding op die aangepaste produksiegemiddeldes uitgevoer (tabel 66). Vir hierdie ontleding is die beraamde melkopbrengs volgens die aangepaste vetgekorreerde melkproduksie/100 kg liggaamsmassa (tabel 52) en die gekorrigeerde weidare (tabel 61) bereken.

Ekonomiese ontledings wat op die aangepaste melkproduksiegemiddeldes gebaseer is, verskil volgens hierdie resultate inderdaad van die wat op die oorspronklike gemiddeldes bereken is. Hierdie verskille is nie alleenlik prominent tussen seisoene nie maar ook in 'n mindere mate tussen behandelings. Die algemene ekonomiese interpretasie wat aan die behandelingsinvloede toegeskryf kan word, verskil egter nie wesentlik nie.

Met verdienste per R100 kapitaalbesteding as maatstaf blyk dit dat die inkomste uit melk volgens die aangepaste produksiegemiddeldes gedurende 1973–74 aansienlik gunstiger is as wat die oorspronklike gemiddeldes aandui. Volgens die aangepaste melkopbrengs is die verdienste uit vars melk (met inagneming van beleggingsrente) byvoorbeeld 26 persent hoër vir al vier proefbehandelings as wat deur die oorspronklike data aangetoon word. Die inkomste uit aangepaste melkopbrengste is egter gedurende die daaropvolgende twee seisoene gemiddeld 32 en 5 persent laer as wat die oorspronklike gegewens aandui. Gedurende die laaste proefseisoen (1975–76) is die aangepaste produksie-inkomste daarenteen nog 19 persent gunstiger as wat deur die oorspronklike gegewens aangedui word.

Met betrekking tot die interbehandelingsverskille is dit met 1975–76 as voorbeeld opvallend dat elke intensiveringsinkrement winsgewender volgens die aangepaste opbrengste as die oorspronklike opbrengste is. Met inbegrip van beleggingsrente is die inkomste per R100 kapitaalbelegging uit varsmelkproduksie vir die aangepaste melkopbrengste respektiewelik nagenoeg 15, 17, 19 en 24 persent hoër vir behandelings I tot IV as dié van die oorspronklike inkomste-ontleding.

Na aanleiding van die enkele verskille wat tot dusver tussen die aangepaste en oorspronklike melkopbrengste aangedui is, is dit duidelik dat die ekonomiese interpretasie van diereproduksiegegevens aansienlik kan verskil, afhangende van die produksiemaatstawwe wat by die eksperimentele evaluasie aangewend word. Die inskakeling van fyner maatstawwe, soos melkproduksie per 100 kg liggaamsmassa en seisoensproduksieaanpassings by 'n standaardaanvangsproduksie, het in die geval van hierdie ontledings getoon dat die variasie met betrekking tot verdienste per R100 kapitaalbelegging as gevolg van verskille in opbrengsmaatstawwe tot 30 persent kan beloop. Ten einde vergelykbaarheid tussen proefbehandelings en -seisoene te verseker is dit derhalwe noodsaaklik dat die eksperimentele eenhede wat by diereprestasiere-gegevens aangewend word, minstens liggaamsmassa- en produksieverskille in ag moet neem.

Ofskoon die behandelingsinvloed op die winsgewendheid van melkproduksie waarskynlik deur die gegevens van tabel 66 noukeuriger as deur die van tabel 65 weerspieël word, is die algemene behandelingsneigings feitlik eenders en sal die gegevens in tabel 66 nie hier verder bespreek word nie.

5.12.5 Evaluasie van die potensiële melkproduksie

'n Raming van die potensiële inkomste wat gedurende die verskillende seisoene onder die bestuurstoestande van fase 2 uit melk verkry kon word, word in hierdie afdeling bespreek. Vir hierdie ontleding is aanvaar dat:

- (1) geen kragvoer op enige tydstip aan die diere verskaf is nie;
- (2) die gemiddelde daaglikse melkopbrengste vir elke seisoen dieselfde is, naamlik 2,025; 2,230; 2,271 en 2,015 kg per 100 kg liggaamsmassa vir behandelings I tot IV respektiewelik (*vide* tabel 52) en
- (3) dat seisoensmelkopbrengste uit die daaglikse opbrengste bepaal is, met dié aanname dat een grootvee-eenheid 'n massa van 500 kg verteenwoordig en dat die potensiële weidare van tabel 61 die grondslag vir die berekening van seisoensopbrengste is. Produksiekoste is volgens tabel 62 verwerk.

Uit tabel 67 blyk dit dat die verdienste per R100 kapitaalbelegging (sonder insluiting van die rente op belegging) vir kontrolebehandelings jaarliks dieselfde is, naamlik R250 vir industriële melkproduksie en R327 vir varsmelkproduksie. Dit is opvallend dat die inkomste uit melk volgens hierdie maatstaf vir elke intensiveringsinkrement in verhouding met die kontrole toenemend styg namate die drakrag van die weidings oor die seisoene verbeter.

Met inagneming van rente, toon die resultate van tabel 67 dat die verdienste per R100 kapitaalbelegging vir vars melk vir behandeling I met nagenoeg 81 persent van 1973–74 tot 1976–77 styg, terwyl behandelings II, III en IV onderskeidelik met 228, 262 en 424 persent vir die ooreenstemmende tydperk toeneem. Gelykbreekontleding toon verder dat intensivering gedurende die aanvangsjare van bemesting (1973–74 en 1974–75) geen voordele inhou nie, aangesien 'n toenemende oppervlakte vir elke bemestingsinkrement benodig word om gelykbreekpunt te bereik. Na 1975–76 het die drakrag van die bemeste persele egter wel sodanig in verhouding tot die kontrole verbeter dat intensivering lonender as ekstensiewe produksietoestande geword het.

Indien die gegewens van die gelykbreekontleding in tabel 67 met die ekonomiese ontledings van die oorspronklike en aangepaste melkopbrengste (tabel 65 en 66) vergelyk word, is dit opvallend dat die weidingoppervlakte op onbemeste veld aansienlik groter moet wees om gelykbreekpunt te bereik wanneer kragvoer verskaf word as wanneer dit nie verskaf word nie. In die geval van al drie die intensiewer behandelings kon, daarenteen, gedurende die eerste drie seisoene met kleiner oppervlaktas gelykbreekpunt bereik word indien kragvoer wel verskaf is as wanneer dit weerhou is.

Dit is dus nie primêr die verskaffing van kragvoer wat melkproduksie op die intensiewer behandelings gedurende die gunstiger periodes van fase 1 (soos die 1973–74-seisoen) lonender as die weerhouding daarvan gemaak het nie, maar wel die handhawing van die bepaalde veeladings wat op elk van die betrokke behandelings toegepas is. Deur middel van kragvoeraanvulling kon die aangewese veeladings egter wel onderhou word, terwyl die drakrag van die weidings te laag was om die betrokke veeladings sonder aanvulling te handhaaf. In sulke gevalle is kragvoeraanvulling dan ook by uitstek geregverdig.

5.12.6 Evaluasie van die ekonomiese invloed van verskillende produksieveranderlikes

Vir ordelike bestuursbeplanning is dit noodsaaklik dat die invloed van die faktore wat die winsgewendheid van melkproduksie onder beweiding bepaal, noukeurig beoordeel word.

Booyesen *et al.* (1975) se formule om die verdienste per R100 kapitaalbelegging te bereken :

verteenwoordig die vernaamste van hierdie faktore en kan dus met vrug gebruik word om die afsonderlike invloed van elk te evalueer.

Aangesien dit reeds by die behandelingsevaluasie duidelik geword het dat veelading, seisoensweitydperk en melkproduksiepeil 'n belangrike rol by die winsgewendheid van melkproduksie speel, is die invloed van alle kombinasies van drie produksiepeile, drie weitydperke en ses veeladings op die verdienste per R100 kapitaalbesteding by industriële melkproduksie bereken. Vir hierdie ontledings is kragvoeraanvulling nie in aanmerking geneem nie, maar die rente op beleggings in grond en diere is wel by die berekenings ingesluit. Die nie-variërende veranderlikes is vir alle kombinasies konstant volgens die produksiekoste van tabel 62 gehou. Die resultate van die berekenings word in tabel 68 verstrek.

Uit die gegewens van tabel 68 kan afgelei word dat elke verhoging in melkproduksiepeil, -weitydperk en -veelading vir 'n aansienlike toename in die winsgewendheid van industriële melkproduksie verantwoordelik is. Dit is ook duidelik dat veelading by elke intensiveringsinkrement verhoog sal moet word ten einde industriële melk lonend te produseer. Gevolglik kon afgelei word dat hoe laer die melkproduksiepeil is en hoe korter die weitydperk is, hoe hoër sal die veelading moet wees om 'n verlies te vermy.

Veelading kan egter slegs tot by 'n bepaalde vlak, naamlik die optimum langtermyndrakrag van die weiding verhoog word, waarna 'n verdere verhoging tot 'n oorskryding van die weiding se dravermoë en 'n uiteindelijke biologiese en finansiële ineensinking van die stelsel sal lei. Volgens die voorbeeld van tabel 68 sou veeladings van onderskeidelik 1,0; 1,5; 2,0 en 2,5 grootvee-eenhede vir behandelings I tot IV 'n produksietydperk van 168 dae per seisoen en 'n gemiddelde daaglikse melkproduksie van 12 liter per koei 'n realistiese en bereikbare mikpunt wees. Onder hierdie omstandighede sou onderskeidelik 37, 29, 24 en 21 hektaar vir behandelings I tot IV benodig word om die gelykbreekpunt vir 'n ondernemersverdiensle van R5 000 te bereik.

Ten einde die invloed van elke afsonderlike produksieveranderlike op sekere ekonomiese parameters nader te bepaal is elkeen van die vernaamste produksieaantastawwe aan 'n sensiwiteitsontleding onderwerp.

Gedurende hierdie proses is 'n arbitrêre maar realistiese "standaardwaarde" vir elke veranderlike gekies. Vir elkeen van die veranderlikes is verder 'n waarde van 25 persent hoër of laer as die standaardwaarde bereken. Vervolgens is 'n ontleding op die standaardwaardes uitgevoer wat as vergelykingsmaatstaf moes dien. Hierdie ontleding is opgevolg deur ontledings

waar een veranderlike per geleentheid na 25 persent hoër of laer as die standaard verander is, terwyl al die ander veranderlikes konstant (volgens die standaardwaardes) gehou is. Die resultate van hierdie ontledings word in tabel 69 verstrekk.

Uit hierdie gegewens (tabel 69) is dit opvallend dat die daaglikse melkopbrengs per dier, die melkprys per volume-eenheid en seisoensweitydperk nagenoeg dieselfde invloed op elke afsonderlike ekonomiese maatstaf uitoefen. Hierdie drie veranderlikes beheers dan ook die winsgewendheid van melkproduksie onder beweidingstoestande. Hiernaas het veelading die belangrikste uitwerking op die lonendheid van melkproduksie, gevolg deur bemestingskoste, rente op beleggings in diere en rente op beleggings in grond.

Die omvang van die invloed van die veranderlikes varieer vir die verskillende ekonomiese maatstawwe. 'n Toename van 25 persent in melkproduksie, -melkprys of -seisoensweitydperk veroorsaak ongeveer 'n 12 persent-toename in die totale produksiekoste per hektaar, bykans 'n 40 persent-toename in bruto marge per hektaar, 'n 24 persent-toename in verdienste per eenheid kapitaalbesteding, 'n 10 persent-afname in die gelykbreekbedrag en ongeveer 'n 30 persent-afname van die oppervlakte sowel as diergetalle wat benodig word om 'n R5 000 ondernemersloon te verdien (tabel 69). 'n Afname van 25 persent van enige van die drie belangrikste produksieveranderlikes sal daarenteen tot 'n ooreenstemmende afname van 12 persent van die totale onkoste en 40 persent van die bruto marge per oppervlakte-eenheid lei, maar die verdienste per hektaar sal met 31 persent afneem, terwyl die gelykbreekbedrag met 33 persent en die vereiste oppervlakte en diergetalle met 64 persent sal toeneem.

Ofskoon veelading 'n minder belangrike rol as melkproduksie per dier, melkprys en weitydperk by die verskillende ekonomiese maatstawwe vervul, is dit opvallend dat veelading wel, by uitsondering, die belangrikste invloed van alle produksieveranderlikes op die totale produksiekoste per hektaar uitoefen. 'n Vermeerdering van die veelading met 25 persent lei dus tot 'n 17 persent-verhoging van die produksiekoste per hektaar. Voorts veroorsaak hierdie vermeerdering van die veelading 'n toename van 34 en 14 persent van die bruto marge en die verdienste per R100 kapitaalbesteding onderskeidelik, asook 'n afname van ongeveer sewe persent van die gelykbreekbedrag, 25 persent van die oppervlakte en vyf persent van die vereiste diergetalle om 'n ondernemersloon van R5 000 per seisoen te verdien. 'n Vermindering van die standaardveelading met een grootvee-eenheid per hektaar sal volgens die ontleding 'n afname van 20 persent van die verdienste per eenheid kapitaalbesteding meebring, terwyl die gelykbreekbedrag, gelykbreekoppervlakte en gelykbreekdiergetalle onderskeidelik met 13, 50 en 12 persent sal toeneem.

Bemestingskoste en die heffing van rente op die kapitaalbelegging in diere verskil vir alle ekonomiese maatstawwe met minder as twee persent van mekaar. Verder is die invloed van hierdie twee veranderlikes by alle ekonomiese parameters ongeveer twee keer so groot as die invloed van die renteheffing op grond.

Dit is dus belangrik dat daarop gelet moet word dat grondprys volgens die ontledingsnorme wat hier toegepas is, nie 'n bepalende faktor by intensivering is nie. Indien alle ander faktore konstant bly en die rente op grond word met 25 persent vermeerder, toon die ontledings (tabel 67) dat die bruto marge per hektaar met minder as drie persent en die verdienste per eenheid kapitaalbelegging met minder as vyf persent daal.

Van die sewe belangrikste koste-eenhede by melkproduksie op weidings (tabel 69) blyk dit dat hierdie veranderlikes, wat in 'n mate deur bestuur beïnvloed word, wel die primêre faktore is wat die winsgewendheid van melkproduksie bepaal. Hierdie veranderlikes is die gemiddelde daaglikse produksie per dier, die seisoensweitydperk en die veelading. Die enigste veranderlike wat nie deur bestuur gemanipuleer kan word nie maar wel 'n beslissende invloed op die lonendheid van melkproduksie het, is die melkprys. Die oorblywende veranderlikes, waarvan die pryse meestal vasgestel is of deur aanbod en aanvraag bepaal word, speel egter 'n sekondêre rol by produksiekoste.

5.12.7 Jaarlikse prysskommeling

Soos reeds vermeld kan verwag word dat die lonendheid van melkproduksie vanaf weidings jaarliks sal fluktueer namate produksiekoste en produsentpryse wissel. By weidingsintensivering bepaal hierdie veranderinge die stabiliteit van die inkomste uit melk, veral wanneer bemeste weidings die tradisionele energierike voerbronne (soos kragvoer) vir melkkoeie moet vervang.

Ten einde die inkomste/uitgawe-variasie te bepaal is die jaarlikse gemiddelde produsentpryse van industriële en vars melk vir die tydperk 1970 tot 1979 vasgestel en die intensiveringskoste van die vier proefbehandelings vir ooreenstemmende seisoene bereken. Hierdie gegewens word in tabel 70 aangetoon. Deur alle ander produksieveranderlikes konstant te hou en slegs melkprys en intensiveringskoste te varieer is die seisoensverdiensie per R100 kapitaalbelegging (volgens die formule van Booysen *et al.*, 1975) beraam. Die aannames en die resultate van die ontledings word ook in tabel 70 verstrek. Hierdie gegewens toon dat die prys van industriële melk vanaf 1970 tot 1979 met nagenoeg 160 persent toegeneem het, terwyl die prys

van vars melk vir die ooreenstemmende tydperk met 142 persent gestyg het. Daarteenoor het die intensiveringskoste volgens die bemestingspeile van die proefbehandelings oor 'n tydperk van tien jaar met 197 persent toegeneem.

Die verdienste per R100 kapitaalbelegging was vir beide industriële en vars melk jaarliks ongeveer R285. Vir behandelings II, III en IV was die gemiddelde verdienste uit industriële melk egter R172, R134 en R111 onderskeidelik en vir vars melk was dit respektiewelik R202, R117 en R150. Die seisoenskommeling van die verdienste uit die produksie van industriële melk het egter nie deurgaans met dié vir varsmelkproduksie ooreengestem nie. Die gunstigste produksietoestande vir beide produksievertakkings het egter gedurende 1976 voorgekom. Intensiveringskoste het na 1976 egter vinniger as die melkprys gestyg, sodat die ongunstigste produksietoestande gedurende die dekade tydens 1979 voorgekom het.

Vergelykenderwys was die verdienste uit industriële melk vir behandelings II, III en IV gedurende 1976 16, 25 en 32 persent hoër as gedurende 1979. Die ooreenstemmende vergelykende verskille vir varsmelkproduksie is 10, 15 en 19 persent. Hierdie waardes verteenwoordig die grootste inkomsteverskille wat vir 'n tydperk van tien jaar tussen seisoene voorgekom het. Daar kan moontlik aanvaar word dat hierdie verskille nouliks veel groter sal word, tensy energiebronne so uitgeput raak dat kunsmis nie verder ekonomies vir voedselproduksie aangewend kan word nie. Produksietoestande kan na alle waarskynlikheid dus in die toekoms veel gunstiger word as wat in hierdie ekonomiese evaluasie aangedui is, aangesien alle ontledings wat hier voorgehou is, volgens die relatief ongunstige kostestruktuur van Maart 1979 beraam is.

Sover uit die bestaande literatuur vasgestel kan word, is die ekonomiese ontledingsbenadering wat in hierdie afdeling gevolg is, nog nie voorheen by weiveldevaluering in Suid-Afrika toegepas nie. Benewens die beoordeling van die winsgewendheid van melkproduksie op bemeste en onbemeste veld deur Rose (1956, *vide* 2.1) kon geen ander Suid-Afrikaanse literatuur oor hierdie onderwerp gevind word nie. Die inskakeling van gelykbreekanalise en ander bykomende hulpmaatstawwe by die ekonomiese ontledings om die relevante weiveldoppervlaktes en diergetalle te beraam om 'n bepaalde ondernemersloon te realiseer, verseker egter dat die nodige perspektief oor die winsgewendheid van 'n melkproduksieonderneming vanuit 'n ondernemersoogpunt gehandhaaf kan word.

6. BESPREKING EN GEVOLGTREKKINGS

Die inligting wat gedurende hierdie ondersoek ingewin is, het getoon dat die intensivering van diereproduksiestelsels in die Bethlehemomgewing prakties en ekonomies deur middel van radikale veldverbetering teweeggebring kan word. Ofskoon die studieterrein weens 'n helling van ongeveer agt persent as marginaal vir akkerbou doeleindes beskou word, kan die potensiaal daarvan vir alternatiewe kapitaalintensiewe bedryfsvertakkinge soos melkproduksie, deur middel van veldversterking en veldvervanging, ruim ontgin word. As gevolg van die kenmerkende rollende topografie van die omgewing is oulande verteenwoordigend van groot oppervlaktes in die Oos-Vrystaat, sodat die resultate van hierdie ondersoek 'n wye toepassingswaarde het.

Die drie- tot viervoudige opbrengstoenames wat by feitlik alle produksimaatstawwe oor die verloop van vyf eksperimentele seisoene by elk van die behandelings voorgekom het, is die belangrikste enkele resultaat wat uit die intensiveringsmaatreëls wat gedurende die ondersoek toegepas is, voortvloei. Die gemelde produksieverhogings kan waarskynlik hoofsaaklik aan 'n verbetering van grondvrugbaarheid toegeskryf word, wat uit die verbeterde bestuur en die opbouing van residuele voedingstowwe weens bemesting en die hersirkulasie van dierlike ekskreta voortspruit.

Bemesting as sodanig het jaarliks by die hoogste vlak van intensiverings minstens 'n verdubbeling van die verskillende opbrengsparameters meegebring. Dit het daartoe gelei dat die produktiwiteit van behandeling IV na vyf seisoene van bemesting en beweiding bykans agtvoudig hoër as die oorspronklike veldweiding tydens die aanvang van die ondersoek was.

In teenstelling met die ondervinding van Rose (1956) en sommige ander werkers wat die invloed van bemesting op diereprestasie bestudeer het (*vide* Holmes, 1968; Whitehead, 1970) het in hierdie ondersoek statisties beduidende verskille in melkproduksie per dier as gevolg van behandelingsinvloede voorgekom. Dit is verder opvallend dat die voorsiening van kragvoer teen 'n derde van die diere se voedingsbehoeftes nie soos verwag is, die behandelingsinvloede op melkproduksie volkome onderdruk het nie; intendeel het daar ongeag van die kragvoeraanvulling hoogs beduidende verskille tussen behandelings gedurende fase 1 ten opsigte van die gemiddelde melkopbrengs per dier voorgekom. Die weerhouding van kragvoeraanvulling het egter tot groter interbehandelingsverskille gelei, wat daarop gedui het dat die biologiese kwaliteit van lig en matig bemeste veld aansienlik hoër as die van hoogbemeste *Eragrostis curvula* cv. *Ermelo* en onbemeste veld was.

Die gemiddelde melkopbrengste per dier wat op weidings as primêre voerbron behaal is, vergelyk uitstekend met die van plaaslike en oorsese proefnemings (Rose, 1956; Stobbs, 1976). Ofskoon die opbrengste per oppervlakte-eenheid ook met die van ander ondersoekte vergelykbaar is, kan aanvaar word dat dit waarskynlik aansienlik verhoog kan word deur 'n hoër weidruk toe te pas.

Die feit dat verskillende weidrukke nie as behandelingshoofeffek ingeskakel is nie, is waarskynlik die belangrikste leemte van die ondersoek. Hoewel die melkproduksie per oppervlakte-eenheid heelwat deur 'n hoër weidruk vermeerder sou kon word, is dit volgens 'n studie deur Stobbs (1977) duidelik dat produksie per dier as gevolg van 'n toename in weidruk begin afneem namate die koeie op eie liggaamsreserwes begin teer. Gepaard daarmee vind ook 'n afname in die kwaliteit van die melk plaas. Die optimum weidruk op *Panicum maximum* is volgens Stobbs (*op. cit.*) se ondersoek nagenoeg dieselfde as wat tydens fase 2 van hierdie studie toegepas is.

Die twee uiteenlopende bestuursfases wat gedurende die ondersoek gevolg is, het waardevolle inligting oor die relatiewe verskille tussen die onderskeie bestuursbenaderings blootgelê. Die integrasie van hooibewaring met beweiding tydens fase 1 het volgens alle aanduidings 'n groot mate van subjektiwiteit by die beoordeling van die produksiemaatstawwe meegebring. Die toepassing van voorafbepaalde veeladings gedurende hierdie tydperk het waarskynlik verder daartoe bygedra. Volgens die objektiewe weidruknorme wat gedurende fase 2 toegepas is, kon egter vasgestel word dat daar gedurende fase 1 'n relatiewe oorbenutting van matig en hoogbemeste persele en 'n onderbenutting van die kontrole en lig bemeste persele plaasgevind het.

Die praktiese toepassing van fase 1 het verder bevestig dat die optimale hooisnystadium moeilik met beweiding in 'n vaste rotasiestelsel gekoördineer kan word. Die ongereelde meganiese ontblaring het ook tot groot en ongewenste weidrukvariasies gelei, sodat dit voordeliger geag is om die rotasie tussen minder kampe te verdeel en enkele kampe totaal vir hooibewaring af te sonder. In teenstelling met fase 1 kon gedurende fase 2 uitmuntend daarin geslaag word om die voervoorsiening met die voerbenodigdhede van die proefdiere in ewewig te hou, sodat die drakrag van die weidings en die biologiese waarde van die plantmateriaal so objektief moontlik beoordeel kan word. In hierdie opsig is die huidige ondersoek dan ook meer gevorderd as die van Rose (1956) en talle ander diereprestasieproewe wat voorheen in Suid-Afrika op weidings uitgevoer is, aangesien handelings by die meeste van hierdie ondersoekte nie geldig met mekaar vergelyk kon word nie.

Met betrekking tot kragvoeraanvulling is dit uit die proefresultate duidelik dat die verskaffing daarvan (teen 'n derde van die diere se daaglikse voedingsbehoefte) op lig en matig bemeste veld geen wesentlike voordele bo die weerhouding van enige byvoeding inhou nie, mits die diere voor en na kalwing oor voldoende liggaamsreserwes beskik.

Weens die relatief groot verskille in die liggaamstoestand van die diere aan die begin van die fase 2-groeiseisoene is dit egter nie duidelik in watter mate die koeie op hulle liggaamsreserwes teer om energie vir melkproduksie beskikbaar te stel wanneer kragvoer nie verskaf word nie. Gedurende albei seisoene het geen liggaamsmassatoenames tydens die produksietydperk by die diere voorgekom nie. Nadat laktasie gedurende 1975–76 op 140 dae gestaak is, het die massa van die proefdiere egter skerp toegeneem.

Ekonomies gesproke blyk kragvoeraanvulling wel geregverdig te wees totdat die drakrag van die weidings 'n bepaalde drempelwaarde oorskry, waarna byvoeding op bemeste persele geen verdere voordele inhou nie. Hierdie waarde kan slegs deur die heersende inkomste-uitgawe-verhoudings bepaal word. Onder die proefomstandighede het dit geblyk dat 'n noemenswaardige inkomste uit industriële melkproduksie verdien kan word indien die gemiddelde melkproduksie per koei minstens 12 liter per dag sonder kragvoeraanvulling is, die weitydperk oor 168 dae strek en daar op die kontrole, lig, matig en hoogbemeste behandelings 'n veelading van onderskeidelik 1,0; 1,5; 2,0 en 2,5 grootvee-eenhede per hektaar gehandhaaf kan word.

'n Faktor wat melkproduksievergelykings tussen seisoene aansienlik bemoeilik het, is die heterogeniteit van die diere wat jaarliks in die ondersoek gebruik is. Weens die relatiewe verskille in voedingstatus, ouderdom, liggaamsmassa en aantal voltooide laktasies het objektiewe opbrengsaanpassings om hierdie probleem te oorbrug, onontbeerlik geblyk te wees. Deur die seisoensmelkproduksiegemiddeldes van elke behandeling as 'n persentasie van die aanvangsproduksies tydens die begin van elke seisoen te bereken en hierdie waardes by 'n konstante gemiddelde aanvangsproduksie aan te pas, is die geldigheid van inter- en intraseisoensvergelykings klaarblyklik heelwat verhoog.

Die biologiese evaluasie van die behandelings deur middel van melkproduksie toon verder dat die eenhede waarin melkproduksie uitgedruk word, 'n belangrike uitwerking op die interpretasie van die gegewens het, aangesien die produksievermoë van die diere hoofsaaklik van hulle liggaamsgrootte en energiebesteding per eenheid geproduseerde melk afhanklik is. 'n Objektiewe interbehandelingsvergelyking vereis dus dat beide hierdie invloede in ag geneem word. Gedurende die ontleding van gegewens het dit geblyk dat die voorstelling van melk-

opbrengs as vetgekorregerde melk per massa-eenheid 'n minimum vereiste vir onpartydige vergelykings is.

Ofskoon die kwaliteit van die plantmateriaal deur bemesting verbeter word, voldoen die voedingswaarde daarvan (volgens chemiese ontledings van handversamelde monsters) nie aan die voedingsbehoefte van lakterende diere nie. Benewens die feit dat daar 'n energietekort is, blyk dit dat stikstof, fosfor, kalsium en magnesium beperkend is. 'n Oormaat kalium is daarenteen in verhouding met die ander voedingstowwe in die plantmateriaal aanwesig, so dat die gevaar van *hypomagnesaemia* wesenlik is indien tekorte nie aangevul word nie. Die inskakeling van 'n peulgewas in die weiding behoort die voedingstekorte (met die uitsondering van energie) feitlik volkome te verlig (Stobbs, 1975). Veldvervanging en -versterking deur ander tropiese of selfs gematigde grassoorte as wat in hierdie studie aangewend is (soos byvoorbeeld *Digitaria*-spesies of *Dactylis glomerata*) behoort ook die weiding kwantitatief en kwalitatief te verbeter. Aangesien daar met die aanvang van die studie nog nie geskikte alternatiewe gewasse beskikbaar was nie, behoort die evaluering van ander spesies in die Bethlehem-omgewing voorrang te geniet.

Die belangrikheid van 'n potensiële magnesiumtekort, selfs by peulgewasweidings of waar kragvoeraanvullings op die weidings verskaf word, kan nie oor die hoof gesien word wanneer bemeste weidings as ruvoerbron vir melkkoeie aangewend word nie. In hierdie opsig het navorsers in Nederland alreeds ver gevorder met die ontwikkeling van magnesium bevattende stikstofbronne om magnesiumtekorte op weidings te voorkom (Dilz & Arnold, 1978).

Die onderlinge verhoudings tussen voedingstowwe in die plantmateriaal blyk 'n belangrike aanduiding van 'n potensiële voeding- en bemestingswanbalans te wees. Hierdie verhoudings toon volgens die proefgegewens asook volgens die literatuur dat stikstof, fosfor en kalium — ongeag van die bemestingspeile — in 'n verhouding van nagenoeg 10:1:5 (N:P:K) by grasse voorkom. Indien geen ander wanbalanse voorkom nie, suggereer hierdie verhoudings in die plantmateriaal dat stikstof, fosfor en kalium ongeveer in dieselfde verhoudings op suiwer grasweidings tydens onderhoudsbemesting toegedien moet word. Voorlopig word egter aanbeveel dat geen kaliumtoedienings oorweeg word tensy grondontledings op tekorte dui nie.

Die relatief nou N:P-kunsmisverhouding wat tydens die ondersoek toegepas is, het klaarblyklik tot 'n onnodige akkumulasie van fosfor by hoogbemeste persele gelei, wat ook nie ekonomies geregverdig kan word nie.

Een van die dringendste navorsingsprioriteite wat uit hierdie ondersoek voortspruit, is om die kringloop van voedingstowwe by verskillende bemestingspeile en veeladings in die weidings-

ekosisteem te ontrafel en te kwantifiseer. In Suid-Afrika is feitlik geen navorsing op hierdie terrein gedoen nie. Davidson (1964) is die eerste en enigste wat tot dusver 'n hipotese oor die stikstofkringloop in 'n Suid-Afrikaanse weiveld-ekosisteem geformuleer het. Met die lewende liggaamsmassatoenames van osse as eksperimentele kriteria het hy aangedui dat nagenoeg 80 persent van die stikstof in die plantmateriaal as ekskreta herwin word, waarvan 25 persent weer deur die plante gedurende die eerste seisoen en 'n verdere 25 persent gedurende die volgende seisoen opgeneem word. Met 'n raming van die stikstofvoorraad in die grond en die berekende herwinning deur plante beweer Davidson dat 'n ligte jaarlikse onderhoudstoediening van ongeveer 33 kg N/ha (na 'n hoë aanvangstoediening) hoër stikstofherwinningswaardes in die plantmateriaal sal handhaaf as wanneer jaarliks slegs 'n vaste hoeveelheid van 67 kg N/ha toegedien word.

Gedurende die ondersoek op Bethlehem is ook vasgestel dat die stikstofherwinning in die plantmateriaal jaarliks met elke bemestingsinkrement vinniger toeneem namate die stikstofvoorraad in die grond opbou. Die toename in grondvrugbaarheid het klaarblyklik as gevolg hiervan aanleiding tot die bykans viervoudige opbrengsttoenames by elk van die behandelings oor vyf seisoene gegee. Dit is derhalwe duidelik dat daar gedurende die ondersoek nog nie 'n versadiging van die stikstof-immobilisasievermoë van die gronde onder verskillende behandelings voorgekom het nie. Die produktiwiteit en winsgewendheid van die behandelings het nietemin skerp begin toeneem namate minder stikstof deur die grond geïmmobiliseer is en meer vir die groeifunksie van plante beskikbaar gestel is.

Daar bestaan reeds voldoende getuienis om te aanvaar dat die toediening van minerale stikstof en fosfor slegs tot die hoeveelhede wat deur middel van dierlike of plantaardige produkte verwyder word, beperk hoef te word sodra 'n versadiging van die stikstof- en die fosforpoel in die grond bereik is (Davidson, 1964; Holmes, 1968; Whitehead, 1970; Power & Alessi, 1971; Power, 1972). Die hoeveelhede bemesting wat egter aanvanklik benodig word om 'n stikstofversadiging van die grond te bereik kan relatief hoog wees. In hierdie verband rapporteer Power (1972) sy ondervinding te Mandan, Noord-Dakota, soos volg:

"In all instances where sufficient fertilizer N was added, approximately 350 kg/ha was immobilized in the various components of the N-cycle. A period of 3 to 4 years was required for immobilization to come to equilibrium. Only about 200 kg/ha could be immobilized the first year. This value increased by 50 to 75 kg N/ha each of the following years until 350 kg/ha was attained".

Na aanleiding van sy eksperimentele bevindings som Power (1972) sy gevolgtrekkings soos volg op:

“Nitrogen may be eliminated as a growth-limiting factor within a soil-plant system by providing sufficient inorganic N to completely saturate the capacity of the system to immobilize N, thereby setting up new equilibrium conditions whereby annual immobilization and irreversible losses are balanced by mineralization plus inorganic N additions”.

Die ekonomiese en biologiese waarde van die stikstof- en fosforsirkulasie in die weidings-ekosisteem en die bepaling van die versadigingsvermoë van verskillende gronde onder verskillende gewasse by verskillende weidrukke asook die onderhoudsbemesting wat toegedien behoort te word wanneer versadiging eers bereik is, kan derhalwe nie oorbeklemtoon word nie.

Ofskoon talle kleinperseelbemestingstudies en enkele diereprestasieondersoeke alreeds in Suid-Afrika uitgevoer is, is dit duidelik dat navorsing oor die volle omvang van radikale veldverbetering as intensiveringsmaatreël nog in 'n ontwikkelingsfase is.

7. OPSOMMING

Die toepaslikheid van radikale veldverbetering as intensiveringstegniek om diereprodukte op droëlandweidings te bevorder, is ondersoek. Die studie is op die Bethlehemse Landbounavorsingstasie in die Oos-Vrystaat (lengtegraad $28^{\circ}18'$ en breedtegraad $28^{\circ}10'$) uitgevoer en het oor 'n tydperk van vyf somergroeiseisoene gestrek. Die proefferrein is op oulande geleë, wat 25 jaar lank weens skuins hellings van bewerking onttrek is. Die grond is oorwegend verteenwoordigend van die Avalonvorm en die Soetmelkserie, terwyl die plantegroei deur spesies van die *Eragrostae* en ander pioniers oorheers word. Gedurende die eksperimentele termyn het die somerreënval van benede normaal vir die eerste en laaste proefseisoen (354 en 444 mm onderskeidelik) tot ver bo normaal vir die derde en vierde seisoene (622 en 682 mm respektiewelik) gevarieer. Tydens die tweede seisoen is 'n goed verspreide neerslag van 547 mm gedurende die proefperiode aangeteken.

Die proefuitleg verteenwoordig 'n ewekansige blokontwerp met vier behandelings en agt herhalings (kampe). Die behandelings verteenwoordig vier vlakke van weiveldintensivering, naamlik:

- behandeling I: ekstensiewe kontrole;
- II: "suboptimale" veldversterking, met 'n bemesting van 50 kg N/ha en 15 kg P/ha/jaar;
- III: "optimale" veldversterking, met 'n bemesting van 100 kg N/ha en 30 kg P/ha/jaar en 'n oorsaaing van die veld met *Eragrostis curvula* cv. Ermelo teen 6 kg/ha;
- IV: "intensiewe" veldvervanging met *E. curvula* cv. Ermelo en 'n bemesting van 150 kg N/ha en 45 kg P/ha/jaar.

Bemesting is in die vorm van kalksteenammoniumnitraat (30% N) en superfosfaat (8,3% P) toegedien. Perseelgroottes vir behandeling I, II, III en IV was onderskeidelik 2,0; 1,0; 0,75 en 0,5 ha per kamp. 'n Agtkamprotasiebeweiding met drie- tot vierdaagse okkupasieperiodes en 24 tot 25 dae rus per kamp is met agt lakterende Frieskoeie per behandeling toegepas. Die proefperiodes het jaarliks oor ongeveer 168 dae gestrek. Beweiding het meestal gedurende die begin van November 'n aanvang geneem. Benewens melktye het die proefdiere 24 uur per dag op die weidings verkeer. 'n Sout-en-dikalsiumfosfaatlek is deurgaans *ad lib.* in die kampe voorsien.

Twee bestuursmetodes is agtereenvolgend op dieselfde terrein toegepas. Gedurende seisoene een tot drie (fase 1) is 'n stelsel gevolg waar (a) beweiding met hooisny afgewissel is, (b) kragvoerbyvoeding aan die diere teen ongeveer 'n derde van hulle daaglikse behoeftes verskaf is en (c) 'n vaste veelading van 0,5; 0,75; 1,0 en 2,0 grootvee-eenhede per hektaar op behandelings I tot IV gehandhaaf is. Gedurende seisoene vier en vyf (fase 2) is (a) geen kragvoer verskaf nie en (b) gelyke en konstante weidruk tussen behandelings gehandhaaf deur diergetalle volgens die gee-en-neemprosedure te reguleer. Fase 1 het 'n praktykgeoriënteerde bestuur verteenwoordig, terwyl fase 2 'n objektiewe eksperimentele bestuurstechniek verteenwoordig het.

Die versamelde gegewens het hoofsaaklik grondontledings en plantopnames ingesluit wat een keer per seisoen ingewin is, terwyl kwantiteit en kwaliteitsontledings van die beskikbare plantmateriaal vir individuele drie- en vierdaagse okkupasieperiodes bepaal is. Melkopbrengste is daaglik genoteer en melkkwaliteitsontledings is op saamgestelde monsters vir alle okkupasieperiode op al vier behandelings ontleed. Massaveranderinge van die proefdiere is een keer elke twee weke vasgestel, terwyl daaglikse weerkundige waarnemings voorts ook bykomend ingewin is.

Die resultate van die grondontledings toon dat bemesting saam met die invloed van beweiding aansienlike chemiese veranderinge in die grond meegebring het. 'n Groter verwydering van fosfor het uit die bogrond van kontrolepersele voorgekom as wat deur middel van plantontbinding en dierlike uitskeidings herwin is. By die hoogbemeste persele van behandeling IV het 'n beduidende fosforakkumulasie plaasgevind, sodat die P-inhoud van die bogrond tussen 20 en 27 dpm gevarieer het. Die P-inhoud van die bogrond van die kontrole het vanaf 6,3 dpm gedurende seisoen 3 tot 2,5 dpm tydens seisoen 5 afgeneem. Hierbenewens het 'n beduidende kaliumverlies by die hoogbemeste persele van behandeling IV gedurende die twee seisoene met 'n hoë reënval voorgekom. Die aanwesigheid van natriumsoute het met verloop van die ondersoek in die bogrond toegeneem. Hierdie toename kan moontlik aan die invloed van dierlike ekskreta toegeskryf word. Gedurende die laaste drie seisoene was die bogrond van die hoogbemeste behandeling beduidend suurder as die van die kontrole. 'n Loging van gedissosieerde soute na die ondergrond het by hoogbemeste persele voorgekom, sodat die elektriese geleidingsvermoë van hierdie grondlaag beduidend laer as die bo- of ondergrond van enige van die ander behandelings was. Die C:N-verhoudings het slegs gedurende die laaste seisoen verskil, waartydens die verhouding by behandeling II beduidend hoër as by behandeling IV was.

Volgens die plantkundige opnames het bemesting geen merkbare invloed op die totale basale bedekking tussen behandelings uitgeoefen nie. Dit het egter wel die floristiese samestelling beïnvloed. *Eragrostis curvula* het ten koste van alle ander belangrike grasspesies, behalwe die subdominante *Eragrostis plana*, toegeneem. Jaarlikse opnames het getoon dat *Cynodon dactylon* die enigste ander indringerspesie was, terwyl die bedekking van grasse soos *Aristida congesta*, *Elionurus muticus* (= *E. argenteus*), *Heteropogon contorus*, *Microchloa caffra* en *Trichoneura grandiglumis* op bemeste persele beduidend afgeneem het. Volgens regressieontledings blyk dit dat daar 'n wisselwerking tussen die bedekking van *Eragrostis curvula* spp., die pH- en die fosforstatus van die grond voorkom. Hiervolgens is 'n toename van die basale bedekking van *Eragrostis curvula* met 'n relatief hoë grondvrugbaarheidspeil en 'n lae suurgraad geassosieer. 'n Lae pH en 'n lae fosforstatus sowel as hoë pH en 'n hoë fosforstatus lei aan die ander kant tot 'n bedekkingsafname by *Eragrostis curvula*.

Plantopbrengste het jaarliks feitlik met gelyke inkremente by alle behandelings van die aanvang tot by die afsluiting van die ondersoek toegeneem. Die hoogste vlak van intensivering (behandeling IV) het jaarliks ongeveer dubbel soveel plantmateriaal as die kontrole geproduseer. Na 'n tydperk van vyf seisoene van bemesting en beweiding was die beskikbare droë plantmateriaal op kontrolepersele ongeveer drie keer en op hoëbemeste persele (behandeling IV) bykans sewe keer so hoog as die gemiddelde veldopbrengs tydens die aanvang van die ondersoek. Die voginhoud van die plantmateriaal het hoofsaaklik die doeltreffendheid van reënvalverspreiding gereflekteer. Oonddroë plantmateriaalopbrengste het egter ongeag die reënval jaarliks 'n stabiele opbrengsvermeerdering getoon. Hieruit is afgelei dat grondvrugbaarheid onder die proefomstandighede 'n belangriker beperkende faktor as vog was.

'n Vergelyking van die voedingswaarde van die plantmateriaal met die voedingstandaarde van die Agricultural Research Council (1965) en die National Research Council (1971) toon dat bemesting die kwaliteit van die plantmateriaal verbeter het maar nie sodanig dat dit aan die minimum voedingsbehoefte van lakterende melkkoeie voldoen nie. Die konsentrasie van die voedingstowwe in die plantmonsters het gemiddeld (oor al vier behandelings en vyf seisoene) in ongeveer 65 persent van die stikstofbehoefte, 43 persent van die fosforbehoefte, 58 persent van die kalsiumbehoefte, 87 persent van die magnesiumbehoefte en 125 persent van die kaliumbehoefte voorsien. 'n Oormaat kalium het in verhouding met die stikstof, kalsium en magnesium voorgekom. Die $K/(Ca + Mg)$ -verhoudings in die plantmateriaal was by alle proefbehandelings gedurende elke seisoen hoër as die kritiese gevaarvlak van 1,40 waarby *hypomagnesaemia* verwag kan word indien die diere vir die bevrediging van hulle voedingsbehoefte uitsluitlik van gras afhanklik is. Weens die beskikbaarheid van 'n sout- en dikalsiumfosfaatlek asook kragvoer tydens fase I het geen ongevalle voorgekom nie.

Nieteenstaande 'n kragvoeraanvulling van een derde van die diere se voedingsbehoefte het daar gedurende fase 1 hoofsaaklik 'n kalsium- en moontlik 'n magnesiumtekort in die volle dieet voorgekom, terwyl die voedingsregime van die diere gedurende fase 2 deur 'n proteïen-, energie-, fosfor- en magnesiumtekort gekenmerk is. Die beraamde voedingswaarde van die dieet op behandeling III was deurgaans beter as al die ander behandelings, terwyl behandeling IV slegs effens beter as die kontrole maar swakker as die van behandeling II was.

Die gemiddelde daaglikse vetgekorregerde melkproduksie (aangepas vir 'n konstante aanvangsproduksie) was 2,440 kg/100 kg liggaamsmassa (ca. 12,2 liter per dag vir 'n 500 kg-koei) gedurende fase 1, terwyl die gemiddelde produksie tydens fase 2 2,136 kg/100 kg (ca. 10,7 liter per koei per dag) was. Die verskille tussen die produksiegemiddeldes van die tweede en derde seisoen (fase 1) was volgens laasgenoemde produksie-eenhede kleiner as twee persent, maar gedurende die twee seisoene van fase 2 was dit 23 persent. Die produksieverskille gedurende fase 2 moet klaarblyklik hoofsaaklik aan voedingsverskille gedurende die voorbehandelingsperiode toegeskryf word; ofskoon die omgewingstoestand gedurende die proefperiode ook 'n geringe bydrae tot die variasie gelewer het. 'n Vergelyking tussen die twee seisoene van fase 1 en die laaste seisoen van fase 2 toon dat daar — ongeag die bestuursverskille — geen verskille tussen die daaglikse produksiegemiddeldes vir behandeling II en III voorgekom het nie.

Die interbehandelingsverskille was gedurende fase 2 opvallender as gedurende fase 1. Tydens fase 1 het die daaglikse produksiegemiddeldes van die diere op behandeling II, III en IV dié van die kontrole met ses, nege en drie persent respektiewelik oortref. In teenstelling hiermee was die daaglikse produksie op die ooreenstemmende behandelings gedurende die laaste seisoen van fase 2 nagenoeg van 20, 21 en 9 persent hoër as die van die kontrole.

Die melkproduksie per oppervlakte-eenheid stem hoofsaaklik met die toegepaste weidruk ooreen, wat enersyds deur die proefbestuur en andersyds deur die seisoenale toename in plantproduksie beïnvloed is. Gedurende fase 1 was die melkopbrengs gemiddeld 112, 190 en 322 persent hoër as die kontrole op behandeling II, III en IV respektiewelik. Met die toepassing van gelyke weidruk tussen behandelings tydens fase 2 was die gemiddelde opbrengs 137, 168 en 229 persent hoër as die kontrole op die ooreenstemmende behandelings.

Ontledings van die melksamestelling toon dat die bottervetgehalte slegs gedurende die derde (fase 1) en vyfde (fase 2) proefseisoene statisties beduidend tussen behandelings verskil het. Gedurende fase 1 was die bottervetgehalte van die melk wat op behandeling III geproduseer is, beduidend ($P < 0,01$) hoër as enige van die ander behandelings, terwyl die bottervetgehalte

van die melk van behandeling II gedurende fase 2 weer betekenisvol ($P < 0,01$) hoër as die van alle ander behandelings was. Die bottervetproduksie per diere-eenheid het daarenteen groter interbehandelingsverskille getoon, waarvan die algemene neigings met die van melkproduksie ooreengestem het. Betekenisvolle regressieverwantskappe is verder tussen bottervet en die twee ander melkkwaliteitsparameters, naamlik melkproteïen en -laktose, aange-
toon.

Die liggaamsmassaveranderinge van die proefdiere het jaarliks, afhangende van bestuur en omgewingsfaktore, uiteenlopende neigings getoon. Benewens die gevalle waar bestuur 'n regstreekse invloed gehad het, was die algemene neiging dat elke bemestingsinkrement 'n massatoename tot gevolg gehad het. In gevalle van deurlopende massaverlies het 'n kleiner verlies vir elke intensiveringsinkrement voorgekom.

Die drakrag van die weiding het vanaf gemiddeld 0,58 grootvee-eenhede vir 'n weitydperk van 112 dae gedurende die aanvang van die ondersoek tot 1,18; 1,52; 1,85 en 2,82 grootvee-eenhede vir 168 dae gedurende die vyfde seisoen op behandelings I tot IV respektiewelik toegeneem.

Volgens 'n ontleding van die winsgewendheid van melkproduksie op weidings blyk dit dat die faktore wat deels deur die bestuur gemanipuleer word, 'n primêre invloed op die lonendheid van die stelsel uitoefen. Hierdie faktore is die gemiddelde daaglikse melkopbrengs per dier, die lengte van die seisoensweitydperk en die veelading wat op die weidings toegepas word. Die melkprijs het ook 'n beslissende invloed op die winsgewendheid van produksie, maar dit kan nie deur die bestuur beheer word nie. Koste-eenhede waarvan die pryse meestal vasgestel is of deur vraag en aanbod bepaal word, soos bemesting en rente op kapitaalbeleggings in grond en diere, vervul 'n relatief ondergeskikte rol by die winsgewendheid van melkproduksie op weidings. Die ontledings toon ook dat kragvoeraanvulling gedurende die aanvangsjare van 'n bemestingsprogram wenslik is, aangesien dit die oppervlaktebehoef-
tes inkort om 'n bepaalde inkomste te realiseer solank die drakrag van die weidings benede
'n kritiese vlak vir ekonomiese produksie sonder kragvoeraanvulling is.

Die vernaamste gevolgtrekkings uit die ondersoek is dat radikale veldverbetering in die Oos-Vrystaat prakties en ekonomies toegepas kan word om die potensiaal van oulande te ontgin en sodoende diereproduksiestelsels te intensiveer. Vir toekomstige navorsing in dié verband word aanbeveel dat die volgende terreine aandag moet geniet:

- i) Die evaluasie van peulgewasse en veredelde tropiese grasse om die voedings-tekorte van die bestaande weidings te oorbrug;
- ii) 'n ondersoek na die optimalisering van melkproduksie per dier en per hektaar deur middel van weidrukbeheer;
- iii) 'n intensiewe ondersoek na die invloed van bemesting op die stikstof- en fosforkringloop in die weiveldekosisteem, waar dierlike ekskreta 'n regstreekse bydrae tot die kringloop lewer.

8. SUMMARY

One of the most urgent research priorities which agricultural scientists have to face in this country, is the intensification of the available resources in order to meet the increasing food demand of a growing population. It has frequently been demonstrated that a balanced intake of plant and animal products is a prerequisite for the maintenance of a low mortality rate and a high standard of living for an expanding nation. It is thus not only important to increase crop production on our limited arable soils, but also to develop the productivity of the remaining agricultural areas, which, due to physical limitations such as steep slopes, rockiness or poor drainage, are not suitable for cultivation.

Pasture research has shown that by applying radical veld improvement methods, such as fertilization and/or the complete replacement of the indigenous vegetation by species of a higher genetic yield potential, a considerable increase in the production from land can be obtained in the higher rainfall areas. The conversion of veld to high yielding pastures would eventually result in a tremendous increase in animal products in the humid areas of the Republic of South Africa. Previous research on this subject was, however, very often conducted at the level of the small plot clipping trial. A complete lack of information on animal production, especially milk production, from radically improved pastures in the Eastern Free State, as well on the soil-plant-animal interaction in this region, resulted in the initiation of this study.

In order to investigate the influence of four different levels of veld improvement on animal production, an experiment which commenced during November 1972 and lasted for five years, was conducted at the Agricultural Research Station near Bethlehem (latitude $28^{\circ}10'$, longitude $28^{\circ}18'$). The experimental terrain was situated on old fallows that were abandoned as regards wheat cultivation for about 25 years due to slope steepness and possibly a low fertility status of the soil. The soils are mainly representative of the Avalon form and the Soetmelk series. The vegetation of these old lands is dominated by species of the *Eragrostae* and other annual and perennial pioneer grasses. Precipitation varied considerably over the experimental period, ranging from below normal during the first and the fifth seasons (354 and 444 mm respectively) to well above the normal summer pattern during the third and fourth seasons (622 and 682 mm respectively). A normal and well-distributed precipitation, however, occurred during the second season, amounting to a total of 547 mm.

The experimental layout represented a randomized block design with four treatments and eight replications. The treatments comprised four levels of intensification. Treatment I (the

control) represented an improved extensive rotational grazing system on unfertilized fallows. A moderate reinforcement of the veld was introduced on treatment II by the application of 50 kg N/ha & 15 kg P/ha per annum. Treatment III implied the application of a nearly "optimum" fertilizer level of 100 kg N/ha & 30 kg P/ha per annum. This treatment was also fortified by oversowing the veld with *Eragrostis curvula* cv. Ermelo at a seeding rate of 6 kg/ha. Treatment IV represented a complete veld replacement by *Eragrostis curvula* cv. Ermelo and an annual application of a fairly large amount of fertilizer, viz. 150 kg N/ha & 45 kg P/ha. All fertilizers were applied in the form of limestone ammonium nitrate (30%N) and superphosphate (8,3%P).

Paddock sizes were 2,0; 1,0; 0,75 and 0,5 ha each for treatments I to IV respectively. A rigid eight-camp rotational grazing system with three to four days of occupation and 24 to 25 days of rest, was followed simultaneously on the four treatments. Eight purebred Friesland cows were allocated annually to each treatment on a stratified basis according to level of milk production, livemass and number of lactation. With the exception of milking times, the animals were confined to the experimental paddocks for 24 hours per day. They were also provided with clean water and a lick of salt and dicalcium phosphate *ad lib*. The experimental period commenced annually at approximately the beginning of November and lasted for 140 to 168 days. After termination of the experimental season, all animals were fed on a standard ration of silage and concentrates in feeding pens during the winter.

Two different management regimes were also investigated. During seasons one to three (phase 1) a system was followed in which (a) animals were allocated at fixed stocking rates (viz. 0,5; 1,0; 0,75 and 1,0 MLU/ha) to treatments I to IV respectively, (b) grazing was followed by cutting, and (c) animals were supplemented with concentrates to satisfy at least one third of their total daily nutrient requirements. This phase resembled a typical farming situation in the Eastern Free State. During the second phase (seasons four and five) condition (c) was abandoned and conditions (a) and (b) were substituted for a system of variable stocking rate but fixed grazing pressure on the respective treatments. The second phase resembled an objective experimental evaluation of the carrying capacity and biological value of the different treatments.

Results of this investigation showed that intensification had a profound effect on the soils of the different treatments. A significant depletion of phosphorus occurred in the upper soil layer of control plots, which could not be replenished by the deposition of animal excreta and the decomposition of dead plant material. On the contrary, a significant accumulation of phosphorus occurred on the highly fertilized plots of treatment IV. The phosphorus con-

tent of these soils varied between 20 and 27 ppm in comparison with control plots which ended up with only 2,5 ppm during the fifth season. Besides this, a depletion of potassium became evident on highly fertilized plots during seasons with an excessive rainfall (seasons three and four). During the course of time, the presence of sodium also became apparent in the top soil which is mainly attributable to animal excreta. During the last three experimental seasons it was established that the pH of the soils of highly fertilized plots was significantly lower than that of control plots. The conductivity of the deeper layer of the soils on treatment IV (15–30 cm) eventually declined significantly, due to a leaching of various base salts into this layer. The C:N-ratio of the soils only differed at the termination of the study, whereas the C:N-ratio of the soils of treatment II significantly exceeded that of treatment IV.

An annual botanical survey revealed a change in species composition as the result of treatment effects. The total basal cover increased over seasons, but did not differ markedly between treatments. *Eragrostis curvula* (and *Cynodon dactylon* to a lesser extent) rapidly replaced other grasses of the intermediate seral stages such as *Aristida congesta*, *Elionurus muticus* (= *E. argenteus*), *Heteropogon contortus*, *Microchloa caffra* and *Trichoneura grandiglumis*. Regression analysis indicated a relationship between the basal cover of *Eragrostis curvula* spp., pH and the phosphorus status of the soil. According to this analysis an increase of the basal cover of *Eragrostis curvula* is associated with an increase in phosphorus and a decrease in the pH status of the soil. A decrease of both phosphorus and pH, as well as an increase of both of these parameters, on the other hand, resulted in a decrease of the basal cover of *Eragrostis curvula* spp.

During this investigation the initial forage yields were increased three to four times on each treatment over a period of five years. Annual dry matter yields were at least doubled as a result of the fertilizer-application on treatment IV. This amounted to approximately a sevenfold increase of the original productivity of the veld on highly fertilized *Eragrostis curvula* cv. Ermelo plots within five years of fertilization and grazing. Variation in moisture content of herbage samples reflected the annual distribution of rainfall, but, dry matter yields which were not directly related to rainfall, tended to increase annually regardless of the rainfall pattern. This led to the conclusion that fertility was more important than moisture as a growth-limiting factor during the study.

Fertilization invariably increased the nutritive value of the herbage but was still not adequate for dairy animals according to the feeding standards recommended by the Agricultural Research Council (1965) and the National Research Council (1971). The concentration of

nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium and potassium in the herbage accounted on the average for approximately 65, 43, 58, 87 and 125 per cent of the recommended needs respectively. Chemical analysis of the herbage revealed an imbalance due to an excess of potassium on the one hand and a deficiency of N,P,Ca and Mg on the other hand. The $K/(Ca + Mg)$ -ratio had constantly been above 1,40 for almost every season on each of the four treatments. This value represents the critical figure at which *hypomagnesaemia* could be expected. No casualties, however, occurred at any stage, possibly because of the mineral lick and concentrate ration that were provided.

According to a calculation of the intake and nutritive value of the diet on offer, it appears that the experimental animals suffered from a deficiency of calcium and magnesium during phase 1 despite the concentrate supplementation they received. The diet was also deficient in protein, energy, phosphorus and magnesium during phase 2. Comparing treatments, it was established that the nutritive value of the herbage on treatment III consistently exceeded those of the remaining three treatments. The nutritive value of the fodder from treatment II was, in turn, generally superior to that of the control and the highly fertilized treatment, whilst the latter exceeded that of the control.

The average four per cent fat-corrected milk yield (adjusted to a fixed commencement yield between cows, treatments and seasons) was 2,440 kg/100 kg live mass (ca. 12,2 l/cow/day) during phase 1 and 2,136 kg/100 kg (ca. 10,7 l/cow/day) during phase 2. Within phase 1 the mean milk yield differed by less than two per cent between seasons whereas a difference of more than 23 per cent occurred between seasons within phase 2. This variation is related to a major difference between experimental stock as well as the pre-experimental feeding régime to which the cows were subjected. Ignoring the atypical conditions of the fourth season, no significant yield differences existed between phase 1 and 2 with reference to treatments II and III.

During phase 2 treatment differences regarding fat-corrected milk yield per animal were more distinct than in phase 1. The average yields on treatments II, III and IV exceeded the control by six, nine and three per cent during phase 1, respectively. During the fifth season (phase 2) the corresponding treatments outyielded the control by 20, 21 and nine per cent respectively.

Milk yield per hectare corresponded closely to stocking rate, which in turn was related to management decisions as well as to the annual increase in dry matter yield. As a result of this relationship, the mean yield per hectare was 112, 190 and 322 per cent higher on the moderate-

ly, intermediately and highly fertilized treatments than on the control during phase 1, and 137, 168 and 229 per cent on the corresponding treatments during phase 2, respectively.

The milk composition was only affected significantly by the influence of different treatments during seasons three and five. The butterfat content of the milk, produced on treatment III, was significantly higher than any of the other treatments during season three (phase 1). On the contrary, the fat content of milk produced from the moderately fertilized treatment II outyielded all other treatments significantly during season five (phase 2). Butterfat produced per animal unit, however, differed markedly each season between treatments and resembled the same tendency as milk production per animal. Significant correlation and regression relationships were established between butterfat on the one hand and milk protein and lactose on the other hand.

Livemass changes varied according to the variation in management, and due to environmental influences. Apart from direct managerial influences, the general pattern revealed an increase in daily livemass gain as the fertilizer application of the treatments increased. During the fifth season the opposite situation however occurred in which case a decline in mass loss was associated with an increase in fertilizer levels.

The average stocking rate of the pasture improved from approximately 0,58 MLU/ha over 112 days of grazing at the commencement of the study to a mean of 1,18; 1,52; 1,85 and 2,82 MLU/ha over 168 days of grazing on treatments I to IV at the termination of the investigation, respectively.

An economic analysis revealed that the profitability of milk production from pastures could be influenced and manipulated by managerial policy and decisions. Variables that primarily affect the profitability of milk production are the mean daily milk yield per animal, the length of the grazing season and the stocking rate. An equally important variable that can not be influenced by management, is the prevailing price of milk. Fixed expenses such as fertilizer costs and interest on capital investment in animals and land are relatively less sensitive to fluctuating prices. The analysis also revealed that supplementation of concentrates could only be economically justified during the initial stages of a pasture improvement programme while the carrying capacity of the pasture is still below a critical level to support the system without concentrates.

In conclusion it was clearly demonstrated by this study that radical veld improvement is a feasible and effective method of increasing output on uncultivated soils in the Eastern Free

State. Within three to five years, soil fertility improved to such an extent as a result of fertilization, that dry land pastures were able to support profitable milk production without supplementation of concentrates. As fuel becomes increasingly expensive, it is anticipated that this form of intensification will gradually substitute the practice of cultivation of annual crops to be used as concentrate supplements for animal production.

It is suggested that further research concerning radical veld improvement and milk production from improved pastures, should be directed at the following aspects:

- i) An intensive evaluation of improved legume and grass species to meet the high nutritive demands of lactating dairy cattle.
- ii) Optimization of the relationship between grazing pressure (stocking rate) and milk production per animal and per hectare for different plant-soil-climate combinations.
- iii) An intensive investigation into the nutrient recycling mechanisms in fertilized pasture ecosystems, in order to get the maximum response from fertilizer-N as well as from excretal-N.

9. DANKBETUIGINGS

Die volgende persone en instansies word vir hulle besondere bydrae tot die verwesenliking van hierdie geskrif bedank:

- Die Departement van Landbou-tegniese Dienste, wat die fasiliteite en geldelike middele vir die ondersoek verskaf het en toestemming verleen het om die resultate van projek H-B1 63/4 vir die verwerwing van die kwalifikasie te gebruik.
- Professor J.J.P. van Wyk, onder wie se bekwame leiding die proefskrif voltooi is.
- Mnr. J.S. Swart, wat 'n groot bydrae tot die insameling van die proefgegewens gelewer het.
- Die Skeikundepersoneel van die Potchefstroomse Landboukollege vir die chemiese ontledings van talle grond- en plantmonsters.
- Die laboratoriumpersoneel van die Melkraad in Johannesburg, wat die melkkwaliteitontledings uitgevoer het.
- Die personeel van Bethlehem Romery, wat die gereelde versending van melkmonsters na Johannesburg behartig het.
- Lede van die Afdeling Biometrie, Departement van Landbou-tegniese Dienste in Pretoria en Potchefstroom, wat met die ordening en statistiese ontledings van die proefgegewens gehelp het. Die name van dr. J.F. Waldeck en mnre. M.C. Welding en P.J. van Rooyen verdien veral vermelding.
- Kollegas, by name mnre. K.G. Cronjé en A.J. van Heerden van die Landbounavorsingstasie, Bethlehem, wat noue samewerking met die projek verleen het, asook Dr. G. Coetsee en mnre. R.H. Drewes en C.S. Dannhauser van die Landboukollege, Potchefstroom, vir hulle gewaardeerde wenke, raad en positiewe kritiek.
- My gesin en familie vir hulle leidsaamheid, aanmoediging en bystand gedurende die studietydperk.

- Prof. H. Venter en mev. M. Combrinck vir taalkundige wenke.

SOLI DEO GLORIA

POTCHEFSTROOM

Oktober 1979

10. LITERATUURVERWYSINGS

- ACOCKS, J.P.H., 1975. Veld types of South Africa. *Mem. Bot. Surv. S.Afr.* No. 40, Govt. Printer, Pretoria.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1965. The nutrient requirements of farm livestock. No. 2. Ruminants. H. Sta. Office, London.
- ALTONA, R.E., TILLEY, T.J. & STIVEN, G., 1962. The biological evaluation of milk produced from cows grazing on fertilized and unfertilized veld. *S. Afr. J. Sci.* 58, 81–87.
- AMMERMAN, C.B., CHICCO, C.F., MOORE, J.E., VAN WALLEGHEM, P.A. & ARRINGTON, L.R., 1971. Effect of dietary magnesium on voluntary feed intake and rumen fermentations. *J. Dairy Sci.* 54, 1288–1293.
- ANON, 1967. Oorsig. Verslag van A.E. & C.I. Landboukundige en Biologiese Groep. Navorsingsdepartement, Noordrand.
- ANON, 1973. Ontwikkelingsprogram van die Hoëveldstreek. Ongepubliseerde verslag. Dept. Landb. Teg. Dienste, Potchefstroom.
- ANON, 1976. Landbou in Suid-Afrika. Chris van Rensburg Publikasies (Edms) Bpk., Johannesburg.
- BAIER, W.B., 1963. Studies on macroclimates and microclimates and their influence on crops with special reference to Potchefstroom and the Highveld Region. M.Sc. (Agric) thesis, Univ. Pretoria.
- BARNES, D.L., 1973. The soil-plant-animal complex : A conceptual basis for more effective research. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 8, 19–22.
- BARROW, N.J., 1967. Some aspects of the effects of grazing on the nutrition of pastures. *J. Aust. Inst. agric. Sci.* 33, 254–262.
- BISHOP, E.J.B. & COMPAAN, J.P., 1970. *Eragrostis curvula* vir melkboere. *Boerd. S. Afr.* 45, 66–67.
- BLASER, R.E., 1964. Symposium on forage utilization : Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive values. *J. Anim. Sci.* 23, 246–253.
- BLASER, R.E., JAHN, E. & HAMMES, C. Jr., ca 1977 (undated). Evaluation of forage and animal research. Paper presented at Symp. of Syst. Analysis in Forage Prod. and Util., Am. Soc. Agron., Special Publ. No. 6.
- BLAXTER, K.L., 1950. Energy feeding standards for dairy cattle. *Nutr. Abstr. Rev.* 20, 1–21.
- BLAXTER, K.L., 1958. Scientific principles of feeding : Farm livestock. Proceedings of a Conference held at Brighton. Farmer and Stock Breeder Publications Ltd., London.
- BLAXTER, K.L. & BOYNE, A.W., 1978. The estimation of the nutritive value of feeds as energy sources for ruminants and the derivation of feeding systems. *J. agric. Sci., Camb.* 90, 47–68.

- BOOYSEN, P. de V., 1969. An analysis of the fundamentals of grazing management systems. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 4, 84–91.
- BOOYSEN, P. de V., 1970. Populations and pastures in prospective. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 5, 14–16.
- BOOYSEN, P. de V., 1972. Pastoral productivity and intensification. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 7, 51–55.
- BOOYSEN, P. de V., KLUG, J.R. & YORK, B.S., 1974. Number of camps for rotational grazing of veld. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 9, 145–148.
- BOOYSEN, P. de V., TAINTON, N.M. & FORAN, B.D., 1975. An economic solution to the grazing management dilemma. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 10, 77–83.
- BOTHA, J.P., 1953. Veldbestuurstudies op die suurveld van Oos-Transvaal. D.Sc. (Agric.) proefskrif, Univ. Pretoria.
- BRAND, C.J.J., 1969. Die voerinnames van Frieskoeie in melk en die faktore wat dit beïnvloed. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Stellenbosch.
- BRANSBY, D.I., BOOYSEN, P. de V. & TAINTON, N.M., 1977. The evaluation of pastures and grazing management in terms of livestock production. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 12, 77–82.
- BREDON, R.M., 1976. Guide to balanced feeding of dairy cattle. Volume 1: Friesians. Tech. Pamph., Dept. Agric. Tech. Serv., Natal Region.
- BROCKINGTON, N.R., 1972. A mathematical model of pasture contamination by grazing cattle and the effects on herbage intake. *J. agric. Sci., Camb.* 79, 249–257.
- BROCKMAN, J.S., ROPE, C.M. & STEVENS, M.T., 1971. A mathematical relationship between nitrogen input and output in cut grass swards. *J. Brit. Grassld Soc.* 26, 75–77.
- BROCKMAN, J.S., SHAW, P.G. & WOLTON, K.M., 1970. The effect of phosphate and potash fertilizers on cut and grazed grassland. *J. agric. Sci. Camb.* 74, 397–407.
- BROSTER, W.H., 1972. Effect on milk yield of the cow of the level of feeding during lactation. *Dairy Sci. Abstr.* 34, 265–288.
- BROSTER, W.H. & CURNOW, R.N., 1964. A note on the use of the analysis of covariance to reduce standard errors in experiments on milk production. *J. agric. Sci., Camb.* 63, 91–96.
- BROWN, R.H. & ASHLEY, P.A., 1974. Fertilizer effects on photosynthesis, organic reserves and regrowth mechanisms of forages. In: Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., 677 South Segoe Road, Madison, Wis. U.S.A. p 455–479.
- BURT, A.W.A., 1958. The effect of variations in nutrient intake upon the yield and composition of milk. III. A note on experimental methods. *J. Dairy Sci.* 25, 1–8.
- CARTER, J.N., BENNET, O.L. & PEARSON, R.W., 1967. Recovery of fertilizer nitrogen under field conditions using nitrogen -15. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31, 50–56.

- CASTLE, M.E., 1951. Grassland evaluation in terms of milk production. *Dairy Sci. Abstr.* 13, 399–406.
- CASTLE, M.E., 1955. Methods of evaluating grassland production in temperate zones. *Herb. Abstr.* 25, 1–9.
- CHIPPINDALL, Lucy K.A., 1955. A guide to the identification of grasses in South Africa. In : Meredith, D. (Ed.) "Grasses and Pastures of South Africa". CNA, Cape Times Ltd., Parrow, C.P. p 142–145.
- COETSEE, G., 1976. Besluitoriëntasie deur inkrementele kostekalkulasie met spesiale verwyssing na veldbemesting. D.B.A.-proefskrif, PU vir CHO, Potchefstroom.
- COETZEE, D.M.B., 1968. 'n Situatiebeskrywing van beesvleisproduksie in die voorligtingswyke Harrismith en Vrede. Ongepubliseerde verslag, Dept. Landb. Teg. Dienste, Hoëveldstreek.
- COOPER, J.P., 1960. The use of controlled life cycles in the forage grasses and legumes. *Herb. Abstr.* 30, 71–79.
- COWLING, D.W. & LOCKYER, D.R., 1967. A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer N and to growth in association with white clover. *J. Brit. Grassld Soc.* 22, 53–61.
- DAVIDSON, R.L., 1964. Theoretical aspects of nitrogen economy in grazing experiments. *J. Brit. Grassld Soc.* 19, 273–280.
- DE JAGER, J.M., 1975. The assessment of the environmental potential for maize production for the 1974/75 season in the Bethlehem district. Unpublished Report., Dept. Soil Science and agrometeorology, Univ. Natal.
- DENNIS, R.J. & HEMKIN, R.W., 1978. Potassium requirement of dairy cows in early and midlactation. *J. Dairy Sci.* 61, 757–761.
- DEPARTEMENT VAN STATISTIEK, 1972. Landbousensus no. 43. Verslag oor Landbou- en Veeteeltproduksie 1968/69. Verslag 06–01–06, Staatsdrukker, Pretoria.
- DE VILLIERS, P.A., 1974. Die invloed van die melkinterval op melkprodusente. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Oranje Vrystaat.
- DICKENSON, E.B. & BUYS, A.J., 1974. Bemestingshandleiding. MVSA-publikasie no. 38, MVSA, Pretoria.
- DILZ, K. & ARNOLD, G.H., 1978. Magnesamon in nuwe samestelling. *Stikstof* 89, 140–143.
- DURING, C. & McNAUGHT, K.J., 1961. Effects of cow urine on growth of pasture and uptake of nutrients. *N.Z. Jl agric. Res.* 4, 591–605.
- DURING, C., WEEDA, W.C. & DOROFÆFF, F.D., 1973. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake. II Influence of dung and fertilizers on sulphate sorption, cation-exchange capacity, and the potassium, magnesium, calcium and nitrogen economy. *N.Z. Jl agric. Res.* 16, 431–438.
- DU PLESSIS, S.J., 1972. Werklikhede met betrekking tot die mieliebedryf. Nasionale Mieliekonferensie, Suid-Afrikaanse Landbou-Unie, Nigel, 25 Augustus 1972.

- DU TOIT, P.J., LOUW, J.G. & MALAN, A.I., 1940. A study of the mineral content and feeding value of natural pastures in the Union of South Africa. *Onderstepoort J. Vet. Sci.* 14, 123–327.
- EDEN, D.W., 1970. Melkproduksiestudies met vleisbeeste. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Pretoria.
- EDWARDS, P.J., 1969. The evaluation of veld by animal production. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 4, 99–103.
- EDWARDS, P.J., 1970. Radical veld improvement in South Africa with special reference to the Highland Sourveld of Natal. Ph.D. thesis, Univ. Natal.
- EDWARDS, P.J., 1973. Definitions of some pasture terms. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 8, 133–135.
- EDWARDS, P.J., 1975. Pasture research in South Africa during the next decade. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 10, 25–27.
- EDWARDS, P.J., 1978. Methods of veld reinforcement, their action and adaptability to various sites. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 13, 71–74.
- EDWARDS, P.J. & BOOYSEN, P. de V., 1972. The future for radical veld improvement in South Africa. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 7, 61–66.
- EDWARDS, P.J., BOOYSEN, P. de V. & MAPPLEDORAM, B.D., 1972. Effects of competition on the establishment of overseeded species in the Highland Sourveld of Natal. *Agroplantae* 4, 1–8.
- EDWARDS, P.J. & MAPPLEDORAM, B.D., 1972a. Minimum tillage as a method of seedbed preparation for the establishment of over-seeded species in the Highland Sourveld of Natal. *Agroplantae* 4, 23–28.
- EDWARDS, P.J. & MAPPLEDORAM, B.D., 1972b. Nitrogen fertilization as a means of seed-bed preparation for the establishment of overseeded species in the Highland Sourveld of Natal. *Agroplantae* 4, 41–48.
- EDWARDS, P.J. & MAPPLEDORAM, B.D., 1972c. The use of herbicides as a means of seed-bed preparation for the establishment of overseeded species in the Highland Sourveld of Natal. *Agroplantae* 4, 63–68.
- EDWARDS, P.J. & MAPPLEDORAM, B.D., 1973. Trampling with livestock as a means of establishing overseeded species in the Highland Sourveld of Natal. *Tech. Com.* no. 108, Dept. Agric. Tech. Serv., Govt. Print., Pretoria, 4p.
- EDWARDS, P.J. & SCOTNEY, D.M., 1978. Site assessment for pasture production. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 13, 65–70.
- FISHER, J., 1954. The effects of mowing on fertilized and unfertilized veld. Annual report. Frankenwald Field Res. Sta. p 16–25.
- FOURIE, P.D., 1961. Die invloed van klimaat op Jersey-en Frieskoeie in die Westelike Provinsie. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Stellenbosch.
- FOURIE, R.B., 1969. Kosprys ten opsigte van melkproduksie vir die Witwatersrand beheerde gebied. D.Comm. proefskrif, P.U vir C H O.

- FREMGEN, J.M., 1966. Managerial cost analysis 2nd Ed.; Irwin, Inc. Illinois.
- GILIOME, P.J., 1962. Groeistudies op stamboekfriesbeeste in vier ekologiese gebiede van Suid-Afrika. M.Sc. (Agric.) verhandeling. Univ. Pretoria.
- GILL, J.L., 1969. Sample size for experiments on milk yield. *J. Dairy Sci.* 52, 984–989.
- GILLARD, P., 1963. An ecological study of grazing intensity on *Trachypogon* other-species grassland. Ph.D thesis, Univ. Witwatersrand.
- GLOVER, J., DUTHIE, D.W. & DOUGALL, H.W., 1960. The total digestible nutrients and gross digestible energy of ruminant feeds. *J. agric. Sci., Camb.* 55, 404–408.
- GRAY, H.Q., 1972. An investigation of milk production practices in the East London fresh milk supply area. M.Sc. (Agric.) thesis, Univ. Orange Free State.
- GRIFFITH, W.K., 1974. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. In : Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization". Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., 677 South Segoe Road, Madison, Wis. U.S.A. p 147–169.
- GROBLER, J.H., 1971. 'n Leidraad vir die bepaling van 'n grondgebruikspatroon op die plaas. Gebalanseerde grondgebruik. Ongepubliseerde verslag, Dept. Land. Teg. Dienste, Hoëveldstreek, Potchefstroom.
- GRUNOW, J.O., 1968. The developing fields of plant ecology. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 3, 33–41.
- GRUNOW, J.O., PIENAAR, A.J. & BREYTENBACH, C., 1970. Long term nitrogen application to veld in South Africa. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 5, 75–90.
- HALL, T.D., 1948. The manuring of natural and established pastures. In : Malherbe, I. de V. (Ed.) "Soil Fertility", Oxford Univ. Press, London, p 262–263.
- HALL, T.D. & MEREDITH, D., 1937. Intensive grazing on veld – IV: The effect of rotational grazing and fertilizing on veld over a six-year period. *S. Afr. J. Sci.* 33, 404–430.
- HALL, T.D. & MEREDITH, D., 1938. Exotic pastures in the George – Knysna area : A study of fertility, milk production and management problems on kikuyu and other introduced grasses. *S. Afr. J. Sci.* 35, 213–230.
- HALL, T.D., MEREDITH, D. & ALTONA, R.E., 1955. The role of fertilisers in pasture management. In : Meredith, D. (Ed.) "The grasses and Pastures of South Africa." CNA, Cape Times Ltd, Parrow, C.P. p 637–652.
- HARRISON, M.S.J., 1974. An introduction to the Bethlehem modification experiment. Tech. Diss. No. 1, Dept. Transport, Weather Bureau, Pretoria.
- HATHORN, F. & BREDON, R.M., 1974. System analysis in process of registration. Unpublished progress report, Dept. Agric. Tech. Serv., Natal Region.
- HATTINGH, H.S., 1966. Boerderybestuur binne enkele homogene grondgroepe: Hoëveldstreek, 1961–1965. Ekon. Reeks no. 65, Afd. Landb. Prod. Ekon., Dept. Landb. Ekon. & Bem.

- HAYLETT, D.G., 1962. A pH transformation table. *S. Afr. J. agric. Sci.* 5, 665–668.
- HEARD, C.A.H., 1971. The influence of pasture fertilisation on animal health. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 6, 134–143.
- HEYNS, H., 1958. The growth of the Afrikaner calf in relation to the production and composition of milk of its dam. M.Sc. (Agric.) thesis, Univ. Stellenbosch.
- HIGNETT, S.L. & HIGNETT, P.G., 1951. The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle : I. The effect of calcium and phosphorus intake on the fertility of cows and heifers. *Vet. Rec.* 63, 603.
- HIGNETT, S.L. & HIGNETT, P.G., 1952. The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle : II. The effect of phosphorus intake on ovarian activity and fertility in heifers. *Vet. Rec.* 64, 203–206.
- HÖFFMEYER, D., 1970. Die kostestruktuur van varsmelkboerdry in die Kaapse Skiereiland en omgewing. 1967. Ekon. Reeks no. 71, Afd. Landb. Prod. Ekon., Dept. Landb. Ekon. & Bem.
- HOLMES, W., 1962. Grazing management for dairy cattle. *J. Brit. Grassld Soc.* 17, 30–40.
- HOLMES, W., 1968. The use of nitrogen in the management of pasture for cattle. *Herb. Abstr.* 38, 265–277.
- HOLMES, W., CAMPLING, R.C. & JOSHI, N.D., 1972. A comparison between a rigid rotational grazing system for dairy cows and a system in which grazing alternated with cutting. *Anim. Prod.* 14, 283–294.
- HYAM, G.F.S. & PENDERIS, A.H., 1977. Techniques for fertilizing, oversowing and sod seeding veld. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 12, 99–101.
- IDEMA, S.W.J. & MULDER, G.J., 1973. Gedetailleerde bodemopname van die Landbounavorsingstasie : Bethlehem. 1972/73 Grondkunde Jaarverslag, Dept. Landb. Teg. Dienste, Hoëveldstreek, Potchefstroom.
- JACKSON, M.L., 1958. Soil chemical analysis. Constable & Co. Ltd., London.
- JOINT COMMITTEE, 1943. Preliminary report on pasture investigations technique. *J. Dairy Sci.* 26, 353–369.
- JOUBERT, D.M., 1976. Diereproduksie – *Quo vadis?* Referaat gelewer voor die Afdeling Landbouwetenskappe van die SA akademie vir Wetenskap en Kuns. *Vleis* 25(2) 4–11.
- KASSIER, W.E., 1975. Landbou – 'n blik in die toekoms. *Vleis* 4(1)9.
- KEMP, A., 1960. Hypomagnesaemia in milking cows : The response of serum magnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. *Neth. J. agric. Sci.* 8, 281–304.
- KEMP, A. & 't HART, M.L., 1957. Grass tetany in milking cows. *Neth. J. agric. Sci.* 5, 4–17.

- KILMER, V.J., 1974. Nutrient losses from grasslands through leaching and runoff. In: Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop. Sci. Soc. Am., Soil Sci. Am., 677 South Segoe Road, Madison, Wis. USA. p 341-362.
- KOTZÉ, J.E., 1964. Invloed van voeding en bestuur op die lae melkproduksie van melk-beeskuddes in die Pretoria-distrik. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Pretoria.
- LANDBOUBEMARKINGSNAVORSING, 1977. Kortbegrip van Landboustatistiek. Afd. Landboubemarkingsnavorsing, Dept. Landb. Teg. Dienste, Pretoria.
- LEATH, K.T. & RADCLIFFE, R.H., 1974. The effect of fertilization on disease and insect resistance. In: Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop. Sci. Soc. Am., Soil. Sci. Soc. Am., 677 South Segoe Road, Madison, Wis. USA. p 481-503.
- LEAVER, J.D., CAMPLING, R.C. & HOLMES, W., 1968. Use of supplementary feeds for grazing dairy cows. *Dairy Sci. Abstr.* 30, 355-361.
- LEAVER, J.D., CAMPLING, R.C. & HOLMES, W., 1969. The influence of flexible and rigid grazing management and of supplementary feed on output per hectare and per cow. *Anim. Prod.* 11, 161-172.
- LEIGH, J.H., 1960. Temperature, moisture, and daylength effects on lovegrass (*Eragrostis curvula* (Schrader) Nees.). *S. Afr. J. Sci.* 56, 268-269.
- LEIGH, J.H., 1967. Comparisons between strains of *Eragrostis curvula* in South Africa. *Expl. Agric.* 3, 327-335.
- LITTLE, D.A., 1968. Effect of dietary phosphate on the voluntary consumption of Townsville lucerne (*Stylosanthes humilis*) by cattle. *Aust. Soc. Anim. Prod. Proc.* 7, 376-380.
- LOXTON, R.F., HUNTING & ASSOCIATES, 1973. Soil classification project. Eastern Orange Free State. Tech. Report.
- LUCAS, H.L., 1960a. Theory and mathematics in grassland problems. *Proc. 8th Int. Grassld Congr.*, Reading. p 732-736.
- LUCAS, H.L., 1960b. Critical features of good dairy feeding experiments. *J. Dairy Sci.* 43, 193-212.
- LUDLOW, M.M., 1976. Physiology of growth and chemical composition. In: Shaw, N.H. & Brayan (Ed.) "Tropical Pasture Research. Principles and Methods." Bull 51, Commonwealth Bur. Field Crops, Hurley, Berkshire, England. p 251-276.
- MARSH, R. & CAMPLING, R.C., 1970. Fouling of pastures by dung. *Herb. Abstr.* 40, 123-130.
- MARSH, R., CAMPLING, R.C. & HOLMES, 1971. A further study of a rigid grazing management system for dairy cows. *Anim. Prod.* 13, 441-448.
- MATCHES, A.G. & MOTT, G.O., 1973. Estimating the parameters associated with grazing systems. *Proc. 3rd World Conf. Anim. Prod.* p 20-27.

- MAWSON, W.F.Y. & WHITE, B.J., 1971. Climatic and biological limitations to dairy production in a tropical environment. *Trop. Grassld* 5, 145–157.
- McDONALD, P., EDWARDS, R.A. & GREENHALGH, J.F.D., 1973. Animal nutrition. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- McMEEKAN, C.P. & WALSHE, M.J., 1963. Inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *J. agric. Sci., Camb.* 61, 147–166.
- MEREDITH, D.B.D., 1947. The effect of fertilizers on grasses in certain areas in South Africa, with special reference to nitrogen. D.Sc. thesis, Univ. Witwatersrand.
- MINSON, D.J., STOBBS, T.H., HEGARTY, M.P. & PLAYNE, M.J., 1976. Measuring the nutritive value of pasture plants. In : Shaw, N.H. & Bryan, W.W. (Ed.) "Tropical Pasture Research. Principles and Methods." Bull 51 Commonwealth Bur. Field Crops, Hurley, Berkshire, England. p 308–337.
- MONTEIRO, L.S., 1972. The control of appetite in lactating cows. *Anim. Prod.* 14, 263–281.
- MORLEY, F.H.W. & SPEDDING, C.R.W., 1968. Agricultural systems and grazing experiments. *Herb. Abstr.* 38, 279–287.
- MORRIS, M.J., 1967. An abstract bibliography of statistical methods in grassland research. Miscellaneous publication no 1030, Forest Service, US Dept. of Agric.
- MORRISON, F.G., 1957. Feeds and Feeding. The Morrison Publishing Co., Itaca, New York.
- MOTT, G.O., 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proc. 8th int. Grassld Congr., Reading*, p 606–611.
- MOTT, G.O., 1974. Nutrient recycling in pastures. In : Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop. Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., 677 South Segoe Road, Madison, Wis. USA. p 363–394.
- MOTT, G.O. & LUCAS, H.L., 1952. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. *Proc. 6th int. Grassld Congr., Pasadena*. p 1380–1385.
- MYBURGH, S.J., 1937. The digestibility of South African feeds. I. The digestibility coefficients of some natural grasses. *Onderstepoort J. Vet. Sci.* 9, 165–184.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1971. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences, Washington D.C.
- NEITZ, M.H., 1974. The influence of feeding various roughage concentrate ratios on milk production of Friesland cows. D.Sc. (Agric.) thesis, Univ. Orange Free State, Bloemfontein.
- NOLAN, T. & CONNOLLY, J. 1977. Mixed stocking by sheep and steers – a review. *Herb. Abstr.* 47, 367–374.
- NOLLER, C.H. & RHYKERD, C.L., 1974. Relationship of nitrogen fertilization and chemical composition of forage to animal health and performance. In : Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop. Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wis. USA. p 363–394.

- OOSTING, H.J., 1958. The study of plant communities: an introduction to plant ecology. 2nd ed. Freeman, San Francisco.
- PEARSON, R.W., & HOVELAND, L.S., 1974. Lime needs of forage crops. In : Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wis. USA. p 301-322.
- PENZHORN, K.E.W., 1959. 'n Studie van die fisies-biologiese fase van boerdery beplanning in die Hoëveldstreek van Suid-Afrika. D.Sc. (Agric.) proefskrif, Univ. Pretoria.
- PETERSON, M.S., 1961. Scientific thinking and scientific writing. Reinhold Publishing Co., New York.
- PETERSON, R.G. & LUCAS, H.L., 1968. Computing methods for the evaluation of pastures by means of animal response. *Agron. J.* 60, 682-687.
- POWER, J.F., 1972. Fate of fertilizer nitrogen applied to a Northern Great Plains rangeland ecosystem. *J. Range Mgmt.* 25, 367-371.
- POWER, J.F. & ALESSI, J., 1971. Nitrogen fertilization of semiarid grasslands : Plant growth and soil mineral N levels. *Agron. J.* 63, 277-280.
- RANWELL, H.A., 1964. 'n Ekologies-voedingsfisiologiese studie van *Themeda triandra*, *Panicum coloratum* en *Eragrostis curvula*. D.Sc. proefskrif, P U vir C H O, Potchefstroom.
- RAYNER, A.A., 1967. A first course in biometry for agriculture students. University of Natal Press, Pietermaritzburg.
- REID, R.L. & JUNG, G.A., 1974. Effects of elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In Mays, D.A., (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wis. USA. p 395-435.
- RETHMAN, N.F.G., 1973. *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass). A review with special reference to Southern Africa. *Tech. Com. No. 116*, Dept. Agric. Tech. Serv., Govt. Print., Pretoria.
- RETHMAN, N.F.G. & BEUKES, B.H., 1973. Overseeding of *Eragrostis curvula* on North-Eastern Sandy Highveld. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 8, 57-59.
- RETHMAN, N.F.G. & MALHERBE, C.E., 1970. The influence of fertilization on the production and digestibility of natural veld. *Agroplanta* 2, 43-44.
- REYNEKE, J., 1970. Vleis uit die melkkudde-geskikte voerstelsels. Referaat gelewer by die simposium oor "Beesvleisproduksie in die Hoëveldstreek" Potchefstroom, 10 Sept. 1970.
- REYNEKE, J., 1973. Systems of beef production from dairy cows for the Eastern Highveld Regions. D.Sc. (Agric.) thesis, Univ. Pretoria.
- ROBERTS, B.R., 1971. The role of the animal in soil fertility. *J. Fert. Soc. Sth. Afr.* 2, 17-22.
- ROBERTS, V.E., 1969. Soil survey of Bethlehem. *Tech. Com. No. 58*. Dept. Agric. Tech. Serv. Govt. Print. Pretoria.

- ROSE, C.J., 1956. Fertilizing natural grassland for dairy production. Ph.D thesis, Univ. Witwatersrand, Johannesburg.
- RSA, 1971. Komitee van ondersoek na sekere bemarkingsaangeleenthede van vars- en nywerheidsmelk en die higiëniese en kwaliteitsbeheer daarvan, 1965–1971. Voor-sitter, F.N. Bonsma. Verslag Dept. Landb. Teg. Dienste, Staatsdrukker, Pretoria.
- SCHEEPERS, J.C., 1975. The plant ecology of the Kroonstad and Bethlehem areas of the Highveld agricultural region. D.Sc. thesis, Univ. Pretoria.
- SCHOEMAN, J.L., 1972. Die pedologie van Grootspuit-opvangsgebied, distrik Fouriesburg. M.Sc. verhandeling, PU vir CHO, Potchefstroom.
- SCHULZE, B.R., 1947. The climates of South Africa according to the classifications of Köppen and Thorthwaite. *S. Afr. Geogr. J.* 29, 32–42.
- SCOTT, J.D., 1937. The possibilities of re-seeding damaged veld and old lands. *S. Afr. J. Sci.* 33, 617–624.
- SCOTT, J.D., 1951. A contribution to the study of the problems of the Drakensberg Con-servation Area. Sci. Bull. No. 324, Dept. Agric., Union of S.Afr.
- SCOTT, J.D., 1967. Advances in pasture work in South Africa. Part 2. Cultivated pastures. *Herb. Abstr.* 37, 159–167.
- SEARS, P.D., 1950. Soil fertility and pasture growth. *J. Brit. Grassld Soc.* 5, 267–280.
- SIERTSEMA, J.K., 1968. Enterprise research. Drakensberg grazing area. 1963–1967. Final Report Em – Pr 72. *Agric. Res.* 1968, p 25–26.
- SMITH, A., 1963. 'n Studie van die oorsake van variasie in melkproduksie van Frieskoeie in die Westelike Provinsie. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Stellenbosch.
- SPEEDING, C.R.W., 1971. Grassland ecology. Oxford Univ. Press, London.
- SPEEDING, C.R.W., 1975. The biology of agricultural systems. Academic Press, London.
- STAPLES, R.R., 1931. Studies in veld management. The manuring of grass veld. Sci. Bull. No. 97, Dept. Agric., Union of S. Afr.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H., 1960. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological Sciences. Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- STEYN, J.J., 1965. Die voorligtingsituasie by varsmelkprodusente in Wonderfontein om-gewing. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Pretoria.
- STEVENS, W.L., 1953. The angular transformation. *Biometrika* 40, 71.
- STOBBS, T.H., 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Trop. Grassld* 9, 141–150.
- STOBBS, T.H., 1976. Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. *Proc. int. Symp. Anim. Prod., Acapulco Mexico*, March 1976. p 129–146.

- STOBBS, T.H., 1977. Short-term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grass pastures. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17, 892–898.
- STOBBS, T.H. & BRETT, D.J., 1974. Milk yield and the composition of milk and blood as indicators of energy intake by Jersey cows. *Aust. J. Agric. Res.* 25, 657–666.
- STREET, P.R. & STAFF, NATAL REGION, 1976. Dairy enterprise simulator Tech. Pamph., Dept. Agric. Tech. Serv., Natal Region, Pietermaritzburg.
- STRICKLAND, M.J., 1971. New ideas for rationing cows. *Agriculture* 77, 377.
- TAYLOR, A.J., 1938. Kikuyu grass, its composition and returns as measured by milk production. *S. Afr. J. Sci.* 35, 319.
- TIDMARSH, C.E.M. & HAVENGA, C.M., 1955. The wheel-point method of survey and measurement of semi-open grasslands and Karoo vegetation in South Africa. *Mem. Bot. Surv. S. Afr.* No. 29. Govt. Print., Pretoria.
- TOMLINSON, F.R., 1951. Economic study of fresh-milk farming in Natal. 1947–1948. Bull. No. 314, Agric. Res. Series. no 24, Dept. Agric., Govt. Print., Pretoria.
- VAN DER MERWE, F. J., 1977. Diervoeding. Kosmo-Uitgewery (Edms.) Bpk., Stellenbosch.
- VAN EEDEN, O.R., 1937. The geology of the country around Bethlehem and Kestell. *Geol. Surv. S. Afr. Mem.* No. 33, Govt. Print., Pretoria.
- VAN MARLE, J. & NIEMANN, P.J., 1967. Milk production of Friesland cows on natural pastures in the Northern Cape (with and without concentrate supplementation) in comparison with optimum feeding. *Agric. Res.* p 39–40.
- VAN WYK, H.P.D., OOSTHUIZEN, S.A., MEYER, E.E., BREVIS, J.G. & GROBLER, J.H., 1955. Voedingswaarde van Suid-Afrikaanse voergewasse. III Hooi- en weidingsgewasse, kuilvoer, graan, knolle en peule. Wet. Pamf. No. 354. Dept. Landb., Unie S. Afr.
- VERBEEK, W.A., 1971. The need to safeguard and extend the pasture resources for animal production in South Africa. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 6, 12–15.
- VILJOEN, L.J., 1966. Industriële melkproduksie in die Drakensberg bewaringsgebied. M.Sc. (Agric.) verhandeling, Univ. Pretoria.
- VISSER, C.J., 1966a. Benutting van die melkaantekeningeskema in die distrik Burgersdorp. D. Agric. (Inst. Agrar.), Univ. Pretoria.
- VISSER, J.H., 1966b. Bemesting van veld. *Proc. Grassld Soc. Sth. Afr.* 1, 41–48.
- VOISIN, A., 1959. Grass productivity. Crosby Lockwood and Son Ltd., London.
- VOISIN, A., 1965. Fertilizer application: Soil, plant, animal. English translation by Catherine T.M. Herriot. London, Crosby Lockwood, London.
- WARD, G.M., 1959. Effect of soil fertility upon the yield and nutritive value of forages, a review. *J. Dairy Sci.* 42, 277–297.

- WATKIN, B.R., 1957. The effect of dung and urine and its interactions with applied nitrogen, phosphorus, and potassium on the chemical composition of pasture. *J. Brit. Grassld Soc.* 12, 264–277.
- WEDIN, W.F., 1974. Fertilization of cool season grasses. In : Mays D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., 677 South Segoe Road, Madison, Wis. USA. p 95–118.
- WEERBURO, 1954a. Klimaat van Suid-Afrika, Deel 1. Klimaatstatistieke, WB 19, Dept. van Vervoer.
- WEERBURO, 1954b. Klimaat van Suid-Afrika; Deel 2. Reëvalstatistieke. WB 20, Dept. van Vervoer.
- WHEELER, J.L., 1962. Experimentation in grazing management. *Herb. Abstr.* 32, 1–6.
- WHEELER, J.L., BURNS, J.C., MOCHRIE, R.D. & GROSS, H.D., 1973. The choice of fixed or variable stocking rates in grazing experiments. *Exp. Agric.* 41, 2–28.
- WHITEHEAD, D.C., 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. A review of information from temperate regions. Bull. No. 48, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley Berkshire, England.
- WHITMORE, Joan S., 1950a. The marginal areas of the Orange Free State. Part. I: A climatic study. *Fmg Sth Afr.* 25, 23–28.
- WHITMORE, Joan S., 1950b. The marginal areas of the Orange Free State. Part II: Climate and crop production. *Fmg Sth Afr.* 25, 47–52 & 58.
- WHITMORE, Joan S., 1950c. The marginal areas of the Orange Free State. Part III: Climate and the use of the land. *Fmg Sth Afr.* 25, 85–89.
- WILKINSON, S.R. & LANGDALE, G.W., 1974. Fertility needs of the warm-season grasses. In: Mays, D.A. (Ed.) "Forage Fertilization." Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., 677 South Segoe Road, Madison, Wis. USA. p 119–145.
- WOLTON, K.M., 1960. Some factors affecting herbage magnesium levels. *Proc. 8th int. Grassld Congr., Reading*, p 544–548.
- WOLTON, K.M., 1963. An investigation into the simulation of nutrient returns by the grazing animal in grassland experimentation. *J. Brit. Grassld Soc.* 18, 213–219.
- WOODHOUSE, W.W., 1969. Long term fertility requirements of coastal bermudagrass. II: Nitrogen, phosphorus, and lime. *Agron J.* 61, 251–256.

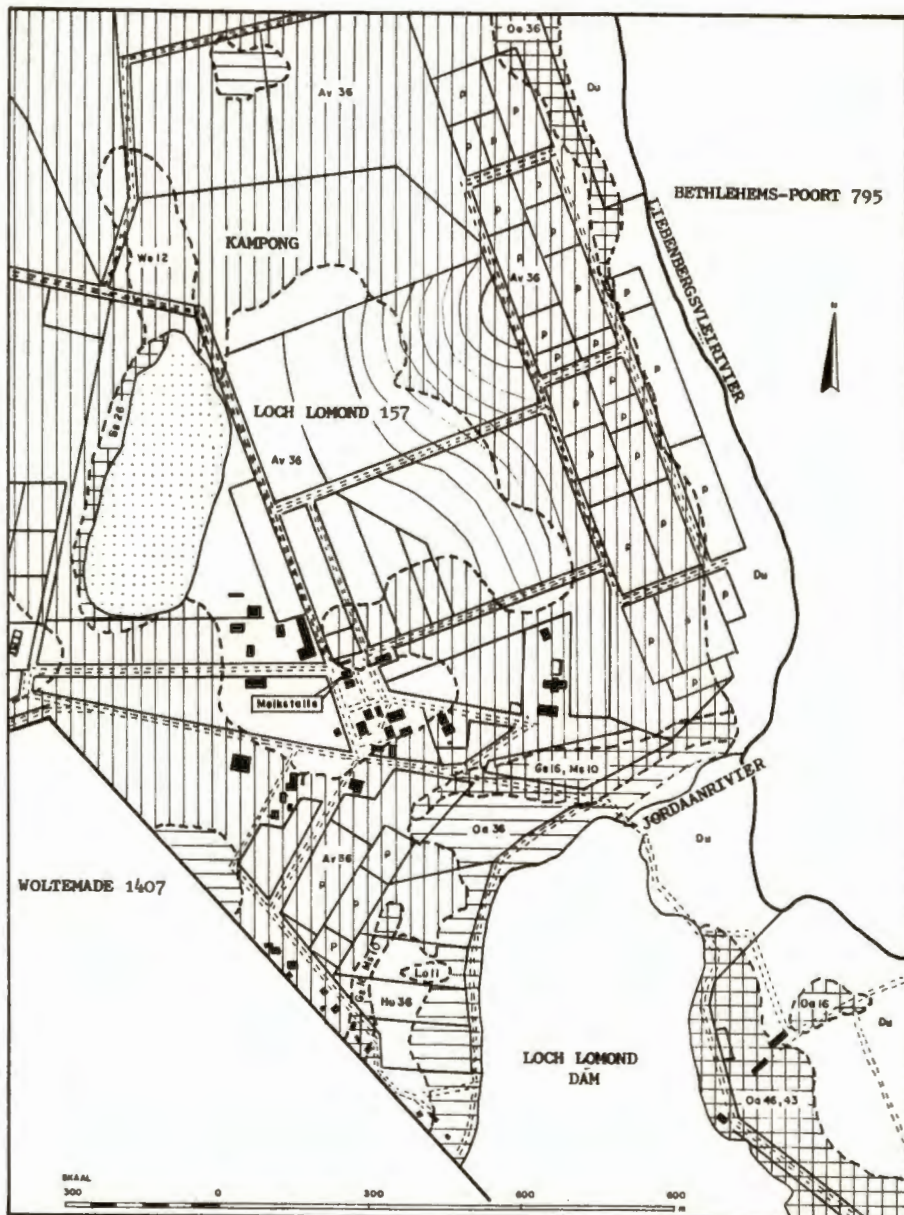
LYS VAN AFKORTINGS IN FIGURE EN TABELLE

<u>Onderwerp</u>	<u>Eenheid/Item</u>	<u>Afkorting</u>
Afstand	millimeter	mm
	sentimeter	cm
	meter	m
	kilometer	km
Chemiese samestelling / kwaliteit	fosfor	P
	kalium	K
	kalsium	Ca
	koolstof	C
	magnesium	Mg
	natrium	Na
	stikstof	N
	totale ruproteïen	TRP
	verteerbare ruproteïen	VRP
Ekonomie/geld	met rente	MR
	sonder rente	SR
	verlies	-V-
	rand	R
Energie	joule	J
	megajoule	MJ
	verteerbare energie	VE
	totale verteerbare voedingstowwe	TVV
Grondchemie	kationuitruilkapasiteit	KUK
	uitruilbare natriumpersentasie	UNP
	som van uitruilbare katione	S
Konsentrasie	dele per miljoen	dpm
	milli-ekwivalente per 100 gram	me/100g
Massa	gram	g
	kilogram	kg
	metrieke ton	t
Melkproduksie- maatstawwe	aanvangsproduksie	AP
	melkproduksie	MP
	gemiddelde daaglikse produksie	GDP
	4% vetgekorregerde melkproduksie	VGM
	totale melkproduksie	TMP
Oppervlakte	hektaar	ha
Snelheid	kilometer per uur	km/h
Statistiek/biometrie	$P < 0,05$	*
	$P < 0,01$	**
	$P < 0,001$	***

<u>Onderwerp</u>	<u>Eenheid/Item</u>	<u>Afkorting</u>
Statistiek/biometrie (vervolg)	nie betekenisvol	NB
	standaard afwyking	SA
	variansie verhouding	VV
	kleinste betekenisvolle verskil	KBV
	getransformeerde data	T
	oorspronklike data	O
	eenvoudige korrelasie	r
	meervoudige korrelasie	R
Rigting	suiderbreedte	S.B.
	oosterlengte	O.L.
Temperatuur	graad celcius	°C
	warmte-eenhede	we
Tyd	uur	h
Verhouding	persent	%
	a tot b	a : b
Volume	liter	ℓ
Weidae	intrinsieke koeiweidae	IWD
	gekorrigeerde. koeiweidae	GWD
	potensiële koeiweidae	PWD
	standaard koeidae	SKD
Diverse	behandeling	beh.
	droëmateriaal	DM
	gemiddeld	gem.
	gemiddelde daaglikse toename	GDT
	grootvee-eenheid	GVE
	kalksteenammoniumnitraat	K.A.N.
	rand	R
	relatiewe gemiddeld	RG
	nommer	nr.
	spesies	spp.
	standaard	S

FIGURE

Fig. 1 - Grondkaart van 'n gedeelte van die landbounavorsingstasie, Bethlehem, wat die ligging van die proefpersele aantoon (Nageteken uit : "Gedetailleerde Bodemopname van die landbounavorsingstasie : Bethlehem," Idema & Mulder 1973)



LEGENDE

Simbool	Vorm	Serie
Av 36	Avalon	Soetmelk
Du	Dundee	-
Gs 16	Glenrosa	Williamson
Hu 36	Hutton	Shorrocks
Lo 11	Longlands	Waisand
Ms 10	Mispah	Mispah
Oa 43	Oakleaf	Allanridge
Oa 16	Oakleaf	Leeufontein
Oa 36	Oakleaf	Jozini
Oa 46	Oakleaf	Limpopo
Ss 26	Sterkspruit	Sterkspruit
We 12	Westleigh	Rietvlei

VERKLARING

Plaaspad	-----
Rivier	~~~~~
Pan	~~~~~
Lyndraad	~~~~~
Kontoer	~~~~~
Gebou	~~~~~
Perseel	p

DIEPTEFASES

0 - 25 cm	~~~~~
25 - 50 cm	~~~~~
50 - 90 cm	~~~~~
90 + cm	~~~~~

Veldwerk deur SW J Idema
Nagetrek deur MSE de Wet
Grondkundeseksie Landboukollege Potchefstroom

LOKALITEITSKAART

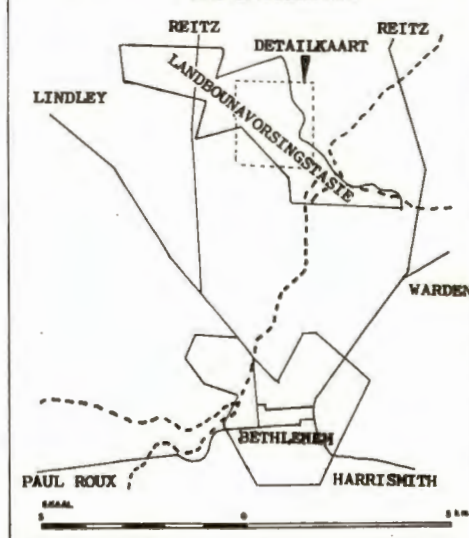
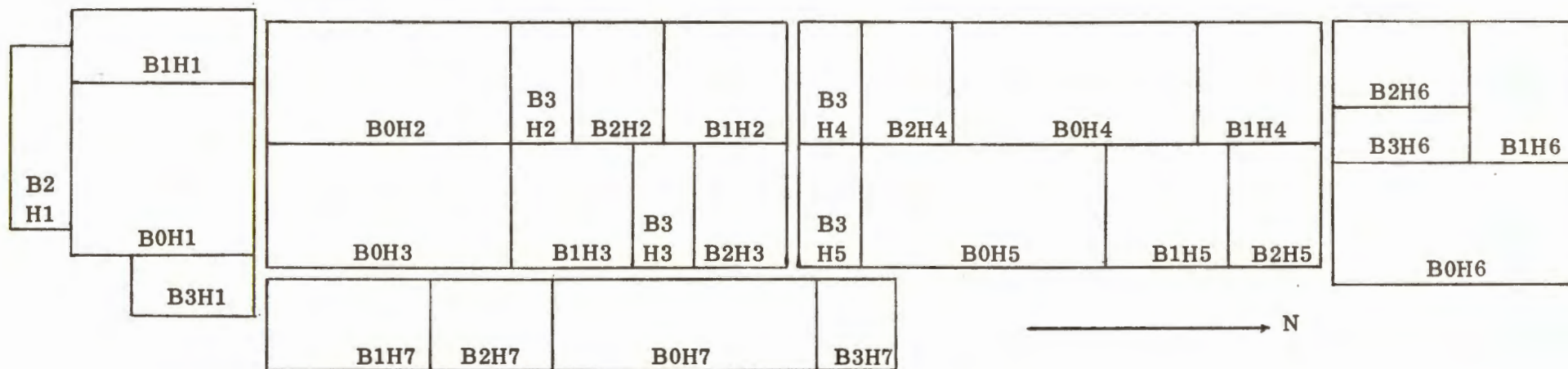
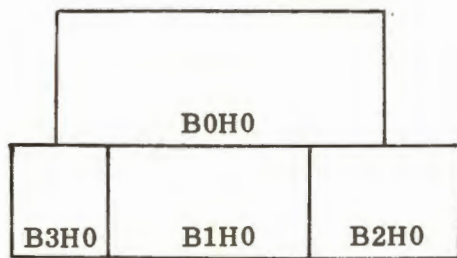


Fig. 2 - Uitleg van proefpersele in 'n gerandomiseerde blokpatroon met vier behandelings en agt herhalings

Bemesting : B0 = 0 kg N + 0 kg P/ha
 B1 = 50 kg N + 15 kg P/ha
 B2 = 100 kg N + 30 kg P/ha
 B3 = 150 kg N + 45 kg P/ha



Kampgrootte : B0 = 2,0 ha/kamp
 B1 = 1,0 ha/kamp
 B2 = 0,75 ha/kamp
 B3 = 0,50 ha/kamp

H0 - H7 : Herhalings

Fig. 3.

Reënvalverspreiding gedurende die eksperimentele
tydperk volgens die totale neerslag vir die
agtereenvolgende okkupasieperiodes op die proefblokke

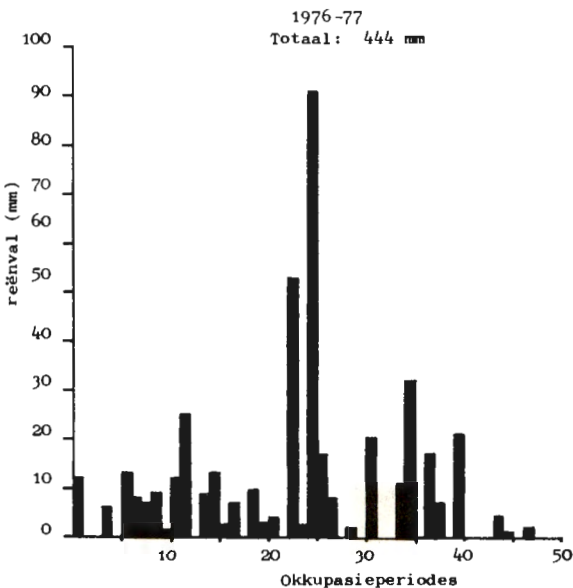
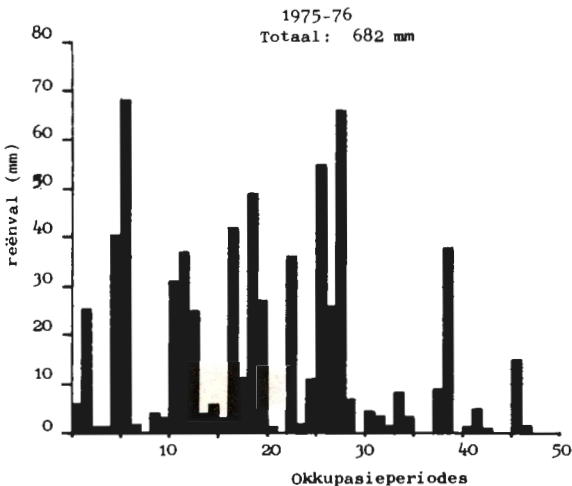
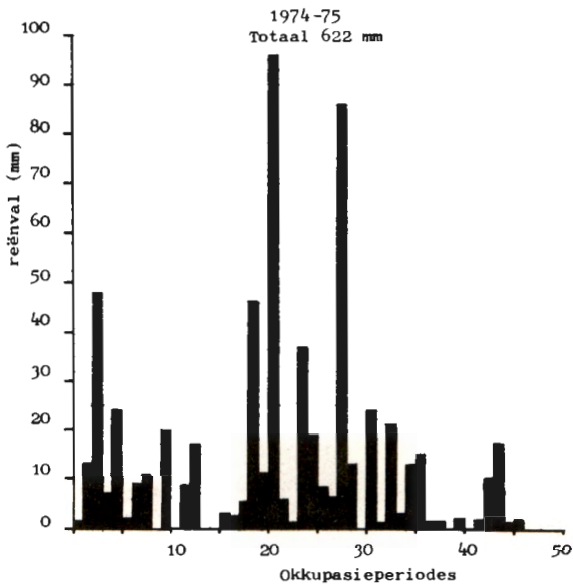
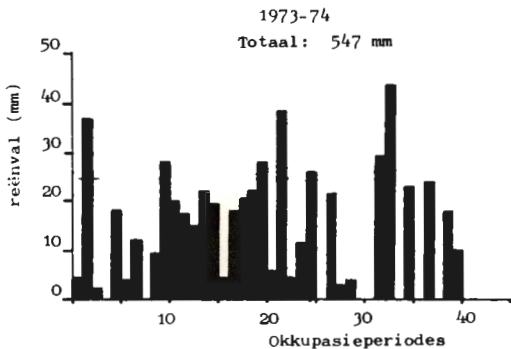
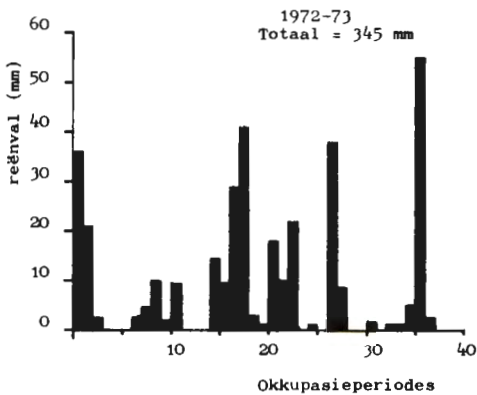


Fig. 4 - Kontoerkaart met isokwante wat die invloed van magnesium (Z) en fosfor (X) in die grond op die persentasie basale bedekking van *Eragrostis curvula*-spp. (Y) aantoon.

Regressievergelyking :
 $Y = 0,1549X - 0,0024X^2 + 3,8794$
($R=0,394^{**}$, $n=120$)

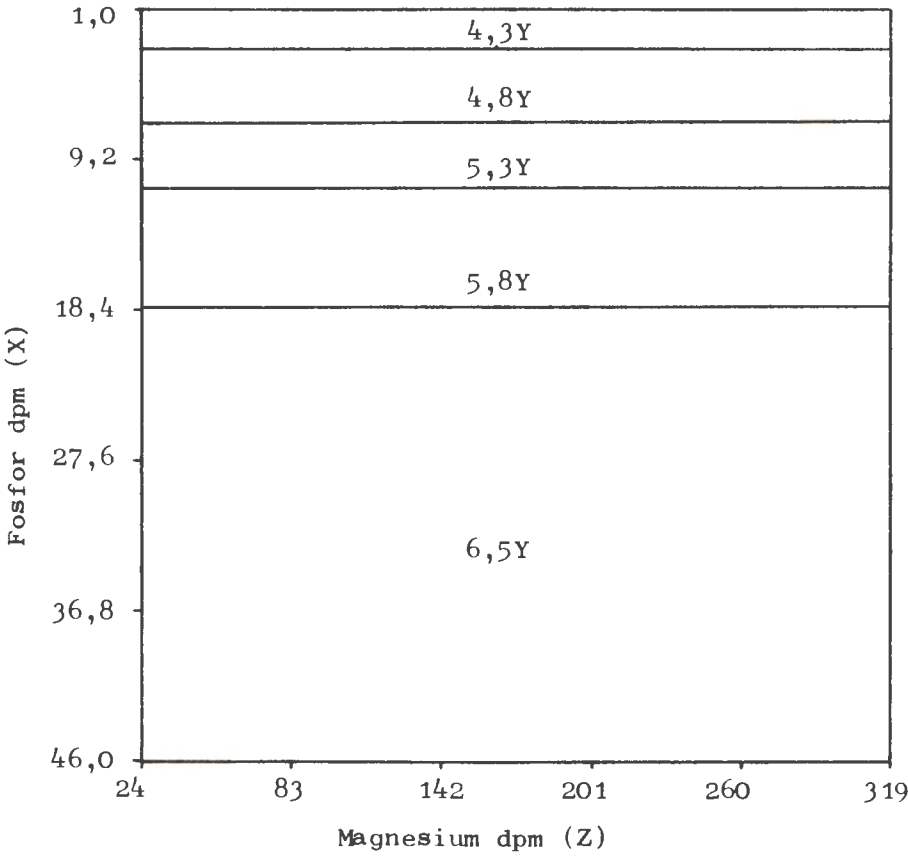


Fig. 5 - Kontoerkaart met isokwante wat die invloed van pH(Z) en die fosfor (X) in die grond op die persentasie basale bedekking van *Eragrostis curvula*-spp (Y) aantoon.

Regressievergelyking :

$$Y = 0,7074X - 0,0014X^2 + 0,8532Z - 0,0956XZ - 1,1468$$

($R = 0,412^{**}$, $n = 120$)

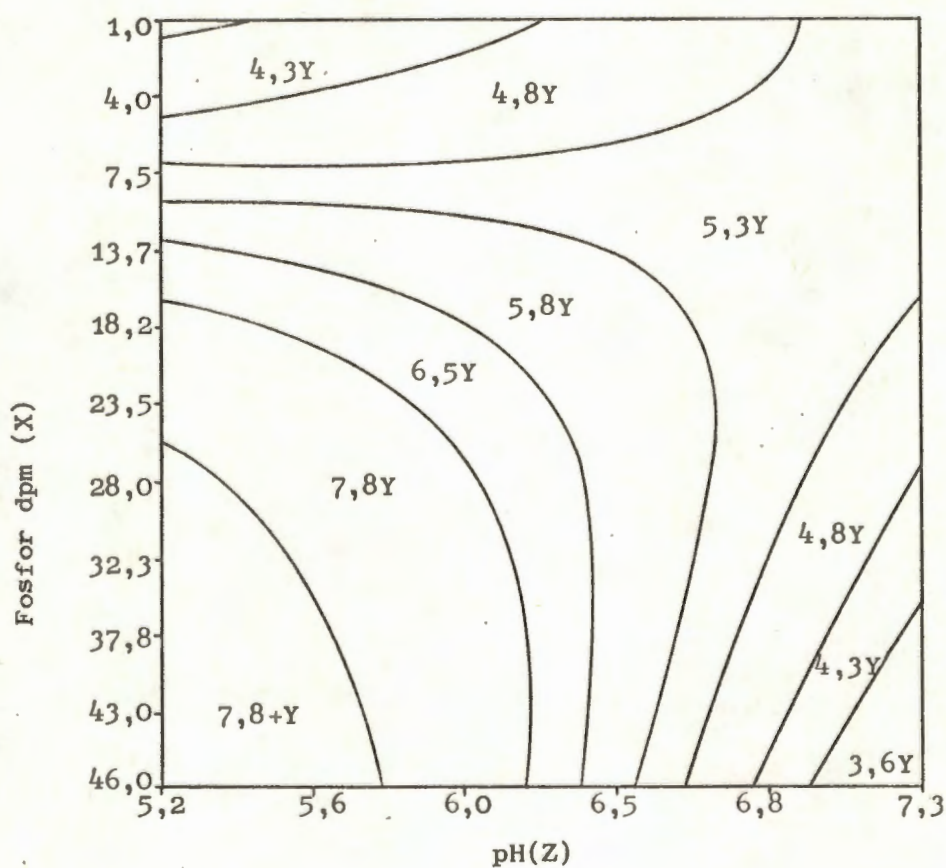


Fig. 6 - Kontoerkaart met isokwante wat die invloed van fosfor (Z) en pH (X) in die grond op die persentasie basale bedekking van *Eragrostis plana* (Y) aandui.

Regressievergelyking : $Y = 0,0020Z^2 - 0,0092XZ + 2,3938$
 (R = 0,260**, n = 120)

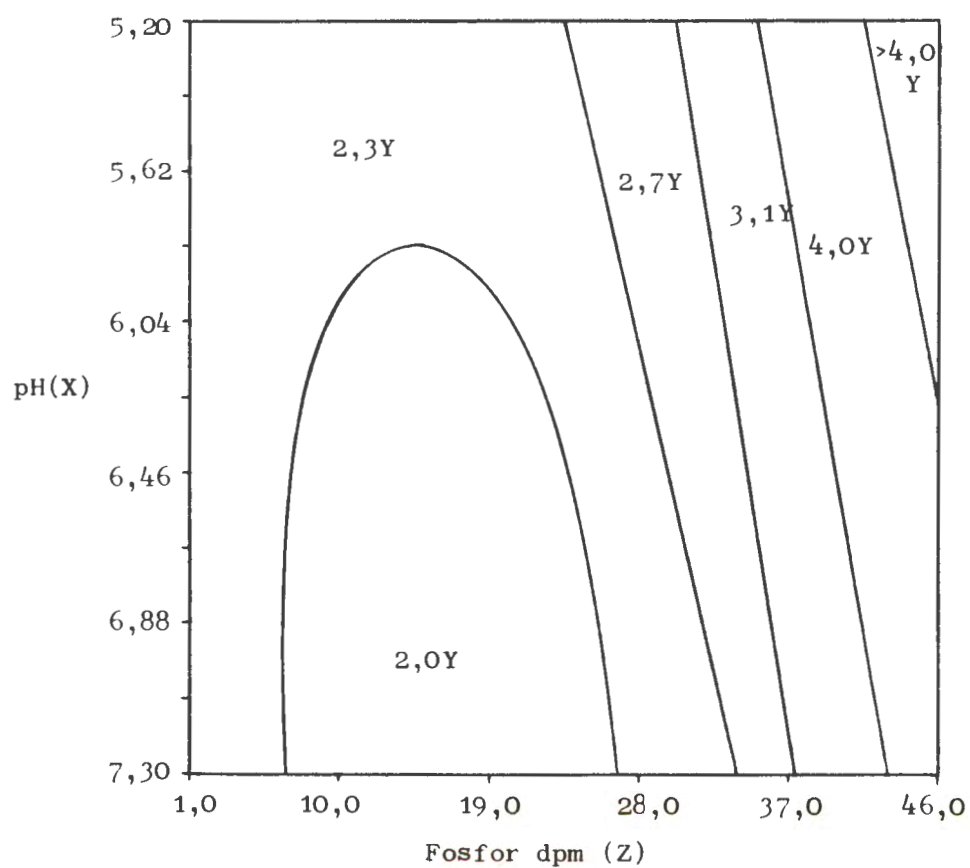


Fig. 7 – Kumulatiewe beskikbare oondroë plantmateriaal en plantvog per hektaar

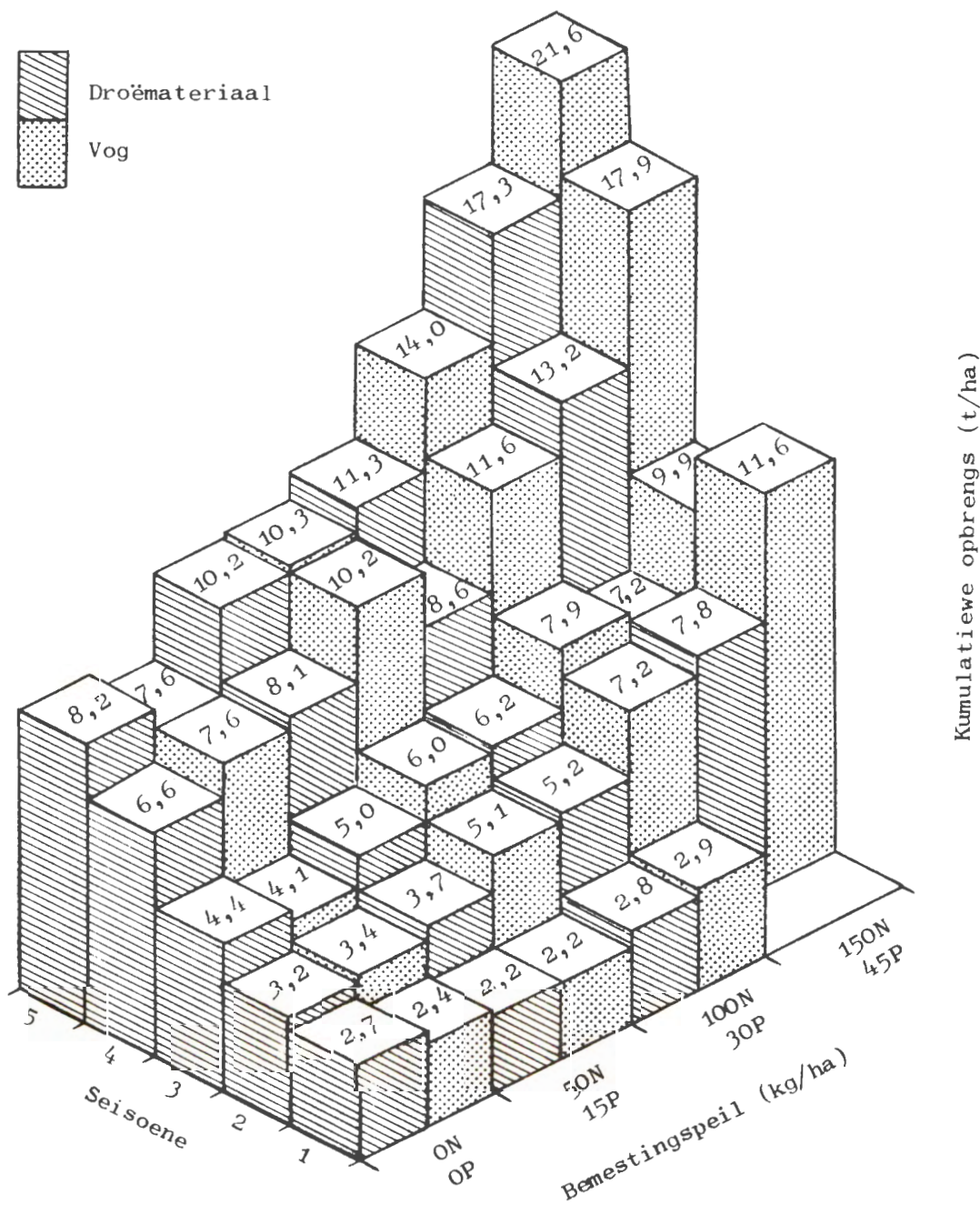


Fig. 8 - Invloed van intensivering op die chemiese samestelling van die plantmateriaal. (Die gemiddelde behandelings-reaksie word as 'n relatiewe persentasie van die kontrolegemiddeld uitgebeeld).

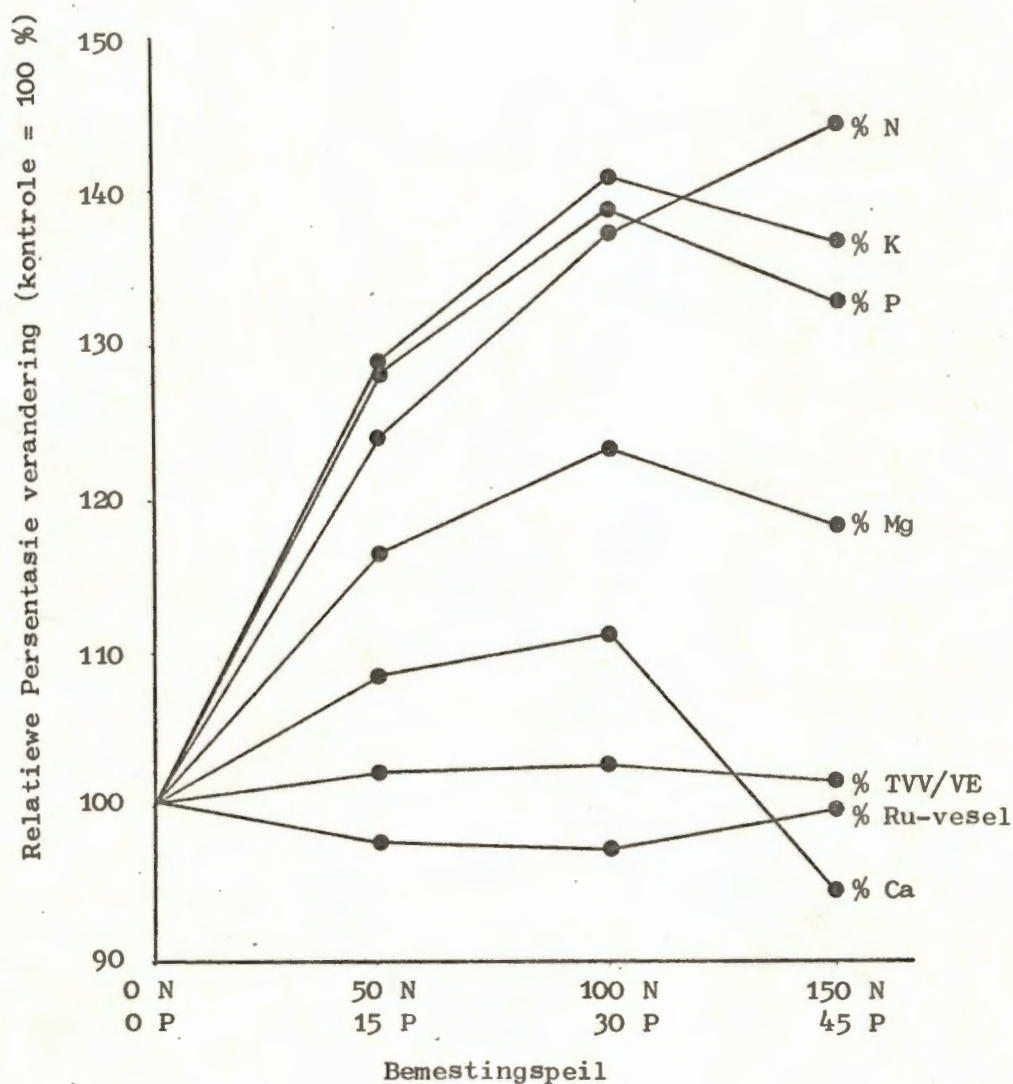


Fig. 9 - Invloed van behandeling op die relatieve persentasie (R %) N, P, K, Ca en Mg in die plantmateriaal (Kontrolle = 100) ($TK = \% N + \% P + \% K + \% Mg + \% Ca$)

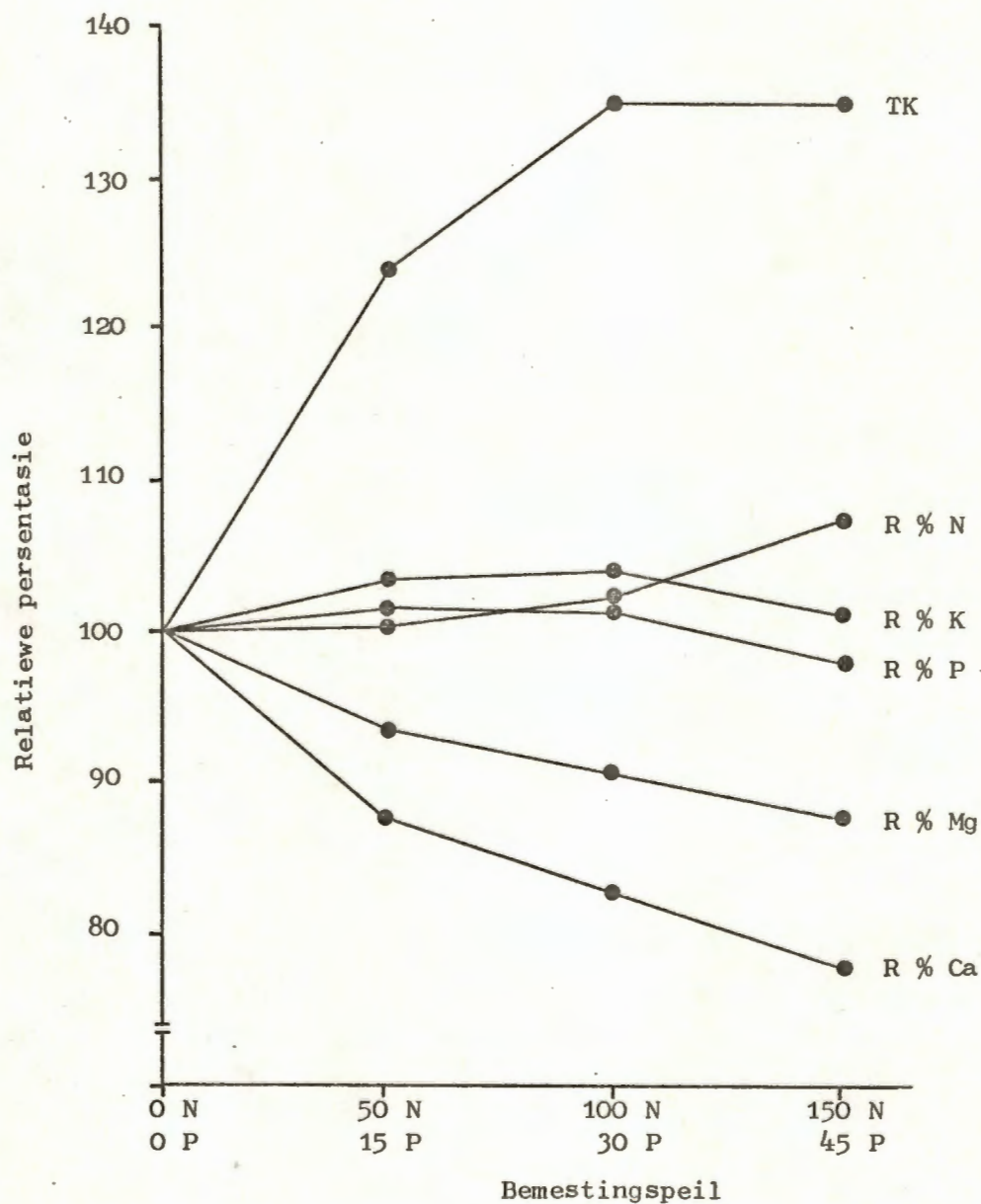


Fig. 10 - Massaveranderinge van die proefdiere op die vier eksperimentele behandelings (Alle proefdiere is vir 'n konstante aanvangsmassa van 500 kg per koei gekorrigeer)

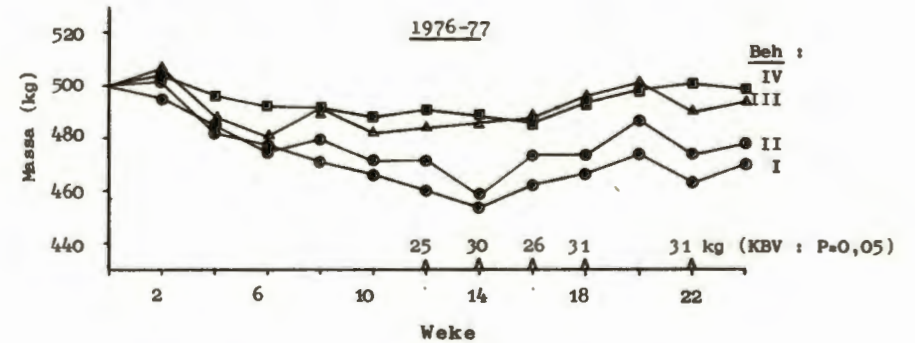
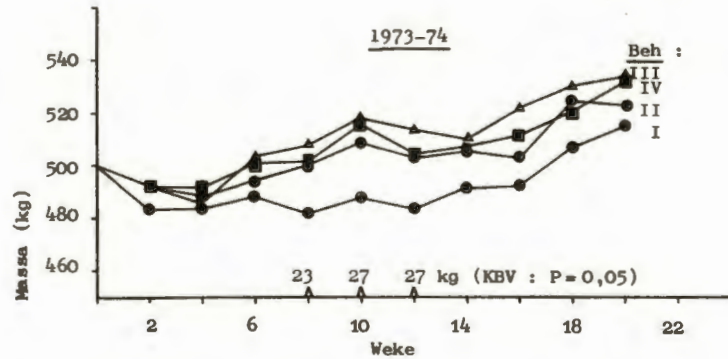
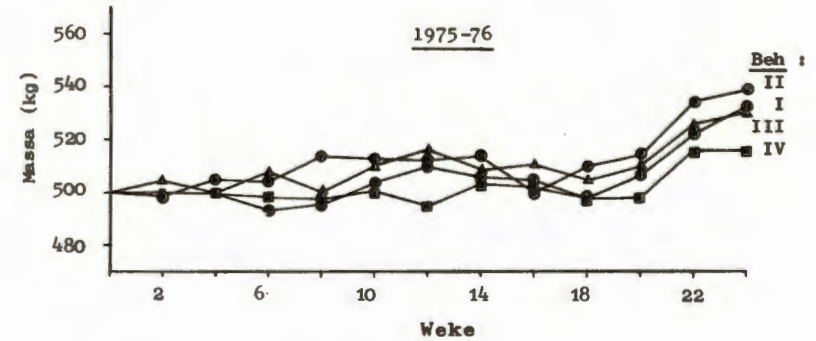
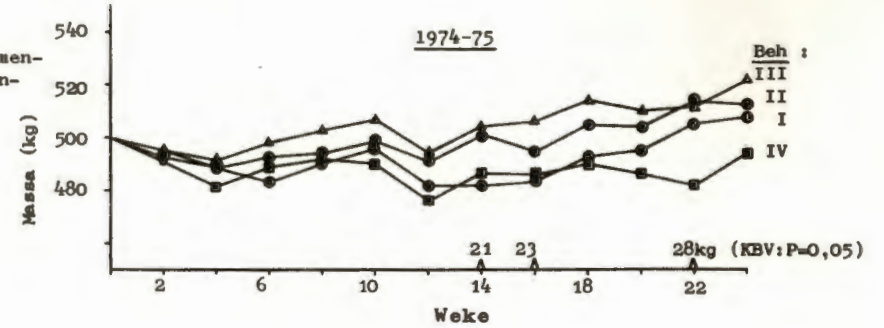
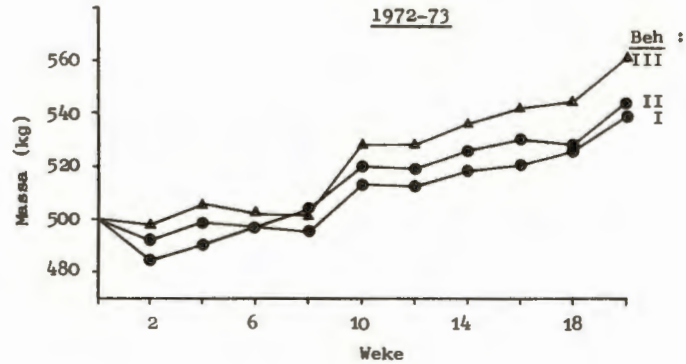
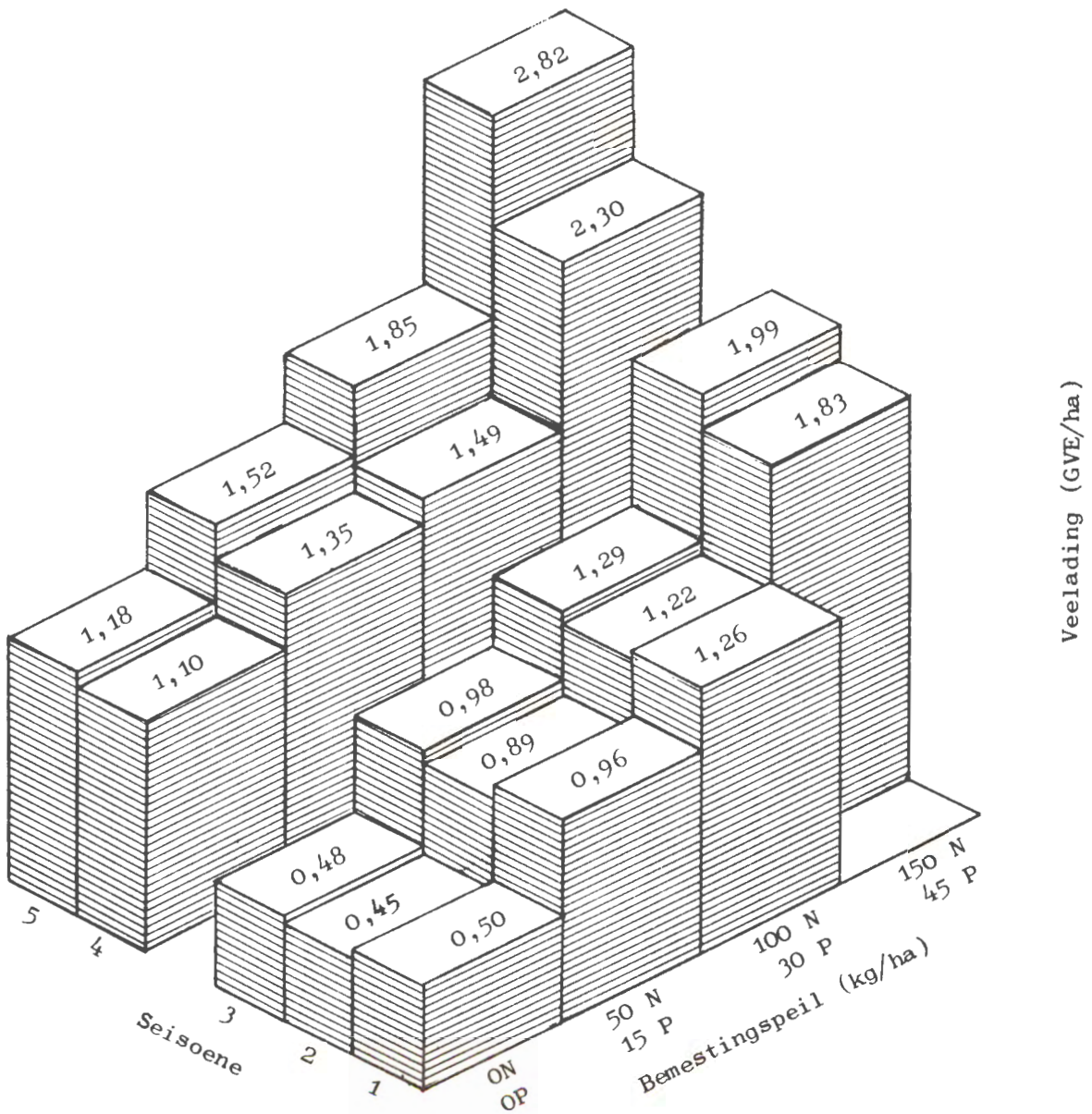


Fig. 11 – Invloed van behandeling op die veelading per oppervlakte-eenheid (Veelading is uitgedruk in grootvee-eenhede, waar 1GVE = 500 kg)



Seisoen 1 - 3 : Fase 1 = Wei afgewissel met sny vir hooibewaring
 Seisoen 4 - 5 : Fase 2 = Konstante weidruk volgens "gee-en-neem" prosedure

TABELLE

Tabel 1. Die suiwelverkope in die tien belangrikste melkproduserende distrikte van die Republiek volgens die 1970-71-Landbousensus

Distrik	Distriksbesonderhede					Melkverkope per hektaar				Melkverkope per distrik			
	Aantal plase	Totale Oppv.	Oppv. bework	% bework	Gem. plaasoppv.	Botter- vet	Ind. melk	Vars- melk	Totale verkope	Botter- vet	Ind. melk	Vars- melk	Totaal
		ha	ha	%	ha	R/ha	R/ha	R/ha	R/ha	R1000	R1000	R1000	R1000
Malmesbury	655	449 573	310 353	69	686	0,60	0,42	8,09	9,11	271	190	3638	4100
Standerton	818	421 234	169 025	40	515	0,61	1,54	6,93	9,08	256	651	2918	3825
Alexandria	301	248 221	31 972	13	825	0,42	1,52	8,70	10,64	104	378	2160	2643
Bethal	741	383 690	162 545	42	518	0,85	1,28	3,04	5,17	326	491	1168	1984
Belville	207	26 307	18 968	72	127	0,75	6,48	60,61	67,84	20	171	1594	1785
Vereeniging	454	102 014	37 020	36	225	0,58	0,68	14,30	15,56	59	69	1459	1588
Bethlehem	875	403 384	151 342	37	461	0,95	1,44	1,52	3,91	386	583	613	1583
Balfour	510	231 966	170 773	44	455	0,76	0,78	5,02	6,56	176	181	1165	1522
Heidelberg	198	816 78	33 712	41	413	0,36	0,11	17,85	18,32	29	9	1458	1496
Delmas	465	127 457	73 555	58	274	0,42	0,42	9,93	10,77	54	54	1266	1373

Tabel 2a. Jaarlikse *per capita*-verbruik van suiwelprodukte en vars melk in die Republiek (RSA, 1971)

Jaar	Botter	Kaas	Kondensmelk en melkpoeier	Varsmelk
	kg	kg	kg	l
1947-48	2,6	0,8	1,3	66
1952-53	2,8	0,8	2,0	65
1957-58	2,8	0,8	2,4	66
1963-64	2,9	0,9	2,6	65
1966-67	2,7	0,9	2,9	62
1967-68	2,7	1,0	2,8	62
1968-69	2,8	1,0	3,0	62
1969-70	2,9	1,0	3,2	62

Tabel 2b. Vergelyking van die *per capita*-verbruik van vars melk en ander suiwelprodukte (botter uitgesluit) van die Republiek van Suid-Afrika met die van ander lande (RSA, 1971)

Jaar	Land	kJ/dag	g eiwit/dag
1965	Nieu-Seeland	3128	26,9
1965	V.S.A.	2751	23,0
1965	V.K.	2470	20,6
1965	Australië	2445	19,3
1965	Duitsland	2399	19,5
1965	Frankryk	2370	19,9
1965	Italië	1616	13,5
1965	Argentinië	1260	9,9
1965	Suid-Afrika	946	7,9
1965	Pakistan	837	7,3
1965	Brazilië	724	6,1
1965	Indië	515	2,9
1965	Kenia	410	3,7
1965	Ghana	33	0,5

Tabel 3. Roetine waarnemings en ontledings wat gedurende die ondersoek uitgevoer is

Waarnemings	Frekwensie van bepalings	Seisoene uitgevoer
1. BODEMKUNDIG		
(Chemiese ontledings van grondmonsters):	Jaarliks, eenmalig	
1.1 N	Jaarliks, eenmalig	1 – 5
1.2 P	Jaarliks, eenmalig	1 – 5
1.3 K	Jaarliks, eenmalig	1 – 5
1.4 Ca	Jaarliks, eenmalig	1 – 5
1.5 Mg	Jaarliks, eenmalig	1 – 5
1.6 Na	Jaarliks, eenmalig	3 – 5
1.7 C	Jaarliks, eenmalig	3 – 5
1.8 pH(H ₂ O)	Jaarliks, eenmalig	1 – 5
1.9 pH(KCl)	Jaarliks, eenmalig	2 – 5
1.10 Weerstand	Jaarliks, eenmalig	2 – 5
2. PLANTKUNDIG:		
2.1 Basale bedekking	Jaarliks, eenmalig	1 – 5
2.2 Droëmateriaalopbrengs	2x weekliks	1 – 5
2.3 Hooibewaring	Periodiek	1 – 3
2.4 Chemiese ontledings:		
2.4.1 N	2x weekliks	1 – 5
2.4.2 P	2x weekliks	1 – 5
2.4.3 K	2x weekliks	1 – 5
2.4.4 Ca	2x weekliks	1 – 5
2.4.5 Mg	2x weekliks	1 – 5
2.4.6 Vesel	2x weekliks	1 – 5
2.4.7 Vog	2x weekliks	1 – 5
3. DIERKUNDIG:		
3.1 Melkproduksie	Daagliks	1 – 5
3.2 Melksamestelling:	2x weekliks	
3.2.1 Bottervet	2x weekliks	2 – 5
3.2.2 Proteïen	2x weekliks	4 – 5
3.2.3 Laktose	2x weekliks	4
3.3 Massatoenames	Twee weekliks	1 – 5
3.4 Lekinnames	2x weekliks	1 – 5
4. KLIMATOLOGIES:		
4.1 Reënval	Daagliks	1 – 5
4.2 Verdamping	Daagliks	1 – 5
4.3 Sonskynduur	Daagliks	1 – 5
4.4 Windsnelheid	Daagliks	1 – 5
4.5 Humiditeit	Daagliks	1 – 5
4.6 Temperature:	Daagliks	1 – 5
4.6.1 Grond	Daagliks	1 – 5
4.6.2 Gras	Daagliks	1 – 5
4.6.3 Lug	Daagliks	1 – 5

Tabel 4. Belangrikste resultate van die Frankenwald-melkproduksiestudie op natuurlike en bemeste veld (Rose, 1956)

Seisoen	Reënval	Behandeling	Bemesting		Weidae	Melkproduksie		GDT	Totale TVV	VE
			N	P		Totaal	Daaglik			
	mm		kg/ha	kg/ha	dae/ha	kg/ha	kg/koei	g/dag	kg/ha	MJ/ha
49–50	484	Kontrole	0	0	140	1401	10,0	87	1027	18897
		Bemes	68	33	280	2225	7,9	85	2154	39634
50–51	473	Kontrole	0	0	124	1348	10,9	81	672	12365
		Bemes	68	33	247	2698	10,9	137	1905	35052
51–52	514	Kontrole	0	0	133	1455	10,9	199	758	13947
		Bemes	378	33	319	3420	10,7	243	2066	38014
52–53	613	Kontrole	0	0	97	794	8,2	224	667	12273
		Bemes	291	33	264	2357	8,9	355	2636	48502
53–54	608	Kontrole	0	0	132	1062	8,0	176	1229	22614
		Bemes	252	33	1267	8757	6,9	264	9177	168857
54–55	765	Kontrole	0	0	123	1327	10,8	181	1104	20314
		Bemes	252	33	706	9362	13,3	465	8773	161423

N : Stikstofbemesting (kg N/ha) in die vorm van ammoniumsulfaat (21% N)

P : Fosforbemesting (kg P/ha) in die vorm van superfosfaat (8,3% P)

GDT : Gemiddelde daaglikse liggaamsmassatoenames van proefdiere

TVV : Totale verteerbare voedingstowwe

VE : Veteerbare energie

Tabel 5. Belangrikste resultate van die Armoedsvlakte-melkproduksiestudie (Van Marle & Niemann, 1967)

Besonderhede	Behandelings		
	Veld	Veld + Kragvoer	Volvoeding
Kalfpersentasie (%)	80	76	73
Melkproduksie : Totale laktasie (kg/koei)	1218	2278	2845
: Daagliks (kg/koei)	6,0	8,9	11,1
Bottervet (%)	3,56	3,61	3,81
Duur van laktasie (dae)	202	257	256
Geboortemassa : Bulkalwers (kg)	33,6	35,4	34,5
: Verskalwers (kg)	30,9	34,1	33,1
Massatoename oor laktasie (kg)	41	54	79

Tabel 6. Gemiddelde reënval (mm) en aantal reëndae (d) vir die Bethlehemomgewing (Weerburo, 1954b)

Weerstasie Nr.	Weerstasie naam	S.B.	O.L.	Hoogte (m)		Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Totaal
331/ 520	Loch Lomond – AGR	28°10'	28°18'	1631	mm d	109,1 12	81,5 10	63,1 10	49,8 7	26,6 5	9,7 1	16,0 2	7,7 1	41,3 4	70,6 9	88,9 12	120,6 14	684,9 87
331/ 521	Utopia	28°11'	28°18'	1646	mm d	90,3 9	60,7 8	59,8 9	58,9 7	32,4 4	11,8 2	19,0 3	13,2 2	63,4 6	76,1 10	80,4 6	135,5 11	701,5 77
331/ 522	Abersinthin	28°12'	28°18'	1645	mm d	118,4 13	116,6 12	90,2 11	32,0 6	23,1 5	6,1 2	9,4 2	22,1 3	28,7 4	67,6 10	88,7 11	122,7 13	725,6 92
331/ 524	Bethlehem-Hostel	28°14'	28°18'	1646	mm d	98,0 9	95,0 9	79,0 8	29,2 3	18,5 3	3,6 1	8,4 1	13,5 2	27,9 3	54,9 6	65,3 8	87,6 8	580,9 61
331/ 554	Bethlehem-Munisipaliteit	28°14'	28°19'	1610	mm d	111,4 11	78,9 9	90,4 8	47,8 6	28,3 3	9,3 2	15,2 2	14,0 2	25,6 2	63,3 7	88,8 9	104,4 10	677,4 71
331/ 616	La Motte	28°16'	28°21'	1600	mm d	90,4 11	70,1 10	66,0 8	34,5 5	18,8 2	3,3 1	8,9 1	14,5 1	17,8 3	41,2 6	70,1 9	80,0 10	515,6 67
331/ 635	Tweelingskop	28°05'	28°22'	1675	mm d	82,3 6	116,8 7	93,0 6	10,7 1	5,1 1	2,8 1	4,8 1	13,5 1	32,5 3	62,2 4	83,8 6	79,5 5	587,0 42
331/ 474	Highlands	28°24'	28°16'	1890	mm d	103,9 7	84,9 6	80,9 5	58,7 4	38,6 3	8,0 1	15,5 1	17,8 1	21,2 1	76,6 5	89,8 6	104,0 6	699,9 46

Tabel 7. Temperatuurgegewens vir Bethlehem vir die tydperk 1937 tot 1950, Weerstasie nr. 331/544, Bethlehem munisipaliteit, 28°14'S.B.; 28°19' O.L., Hoogte = 1615m (Weerburo, 1954a)

Maand	Gem. van Daaglikse Maks.	Gem van Maandelikse Maks.	Uiterste Daaglikse Maks.	Datum	Gem. van Daaglikse Min.	Gem. van Maandelikse Min.	Uiterste Daaglikse Min.	Datum	Maks. + Min. ————— 2	Speling Maks.—Min.
I	27,0	31,9	34,4	1949	13,1	8,4	5,0	1939	20,1	13,9
II	25,8	29,7	31,7	50	13,3	8,8	6,7	38	19,5	12,5
III	24,5	28,5	31,7	41	11,5	6,4	3,3	49	18,0	13,0
IV	22,1	26,1	27,2	49	6,4	-1,4	-3,9	39	14,3	15,7
V	19,3	23,3	25,6	37	1,9	-3,1	-5,0	40	10,6	17,4
VI	16,9	21,4	26,1	40	-1,7	-5,5	-8,9	41	7,6	18,6
VII	16,5	20,9	23,3	40	-2,1	-6,2	-8,9	42	7,2	18,6
VIII	19,1	24,1	26,1	37	0,9	-5,6	-8,3	39	10,0	18,2
IX	22,4	28,2	31,7	49	4,4	-2,6	-6,1	37	13,4	18,0
X	24,3	30,1	32,2	37	8,5	1,8	-2,2	50	16,4	15,8
XI	25,5	31,4	32,8	42	9,9	3,0	-1,1	38	17,7	15,6
XII	26,9	31,4	34,4	41	12,4	7,2	5,0	48	19,7	14,5
Jaar	22,5	—	34,4	1949	6,5	—	-8,9	1942	14,5	16,0

Tabel 8. Sinoptiese tabel van die karakteristieke floristiese samestelling van die *Heteropogon contortus*-*Elionurus muticus* -gemeenskap (2.3) (Scheepers, 1975)

Spesies	Bestendigheidswaarde
	%
<i>Heteropogon contortus</i>	100
<i>Elionurus muticus</i> (= <i>E. argenteus</i>)	100
<i>Themeda triandra</i>	100
<i>Eragrostis chloromelas</i>	100
<i>Eragrostis capensis</i>	90
<i>Walafrida densiflora</i>	90
<i>Helichrysum regulosum</i>	90
<i>Brachiaria serrata</i>	80
<i>Microchloa caffra</i>	80
<i>Hibiscus microcarpus</i>	80
<i>Eragrostis racemosa</i>	70
<i>Setaria flabellata</i>	70
<i>Aristida junciformis</i>	70
<i>Crabbea acaulis</i>	70
<i>Hermannia oblongifolia</i>	60
<i>Cymbopogon plurinodis</i>	60
<i>Anthospermum rigidum</i>	60
<i>Eragrostis plana</i>	60
<i>Sonchus nanus</i>	60
<i>Anthericum fasciculatum</i>	50
<i>Polygala amatymbica</i>	50
<i>Digitaria argyrograpta</i>	40
<i>Helichrysum dregeanum</i>	40
<i>Helichrysum coriaceum</i>	20
<i>Gazania krebsiana</i>	40
<i>Trichoneura grandiglumis</i>	20

Tabel 9. Sinoptiese tabel van die karakteristieke floristiese samestelling van die *Elionurus muticus*- *Eragrostis chloromelas* gemeenskap (4) (Scheepers, 1975)

Spesies	Bestendigheidswaarde
	%
<i>Elionurus muticus</i> (= <i>E. argenteus</i>)	100
<i>Eragrostis chloromelas</i>	100
<i>Themeda triandra</i>	94
<i>Setaria flabellata</i>	77
<i>Eragrostis plana</i>	65
<i>Panicum stapfianum</i>	41
<i>Lithospermum cinereum</i>	18
<i>Anthericum fasciculatum</i>	35
<i>Bulbine narcissifolia</i>	18
<i>Eragrostis racemosa</i>	12
<i>Hermannia depressa</i>	18
<i>Aristida congesta</i>	6
<i>Felicia muricata</i>	6

Tabel 10. Analitiese data van drie verteenwoordigende grondprofiel van die proefterrein

Grondvorm/-serie	Avalon/Soetmelk (profiel 1)				Avalon/Soetmelk (profiel 2)				Dundee/ (ongedifferensieer) (profiel 3)						
Diepte (cm)	0-28	28-55	55-71	71+	0-18	18-39	39-56	56-68+	0-20	20-42	42-73	73-87	87-109	109-124	124+
Genetiese horison	A1	B1	B2 ₁	B2 ₂	A1	B2 ₁	B2 ₂	C	A1	IIC	IIIC	IVC	VC	VIC	VIIIC
Korrelgrootte-verspreiding (%)															
Sand	78,6	76,3	72,1	67,0	75,3	69,1	76,0	52,8	87,2	87,1	93,6	82,6	91,1	84,4	93,7
Slik	6,7	4,4	4,6	5,9	8,5	9,5	10,6	12,1	3,8	3,8	2,2	5,5	2,7	5,4	2,0
Klei	14,7	19,3	23,3	27,1	16,2	21,4	13,4	35,1	9,0	9,1	4,2	11,9	6,2	10,2	4,3
Vogspanning (%)															
Vogekwivalent	11,1	11,8	14,3	17,6	12,0	15,7	11,6	26,7	7,6	6,2	3,1	10,8	4,3	10,5	3,7
Verwelkpunt	5,2	6,4	7,8	6,3	2,1	7,0	4,2	14,8	3,6	3,5	2,1	4,7	2,5	4,3	1,6
Beskikbare vog	5,9	5,4	6,5	11,3	9,9	8,7	7,4	11,9	4,2	2,7	1,0	6,1	1,8	6,2	2,1
Uitruilbare katione (me/100g)															
Ca	2,37	2,12	2,12	2,87	1,75	2,37	1,75	5,37	3,62	3,00	1,75	4,99	2,62	4,74	2,12
Mg	0,99	1,36	1,85	2,51	0,76	1,40	1,09	3,56	0,95	1,19	0,51	1,19	0,62	0,99	0,35
K	0,45	0,45	0,32	0,38	0,51	0,26	0,26	1,15	0,38	0,19	0,13	0,38	0,19	0,32	0,13
Na	0,07	0,07	0,11	0,15	0,04	0,15	0,33	1,69	0,04	0,04	0,07	0,04	0,00	0,04	0,00
S-waarde	3,88	4,00	4,40	5,91	3,06	4,18	3,43	11,77	4,99	4,42	2,46	6,60	3,43	6,15	2,50
K.U.K.	7,80	7,60	7,80	9,40	7,80	9,00	5,20	14,80	7,00	5,80	3,80	8,60	4,80	8,00	3,80
U.N.P.	0,9	0,9	1,4	1,6	0,5	1,7	6,3	11,4	0,6	0,7	1,8	0,5	0,0	0,5	0,0
Ander eienskappe															
pH (H ₂ O)	5,6	5,6	6,2	6,4	5,2	5,8	6,8	8,1	6,9	6,6	7,0	6,9	7,0	7,0	7,1
pH (KCl)	4,2	4,4	4,6	4,8	4,0	4,5	5,2	6,2	5,8	5,6	5,7	5,6	5,6	5,4	5,6
Weerstand (ohms/cm)	3450	3600	3500	2900	3500	2300	2150	590	2600	1700	2450	2000	3800	2150	5800
% C	0,84	0,53	0,16	0,22	0,60	0,43	0,27	0,18	0,32	0,26	0,03	0,09	0,00	0,10	0,13
% N	0,09	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,03	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
C/N	9,3	10,6	3,2	4,4	8,6	6,1	9,0	3,6	6,4	5,2	1,5	4,5	-	5,0	13,0

Tabel 11. Duur van die eksperimentele proefperiodes

Seisoen	Aanvangsdatum	Afsluitingsdatum	Proefperiode	Opmerkings
			dae	
1972-73	72-12-05	73-04-23	140	Proefdiere is van alle behandelings vir 'n tydperk van 28 dae (73-01-02 tot 73-01-29) weens droogte onttrek
1973-74	73-11-16	74-04-04	140	Geen
1974-75	74-11-15	75-05-01	168	Geen
1975-76	75-11-07	76-04-22	168	Op 76-03-25 is laktasie beeindig, maar beweiding is tot 76-04-22 voortgesit.
1976-77	76-11-05	77-04-21	168	Geen

Tabel 12. Verspreiding van reënval gedurende die eksperimentele tydperk

Tydperk	Seisoene				
	72-73	73-74	74-75	75-76	76/77
	mm	mm	mm	mm	mm
Buite proefperiodes:					
1 Mei - 31 Aug.	15,5	81,6	46,5	68,2	45,3
1 Sept. - proefaanvang	162,7	73,7	132,8	200,5	217,4
Binne proefperiodes (kumulatief) :					
Weisiklus 1 : 0- 28 dae	58,7	79,0	116,6	143,6	47,9
2 : 29- 56 dae	105,7	215,9	165,7	256,5	120,9
3 : 57- 84 dae	229,8	365,1	374,2	421,4	204,5
4 : 85-112 dae	279,3	426,1	534,1	596,2	345,4
5 : 113-140 dae	345,3	546,8	590,3	656,1	436,1
6 : 141-168 dae	(347,9)	(573,5)	622,2	681,6	444,0

Tabel 13. Daaglikse gemiddeldes van verskillende weerkundige parameters

Veranderlikes	Verdamping cm	Sonskyn h	Lugbeweging (windsnelheid) km/12h	Humiditeit %	Maksimum temperatuur °C	Minimum temperatuur °C	Gem. Tempe- ratuur °C	Grond temperatuur °C	Minimum gras- temperatuur °C
Seisoene									
1 : 72-73-Gem	0,66	8,3	81,0	44,9	26,6	12,3	19,5	30,2	9,1
SA	0,24	2,4	23,7	12,4	4,1	2,4	3,0	4,9	2,3
2 : 73-74-Gem	0,57	7,6	76,4	54,8	24,2	12,6	18,4	29,1	10,4
SA	0,16	2,4	17,1	11,4	2,7	2,1	2,0	4,1	2,7
3 : 74-75-Gem	0,52	7,9	85,7	53,2	23,2	10,6	16,9	27,8	7,1
SA	0,17	2,8	21,8	12,0	2,9	3,3	2,7	4,9	4,2
4 : 75-76-Gem	0,53	7,8	90,1	54,1	23,4	11,5	17,4	28,1	8,8
SA	0,14	2,9	25,8	12,8	2,7	2,6	2,2	4,3	3,2
5 : 76-77-Gem.	0,56	8,9	92,1	46,1	24,9	11,3	18,1	30,6	8,3
SA	0,17	2,8	26,1	12,6	2,7	2,8	2,3	4,5	3,4
Seisoensvergelykings:					Berekende t-waardes				
Seisoene:									
1 vs 2	NB	NB	NB	3,717**	3,092**	NB	NB	NB	2,318*
3	3,068**	NB	NB	3,127**	4,363***	2,736**	4,179***	2,254*	2,762**
4	3,024**	NB	NB	3,415***	4,231***	NB	3,679***	2,115*	NB
5	2,213*	2,345*	2,089*	NB	2,248*	NB	2,418*	NB	NB
2 vs 3	NB	NB	2,199**	NB	NB	3,369**	2,930**	NB	4,355***
4	NB	NB	2,977**	NB	NB	2,195*	2,231*	NB	2,544*
5	NB	NB	3,386***	3,398**	NB	2,485*	NB	NB	3,228**
3 vs 4	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	2,185*
5	NB	NB	NB	2,783**	2,921**	NB	2,300*	2,865**	NB
4 vs 5	NB	NB	NB	3,096**	2,722**	NB	NB	2,783**	NB

Tabel 14. Verspreiding van warmte-eenhede (we) gedurende die eksperimentele seisoene

Maatstawwe	Seisoene				
	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77
Kumulatiewe we:					
Weisiklus 1: 0- 28 dae	305	238	233	206	204
2: 29- 56 dae	636	505	478	436	459
3: 57- 84 dae	885	771	726	673	742
4: 85-112 dae	1157	1025	956	918	1027
5: 113-140 dae	1324	1222	1139	1153	1234
6: 141-168 dae	—	—	1286	1319	1426
Gem/dag	9,5	8,7	7,7	7,9	8,5
Aantal dae met <5 we:					
Weisiklus 1: 0- 28 dae	0	2	1	2	3
2: 29- 56 dae	0	0	0	2	0
3: 57- 84 dae	2	0	0	2	0
4: 85-112 dae	0	0	0	2	0
5: 113-140 dae	12	7	5	2	3
6: 141-168 dae	—	—	8	4	0
Dae met <5 we as % van proefperiode	10,0	6,4	8,3	8,3	3,5
Aantal dae met > 10 we:					
Weisiklus 1: 0- 28 dae	17	1	4	1	1
2: 29- 56 dae	28	11	7	3	8
3: 57- 84 dae	10	12	7	6	18
4: 85-112 dae	9	3	1	9	18
5: 113-140 dae	1	3	1	7	1
6: 141-168 dae	—	—	0	0	0
Dae met > 10 we as % van proefperiode	46,4	21,4	11,9	18,5	27,4

Tabel 15. Invloed van bemesting en beweiding op fosfor en uitruilbare katione in die grond

	Seisoen	Behandelings (B)				KBV		VV (B)	Gronddiepte (G)		KBV		VV (G)	VV BxG	Proef-Gem.
		I	II	III	IV	P = 0,05	P = 0,01		0-15 cm	15-30 cm	P = 0,05	P = 0,01			
Fosfor (dpm)	72-73	7,1	8,8	7,9	9,7	NB	NB	0,45	10,6	6,2	2,3	3,1	7,32**	0,15	8,48
	73-74	11,5	13,6	8,4	12,3	NB	NB	0,68	13,6	9,3	NB	NB	2,64	1,85	11,5
	74-75	4,7	10,3	10,3	17,3	7,1	8,7	7,57**	16,3	5,0	3,8	5,0	36,45**	3,55*	10,6
	75-76	2,8	9,6	10,0	12,5	6,0	7,5	6,73**	12,9	4,5	3,2	4,3	27,30**	3,39*	8,7
	76-77	2,0	8,6	8,3	13,9	5,9	7,2	9,71**	13,3	3,0	3,1	4,2	44,03**	9,04**	8,17
Kalium (dpm)	72-73	174	191	193	164	NB	NB	1,59	223	138	15	21	59,29**	0,72	178
	73-74	188	211	168	152	NB	NB	1,68	206	153	40	NB	7,15*	1,19	180
	74-75	167	168	179	137	36	NB	3,59*	187	139	19	26	25,36**	0,47	163
	75-76	152	184	134	98	75	NB	3,14*	149	135	NB	NB	0,50	1,75	142
	76-77	194	201	173	148	NB	NB	2,75	205	153	29	38	13,02**	0,68	179
Kalsium (dpm)	72-73	622	604	599	622	NB	NB	0,15	608	615	NB	NB	0,05	0,11	611
	73-74	495	515	534	535	NB	NB	0,31	481	558	68	NB	5,18*	0,37	520
	74-75	483	495	531	509	NB	NB	0,28	503	506	NB	NB	0,01	0,27	504
	75-76	403	423	410	455	NB	NB	0,53	415	430	NB	NB	0,22	0,41	423
	76-77	554	561	626	657	NB	NB	0,96	591	608	NB	NB	0,11	0,31	599
Magnesium (dpm)	72-73	188	204	183	182	NB	NB	0,66	163	217	18	24	18,80**	0,48	190
	73-74	158	166	164	170	NB	NB	0,19	123	206	24	32	47,9**	0,35	165
	74-75	147	154	158	143	NB	NB	0,38	129	171	21	28	16,08**	0,23	150
	75-76	111	124	116	121	NB	NB	0,38	99	137	18	24	16,66**	0,11	118
	76-77	145	149	143	162	NB	NB	0,57	128	172	23	31	14,98**	0,78	150
Natrium (dpm)	74-75	18,4	14,3	15,1	17,6	NB	NB	0,73	12,2	20,5	4,7	6,2	12,75**	1,33	16,3
	75-76	14,4	12,1	10,5	13,3	NB	NB	0,49	11,1	14,0	NB	NB	1,47	1,66	12,6
	76-77	31,8	19,6	14,8	26,6	13,3	16,5	4,49**	20,7	25,7	NB	NB	2,04	0,26	23,2
Vereiste F-waardes:		Behandelings : P = 0,05 : 2,79 P = 0,01 : 4,20						Gronddiepte : P = 0,05 : 4,03 P = 0,01 : 7,17				Wisselwerking : P = 0,05 : 2,79 P = 0,01 : 4,20			

Tabel 16. Wisselwerking tussen proefbehandelings en gronddiepte met betrekking tot die fosforstatus van die grond

Seisoen	Gronddiepte	Behandelings				Gem.	Binnetabel KBV	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01
		dpm	dpm	dpm	dpm	dpm		
74-75	0 - 15 cm	6,3	15,0	16,6	27,4	16,3	9,1	NB
	15 - 30 cm	3,1	5,6	3,9	7,3	5,0		
	Gem.	4,7	10,3	10,3	17,3	10,6		
75-76	0 - 15 cm	3,4	13,8	14,1	20,4	12,9	6,5	NB
	15 - 30 cm	2,1	5,4	5,9	4,6	4,5		
	Gem.	2,8	9,6	10,0	12,5	8,7		
76-77	0 - 15 cm	2,5	11,8	13,8	25,4	13,3	6,3	8,4
	15-30 cm	1,5	5,4	2,8	2,4	3,0		
	Gem.	2,0	8,6	8,3	13,9	8,2		

Tabel 17. Getransformeerde (T) en oorspronkelijke (O) pH (H₂O)-waardes van die bogrond (0 – 15 cm)

Datavorm	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01	
T	72–73	2,107	1,663	1,850	1,954	1,894	NB	NB	0,49
O		(5,68)	(5,78)	(5,73)	(5,71)	(5,73)			
T	73–74	1,114	1,846	1,944	1,954	1,715	NB	NB	1,08
O		(5,95)	(5,73)	(5,71)	(5,71)	(5,78)			
T	74–75	0,737	1,139	1,093	1,616	1,146	0,628	0,795	5,14**
O		(6,14)	(5,94)	(5,96)	(5,79)	(5,96)			
T	75–76	0,760	0,921	1,233	1,767	1,170	0,722	0,914	5,87**
O		(6,11)	(6,03)	(5,91)	(5,75)	(5,95)			
T	76–77	0,956	1,457	1,720	1,862	1,499	0,571	0,724	7,55**
		(6,02)	(5,84)	(5,77)	(5,73)	(5,84)			

Vereiste F-waardes: P = 0,05 ; 3,07

P = 0,01 : 4,87

Transformasie: Stevens (1953) se hoektransformasie

Tabel 18. Invloed van behandelings op die weerstand (ohms/cm) van die grond

Seisoen	Behandelings (B)				KBV		VV B	Gronddiepte (G)		KBV		VV G	VV BxG	Proef- Gem.
	I	II	III	IV	P = 0,05	P = 0,01		0-15cm	15-30cm	P = 0,05	P = 0,01			
72-73	1606	1638	1674	1648	NB	NB	0,13	1716	1567	NB	NB	3,72	0,39	1641
73-74	2188	2339	1949	1705	383	409	7,43**	2356	1735	205	273	37,08**	1,67	2045
74-75	2351	2475	2213	1811	355	439	9,34**	2385	2040	190	253	13,37**	3,50**	2212
75-76	2303	2153	2175	1872	371	NB	3,38*	2125	2127	NB	NB	0,01	0,10	2126
76-77	2369	2531	2094	1963	496	NB	3,83*	2309	2169	NB	NB	1,14	0,92	2239

Tabel 19. Wisselwerking tussen behandelings en gronddiepte ten opsigte van die grond weerstand (ohms/cm) gedurende die 1974-75-seisoen

Gronddiepte	Behandelings				Gem.	Binne tabel KBV	
	I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01
0 - 15cm	2514	2469	2331	2225	2385	502	620
15 - 30cm	2188	2481	2093	1396	2040		
Gem.	2351	2475	2213	1811	2212	—	—

Tabel 20. Invloed van behandelingen op die totale stikstof (N) en koolstof (C), asook die C : N-verhouding van die grond (C en N getransformeer volgens die hoektransformasie van Stevens, 1953)

	Seisoen	Behandelings (B)				KBV		VV B	Gronddiepte (G)		KBV		VV B	VV BxG	Gem. T	Gem. O
		I	II	III	IV	P = 0,05	P = 0,01		0-15cm	15-30cm	P = 0,05	P = 0,01				
N%	74-75	2,13	2,06	2,16	2,14	NB	NB	0,86	2,25	1,99	0,09	0,12	35,23**	0,14	2,12	0,082
	75-76	2,10	2,14	2,14	2,18	NB	NB	0,57	2,25	2,01	0,09	0,12	28,50**	0,51	2,13	0,083
	76-77	1,99	1,99	2,04	2,05	NB	NB	0,64	2,16	1,87	0,08	0,11	47,12**	0,05	2,01	0,073
C%	74-75	5,01	4,97	5,08	4,50	0,51	NB	3,93*	5,34	4,44	0,27	0,36	45,27**	0,70	4,89	
	75-76	5,33	5,38	5,57	5,48	NB	NB	0,58	5,92	4,96	0,28	0,37	45,57**	0,71	5,44	0,67
	76-77	5,71	5,84	5,87	5,65	NB	NB	0,46	6,29	5,25	0,32	0,43	42,49**	0,33	5,77	0,76
C : N	74-75	8,81	8,88	8,60	9,21	NB	NB	0,35	9,33	8,42	0,87	NB	4,40*	0,77	-	8,88
	75-76	8,03	7,90	8,65	7,87	NB	NB	1,96	8,54	7,69	0,53	0,70	10,42**	0,48	-	8,11
	76-77	10,52	11,01	10,58	9,59	1,34	NB	2,80*	10,63	10,22	NB	NB	1,35	0,75	-	10,42

Gem. T = Getransformeerde gemiddeld
Gem. O = Oorspronklike gemiddeld

Vereiste F-waardes:

Behandelings : P = 0,05 : 2,79
Wisselwerking: P = 0,01 : 4,20

Gronddiepte : P = 0,05 : 4,03
: P = 0,01 : 7,17

Tabel 21. Onderlinge verhoudings tussen die katione (K, Ca, Mg) en fosfor in die bogrond
(Die data is aan 'n logaritmiese transformasie onderwerp)

Verander- likes	Seisoen	Behandelings				Gem.	Gem. O	KBV		VV
		I	II	III	IV			P = 0,05	P = 0,01	
K/P (dpm)	72-73	2,43	2,43	2,47	2,46	2,45	35,3	NB	NB	0,06
	73-74	2,37	2,24	2,33	2,01	2,24	19,7	0,26	0,33	5,73**
	74-75	2,58	2,11	2,13	1,89	2,18	22,9	0,41	0,51	7,64**
	75-76	2,73	2,16	2,00	1,68	2,14	27,3	0,42	0,53	16,86**
	76-77	3,14	2,38	2,19	1,91	2,41	56,3	0,39	0,49	27,66**
Ca/P (dpm)	72-73	2,87	2,83	2,86	2,88	2,86	87,3	NB	NB	0,07
	73-74	2,68	2,54	2,63	2,43	2,57	41,2	NB	NB	3,03
	74-75	2,93	2,58	2,52	2,41	2,61	52,4	0,33	0,42	7,01**
	75-76	3,05	2,60	2,47	2,27	2,60	61,8	0,40	0,50	10,36**
	76-77	3,48	2,77	2,60	2,48	2,83	141,4	0,46	0,58	14,46**
Mg/P (dpm)	72-73	2,41	2,29	2,30	2,31	2,33	2,66	NB	NB	0,45
	73-74	2,10	1,98	2,09	1,88	2,01	1,13	0,22	NB	3,36*
	74-75	2,37	2,05	1,94	1,76	2,03	1,43	0,33	0,42	8,90**
	75-76	2,44	1,98	1,79	1,74	1,99	1,58	0,40	0,50	9,85**
	76-77	2,88	2,17	1,93	1,74	2,18	3,44	0,48	0,61	16,33**
Ca/K (dpm)	72-73	1,44	1,40	1,39	1,41	1,41	2,73	NB	NB	0,38
	73-74	1,32	1,30	1,30	1,42	1,33	2,39	NB	NB	1,70
	74-75	1,36	1,35	1,39	1,51	1,40	2,76	0,14	NB	4,71*
	75-76	1,31	1,44	1,48	1,59	1,45	3,05	0,15	0,18	9,03**
	76-77	1,34	1,38	1,41	1,56	1,42	2,94	0,16	0,20	5,94**
K/Mg (dpm)	72-73	2,15	2,14	2,17	2,15	2,15	1,47	NB	NB	0,11
	73-74	2,26	2,26	2,24	2,16	2,23	1,78	NB	NB	2,33
	74-75	2,21	2,18	2,19	2,13	2,18	1,58	NB	NB	0,82
	75-76	2,29	2,18	2,21	1,93	2,15	1,57	0,29	NB	4,22*
	76-77	2,25	2,21	2,27	2,17	2,23	1,79	NB	NB	0,79
Ca/Mg (dpm)	72-73	2,58	2,53	2,55	2,56	2,56	3,65	NB	NB	1,18
	73-74	2,58	2,57	2,54	2,59	2,57	3,82	NB	NB	0,66
	74-75	2,56	2,53	2,58	2,64	2,58	3,86	0,08	0,09	6,13**
	75-76	2,60	2,62	2,69	2,52	2,61	4,39	NB	NB	0,57
	76-77	2,60	2,60	2,67	2,74	2,65	4,64	0,08	0,10	10,89**

O = Oorspronklike gemiddeldes

Vereiste F-waardes : P = 0,05 : 3,07
P = 0,07 : 4,87

Tabel 22. Totale basale bedekking en die individuele bydraes van die drie dominante spesiekomponente, naamlik *Eragrostis curvula*-spp. *Eragrostis plana* en "ander spesies"

Veranderlikes	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01	
Totale basale bedekking	72-73	8,66	8,55	7,98	—	8,40	NB	NB	0,49
	73-74	9,89	9,84	10,81	10,15	10,17	NB	NB	1,28
	74-75	10,30	9,91	10,43	11,11	10,44	NB	NB	2,40
	75-76	11,45	10,88	11,44	12,29	11,51	NB	NB	1,43
	76-77	13,15	12,89	12,70	13,54	13,07	NB	NB	0,77
<i>Eragrostis curvula</i> -spp.	72-73	3,88	4,21	3,48	—	3,85	NB	NB	0,88
	73-74	3,59	4,31	6,03	(9,36)	4,64	1,31	1,74	12,46**
	74-75	3,91	4,70	6,29	(10,49)	4,97	0,81	1,07	30,44**
	75-76	4,48	5,40	6,73	(11,66)	5,53	0,82	1,08	26,19**
	76-77	5,06	6,39	7,78	(12,99)	6,41	0,67	0,89	55,93**
<i>Eragrostis plana</i>	72-73	2,13	1,43	1,39	—	1,65	NB	NB	1,20
	73-74	2,68	1,91	2,03	(0,23)	2,20	NB	NB	1,19
	74-75	2,38	2,10	1,86	(0,08)	2,11	NB	NB	0,71
	75-76	2,53	2,26	2,45	(0,15)	2,41	NB	NB	0,27
	76-77	2,88	2,58	2,30	(0,14)	2,58	NB	NB	1,45
"Ander spesies"	72-73	2,66	2,91	3,11	—	2,99	NB	NB	0,35
	73-74	3,63	3,61	2,76	(0,56)	3,33	NB	NB	1,51
	74-75	4,01	3,11	2,28	(0,54)	3,13	1,08	1,43	8,86**
	75-76	4,45	3,21	2,26	(0,48)	3,31	1,57	2,08	6,65**
	76-77	5,21	3,93	2,63	(0,41)	3,92	1,73	2,29	7,65**

- LW: 1. *Eragrostis curvula*-spp. sluit *E. chloromelas*, *E. curvula* en *E. curvula* cv. Ermelo in.
 2. Bedekkingswaardes tussen hakies is nie by die statistiese ontledings ingesluit nie.

Vereiste F-waardes: P = 0,05 : 3,07
 P = 0,01 : 4,87

Tabel 23. Getransformeerde persentasie basale bedekking van *Cynodon dactylon* (Vergelykings is oor al vier behandelings getref aangesien *C. dactylon* die belangrikste indringerspesie op die persele van behandeling IV was)

Seisoen	Behandelings				Gem.	Gem. O	KBV		VV
	I	II	III	IV			P = 0,05	P = 0,01	
						%			
72-73	2,14	3,54	3,25	—	2,97	0,25	NB	NB	1,53
73-74	2,30	4,23	4,86	2,63	3,51	0,37	1,54	1,93	9,86**
74-75	2,27	4,18	4,78	3,90	3,90	0,45	NB	NB	1,98
75-76	1,93	3,86	4,65	3,91	3,59	0,38	2,27	NB	3,97*
76-77	1,86	4,03	4,39	3,42	3,43	0,36	2,33	NB	3,49*

O : Oorspronklike gemiddeldes

Transformasie : Stevens (1953) se hoektransformasie

Vereiste F-waardes : P = 0,05 : 3,07

P = 0,01 : 4,87

Tabel 24. Getransformeerde persentasie basale bedekking van die grasspesies wat betekenisvol deur bemesting as veldversterkingsmaatreël beïnvloed is

Spesies	Seisoen	Behandelings			Gem.	Gem. O	KBV		VV
		I	II	III			P = 0,05	P = 0,01	
<i>Aristida congesta</i>	72-73	2,62	3,76	3,22	3,19	0,34	NB	NB	0,82
	73-74	3,78	3,85	2,83	3,49	0,42	NB	NB	0,50
	74-75	4,42	4,50	2,26	3,72	0,44	2,24	NB	3,86*
	75-76	2,42	3,64	1,01	2,35	0,26	2,06	NB	5,57*
	76-77	3,08	3,38	1,49	2,65	2,28	1,79	NB	4,42*
<i>Elionurus muticus</i> (= <i>E. argenteus</i>)	72-73	2,86	2,48	2,00	2,44	0,24	NB	NB	0,78
	73-74	4,26	3,43	2,91	3,53	0,39	0,95	1,26	7,11**
	74-75	4,18	1,97	1,90	2,68	0,28	2,12	NB	5,10*
	75-76	4,02	3,12	1,72	2,95	0,31	2,09	NB	4,23*
	76-77	4,56	3,31	2,43	3,43	0,38	1,79	NB	4,92*
<i>Heteropogon contortus</i>	72-73	4,52	2,38	2,66	3,19	0,34	2,01	NB	4,58*
	73-74	5,53	3,22	3,44	4,06	0,49	1,88	NB	6,33*
	74-75	6,62	3,66	2,87	4,38	0,59	2,28	3,00	10,35**
	75-76	7,39	3,76	3,45	4,87	0,71	2,37	3,13	11,71**
	76-77	7,50	4,06	3,06	4,87	0,76	2,51	3,32	11,78**
<i>Microchloa caffra</i>	72-73	1,76	2,37	1,18	1,77	0,11	NB	NB	1,08
	73-74	2,75	2,31	1,26	2,11	0,16	NB	NB	2,37
	74-75	2,47	2,30	0,33	1,70	0,10	1,37	1,81	10,30**
	75-76	3,13	1,69	1,08	1,97	0,13	1,40	1,85	7,77**
	76-77	3,75	2,20	0,93	2,29	0,17	1,38	1,82	14,34**
<i>Trichoneura grandiglumis</i>	72-73	3,85	4,40	2,88	3,71	0,48	NB	NB	0,78
	73-74	5,09	4,67	2,73	4,16	0,54	NB	NB	1,96
	74-75	2,27	4,47	3,85	3,53	0,46	NB	NB	1,20
	75-76	4,81	3,38	0,68	2,96	0,36	2,80	3,70	7,69**
	76-77	5,10	3,59	0,68	3,12	0,37	2,47	3,27	11,29**

O = Oorspronklike gemiddeldes

Transformasie: Stevens (1953) se hoektransformasie

Vereiste F-waardes : P = 0,05 : 3,74

P = 0,01 : 6,51

Tabel 25. Geroteerde faktormatriks van die basale bedekking van *Eragrostis curvula*-spp., *Eragrostis plana* en die chemiese samestelling van die grond

Veranderlikes	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
Kumulatiewe persentasie eiewaardes	44,5	58,9	71,7
Eiewaardes	3,562	1,157	1,019
Faktor 1			
Magnesiumstatus van die grond (dpm)	0,8727	-0,2834	0,1926
Kaliumstatus van die grond (dpm)	0,8667	0,0597	-0,0765
Kalsiumstatus van die grond (dpm)	0,7914	-0,3985	0,2875
Weerstand van die grond (ohms/cm)	-0,5734	0,5213	-0,1895
Faktor 2			
Basale bedekking van <i>E. curvula</i> -spp. (%)	0,0993	-0,8315	-0,2344
Fosforstatus van die grond (dpm)	0,2289	-0,7826	0,2808
Faktor 3			
pH van die grond	0,0790	-0,2386	0,7254
Basale bedekking van <i>E. plana</i> (%)	0,1006	0,1587	0,6850

Tabel 26. Korrelasiematriks van die basale bedekking van *Eragrostis curvula*-spp. (Ec) *Eragrostis plana* (Ep) en die fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), pH en weerstand (R) in die grond

	Ep	P	K	Ca	Mg	pH	R
Ec	-0,070	0,489***	0,168	0,305**	0,224*	0,020	-0,3778***
	Ep	0,142	0,128	0,143	0,083	0,104	-0,121
		P	0,172	0,553***	0,462***	0,261**	-0,507***
			K	0,517***	0,597***	0,064	-0,394***
				Ca	0,937***	0,365***	-0,629***
					Mg	0,293**	-0,615***
						pH	-0,255**

Vereiste r-waardes om statisties
beduidend te wees:

P = 0,05 : 0,195

P = 0,01 : 0,254

P = 0,01 : 0,321

Tabel 27. Gemiddelde daaglikse beskikbare vars plantmateriaal, plantvog en oonddroë plantmateriaal per hektaar

Veranderlikes	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
Beskikbare vars plantmateriaal (kg/ha)	72-73	295,0	246,3	322,3	—	287,9	NB	NB	1,47	3,08	4,79
	73-74	380,8	504,1	707,5	1106,4	674,7	230,8	279,7	25,03**	2,66	3,90
	74-75	400,7	520,7	670,6	815,8	602,0	124,2	150,6	27,80**	2,64	3,89
	75-76	675,4	868,3	962,4	1477,7	996,0	170,9	207,1	57,42**	2,64	3,89
	76-77	748,3	980,1	1204,5	1851,9	1196,2	170,0	206,1	103,07**	2,64	3,89
Beskikbare plantvog (kg/ha)	72-73	138,4	123,1	164,1	—	141,9	NB	NB	1,09	3,08	4,79
	73-74	196,6	289,4	412,4	662,1	390,1	143,8	175,5	26,72**	2,66	3,90
	74-75	193,0	283,7	377,1	472,3	331,5	80,9	98,1	29,10**	2,64	3,89
	75-76	361,5	484,8	553,0	851,0	562,6	127,2	154,1	35,30**	2,64	3,89
	76-77	360,2	492,3	667,1	1030,4	637,5	117,6	142,5	80,61**	2,64	3,89
Beskikbare oonddroë plantmateriaal (kg/ha)	72-73	156,6	123,2	158,1	—	146,0	NB	NB	2,29**	3,08	4,79
	73-74	184,2	214,2	295,0	444,3	284,4	97,8	118,5	18,71**	2,66	3,90
	74-75	207,7	237,0	293,5	343,5	270,4	55,4	67,2	15,59**	2,64	3,89
	75-76	314,0	383,6	409,4	626,7	433,4	71,5	86,7	47,04**	2,64	3,89
	76-77	388,2	487,8	537,4	821,6	558,8	74,0	89,6	83,40**	2,64	3,89

Tabel 28. Gemiddelde voginhoud van die vars plantmateriaal gedurende elk van die vyf eksperimentele seisoene

Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
	I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
			%							
72-73	43,2	44,8	46,5	—	44,8	NB	NB	0,70	3,08	4,79
73-74	50,3	56,3	57,1	59,1	55,7	3,9	4,7	12,79**	2,66	3,90
74-75	49,0	53,8	55,3	56,9	53,8	4,3	5,3	8,11**	2,64	3,89
75-76	52,8	55,1	56,1	56,7	55,2	NB	NB	1,74	2,64	3,89
76-77	47,6	49,6	54,6	55,0	51,7	3,6	4,4	13,44**	2,64	3,89

Tabel 29. Seisoenale droëmateriaal en plantvog per hektaar van elke behandeling as 'n persentasie van die opbrengs van die vorige seisoen

Veranderlike/Seisoen	Behandelings .			
	I	II	III	IV
Droëmateriaal/ha	%			
72-73 - 73-74	17,6	73,8	86,6	—
73-74 - 74-75	35,3	32,8	19,3	-7,2
74-75 - 75-76	51,2	61,8	39,4	82,3
75-76 - 76-77	23,6	27,2	31,2	31,1
Plantvog/ha				
72-73 - 73-74	42,0	135,4	151,2	—
73-74 - 74-75	17,8	17,4	9,7	-14,4
74-75 - 75-76	87,3	70,8	46,7	80,2
75-76 - 76-77	-3,6	1,6	20,6	25,4

Tabel 30. Die seisoenverskille tussen droë plantmateriaalopbrengs en die voginhoud van die vars plantmateriaal

Seisoen	Behandelings			
	I	II	III	IV
			%	
1972-73	-11,6	-0,5	3,8	—
1973-74	6,7	35,4	39,8	49,0
1974-75	- 7,1	-1,9	28,4	37,5
1975-76	15,1	35,2	35,1	35,7
1976-77	- 7,2	0,1	24,1	25,4

Tabel 31a. Gemiddelde massa van die lugdroë hooi wat gedurende Fase 1 vanaf die verskillende behandelings verwyder is

Seisoen	Behandelings				Gem.
	I	II	III	IV	
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
72-73	361	496	457	(2653)	438
73-74	752	1242	1581	2846	1605
74-75	707	873	1505	2965	1513
Gem.	607	870	1181	2906	—

LW: Behandeling IV is nie gedurende 1972-73 bewei nie. Slegs een hooisnyseel is gedurende die seisoen vanaf die betrokke behandeling verwyder

Tabel 31b. Verwyderde hooi as 'n persentasie van die kumulatiewe beskikbare droëmateriaal (Hooiopbrengste is gekorrigeer vir vog deur te aanvaar dat die voginhoud daarvan gemiddeld 10 persent is)

Seisoen	Behandelings				Gem.
	I	II	III	IV	
	%	%	%	%	%
72-73	11,9	20,7	14,9	(100)	15,8
73-74	21,0	29,8	27,6	32,9	27,8
74-75	14,6	15,8	22,0	37,0	22,4
Gem.	15,8	22,1	21,5	35,0	—

Tabel 32. Gemiddelde daaglikse beskikbare plantmateriaal per 100 kg liggaamsmassa

Veranderlikes	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
Vars materiaal (kg/100 kg)	72-73	14,63	6,37	6,35	—	9,12	3,32	4,15	23,32**	3,08	4,79
	73-74	21,26	14,33	14,67	15,17	16,36	6,01	7,28	3,95**	2,66	3,90
	74-75	20,72	13,33	13,10	10,39	14,39	3,05	3,69	27,91**	2,64	3,89
	75-76	15,73	16,22	16,29	16,31	16,14	NB	NB	0,24	2,64	3,89
	76-77	15,82	16,18	16,28	16,64	16,23	NB	NB	1,51	2,64	3,89
Droëmateriaal (kg/100 kg)	72-73	7,78	3,19	3,13	—	4,70	1,42	1,79	39,33**	3,08	4,79
	73-74	10,27	6,09	6,13	6,10	7,15	2,60	3,15	8,46**	2,66	3,90
	74-75	10,73	6,04	5,70	4,35	6,71	1,55	1,88	42,20**	2,64	3,89
	75-76	7,39	7,19	7,11	7,09	7,20	NB	NB	0,19	2,64	3,89
	76-77	8,28	8,12	7,35	7,43	7,80	0,60	0,73	8,12**	2,64	3,89
Plantvog (kg/100 kg)	72-73	6,85	3,17	3,22	—	4,41	2,00	2,51	12,48**	3,08	4,79
	73-74	11,00	8,23	8,54	9,07	9,21	NB	NB	1,58	2,66	3,90
	74-75	10,00	7,29	7,39	6,04	7,68	1,79	2,16	11,46**	2,64	3,89
	75-76	8,34	9,03	9,18	9,22	8,94	NB	NB	1,13	2,64	3,89
	76-77	7,55	8,06	8,93	9,21	8,44	0,99	1,21	7,83**	2,64	3,89

Tabel 33. Chemiese samenstelling van vertegenwoordigende grypmonsters van die plantmateriaal

Veranderlikes	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
Stikstof (%)	72-73	1,12	1,33	1,40	—	1,28	0,18	0,22	8,88**	3,08	4,79
	73-74	1,15	1,44	1,56	1,76	1,48	0,19	0,23	23,65**	2,66	3,90
	74-75	1,12	1,36	1,54	1,61	1,41	0,27	0,33	8,69**	2,64	3,89
	75-76	1,07	1,35	1,45	1,41	1,32	0,17	0,20	14,04**	2,64	3,89
	76-77	1,00	1,24	1,43	1,49	1,29	0,17	0,20	23,07**	2,64	3,89
Fosfor (%)	72-73	0,12	0,14	0,14	—	0,13	0,02	0,03	3,64**	3,08	4,79
	73-74	0,14	0,17	0,17	0,17	0,16	0,02	0,03	6,77**	2,66	3,90
	74-75	0,13	0,17	0,19	0,17	0,17	0,01	0,02	23,46**	2,64	3,89
	75-76	0,12	0,16	0,17	0,16	0,15	0,01	0,02	27,69**	2,64	3,89
	76-77	0,11	0,14	0,16	0,16	0,14	0,01	0,02	39,18**	2,64	3,89
Kalium (%)	72-73	0,58	0,67	0,77	—	0,67	0,16	0,19	4,68**	3,08	4,79
	73-74	0,76	0,99	1,06	1,10	0,98	0,16	0,19	11,32**	2,66	3,90
	74-75	0,78	1,02	1,08	1,06	0,99	0,14	0,16	13,88**	2,64	3,89
	75-76	0,73	0,91	0,98	0,90	0,88	0,14	0,16	8,13**	2,64	3,89
	76-77	0,66	0,85	1,00	0,94	0,86	0,13	0,16	17,41**	2,64	3,89
Kalsium (%)	72-73	0,28	0,27	0,27	—	0,27	NB	NB	0,25	3,08	4,79
	73-74	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	NB	NB	0,71	2,66	3,90
	74-75	0,28	0,31	0,33	0,28	0,30	0,03	0,04	5,72**	2,64	3,89
	75-76	0,26	0,30	0,29	0,22	0,27	0,02	0,03	26,56**	2,64	3,89
	76-77	0,26	0,29	0,30	0,25	0,28	0,02	0,03	16,79**	2,64	3,89
Magnesium (%)	72-73	0,082	0,087	0,090	—	0,086	NB	NB	0,88	3,08	4,79
	73-74	0,068	0,078	0,082	0,091	0,080	0,011	0,013	10,44**	2,66	3,90
	74-75	0,098	0,109	0,115	0,113	0,109	NB	NB	1,82	2,64	3,89
	75-76	0,072	0,090	0,089	0,079	0,083	0,014	0,017	4,75**	2,64	3,89
	76-77	0,066	0,076	0,087	0,076	0,076	0,013	0,016	5,45**	2,64	3,89
Ru-vesel (%)	72-73	32,7	32,6	32,5	—	32,6	NB	NB	0,06	3,08	4,79
	73-74	33,0	32,9	32,4	32,3	32,6	1,39	NB	2,64*	2,66	3,90
	74-75	33,4	31,9	31,8	32,4	32,4	1,60	NB	2,75*	2,64	3,89
	75-76	33,3	32,6	32,6	34,5	33,3	1,13	1,36	8,34**	2,64	3,89
	76-77	32,4	31,6	31,5	32,8	32,1	0,89	1,07	6,64**	2,64	3,89
TVV (%)	72-73	55,6	56,0	56,4	—	56,0	NB	NB	1,37	3,08	4,79
	73-74	55,4	56,2	56,7	57,2	56,4	1,2	1,4	5,04**	2,66	3,90
	74-75	55,0	56,6	57,0	56,7	56,3	1,4	1,7	4,78**	2,64	3,89
	75-76	55,0	56,2	56,3	54,8	55,6	1,2	1,4	5,11**	2,64	3,89
	76-77	55,5	56,7	57,1	56,3	56,4	0,8	1,0	7,88**	2,64	3,89
VE (MJ/kg)	72-73	10,2	10,3	10,4	—	10,3	NB	NB	1,37	3,08	4,79
	73-74	10,2	10,3	10,4	10,5	10,4	0,2	0,3	5,04**	2,66	3,90
	74-75	10,1	10,4	10,5	10,4	10,3	0,3	0,3	4,78**	2,64	3,89
	75-76	10,1	10,3	10,3	10,1	10,2	0,2	0,3	5,11**	2,64	3,89
	76-77	10,2	10,4	10,5	10,3	10,4	0,1	0,2	7,88**	2,64	3,89

Tabel 34. Invloed van die proefbehandelings op die onderlinge verhoudings tussen N, P, K en Mg in die plantmateriaal

Verhoudings		Seisoene				
		72-73	73-74	74-75	75-76	76-77
N/P	Gem.	10,17	9,46	8,82	8,71	9,13
	VV	1,74	3,24*	1,25	1,79	1,08
N/K	Gem.	2,22	1,61	1,48	1,56	1,56
	VV	0,18	0,51	0,51	0,47	0,47
N/Mg	Gem.	16,1	19,1	14,8	17,4	18,8
	VV	1,21	2,38	0,70	2,22	1,68
K/P	Gem.	5,29	6,04	6,03	5,75	6,00
	VV	2,21	4,39**	1,32	1,66	0,38
P/Mg	Gem.	1,66	2,13	1,72	2,02	2,11
	VV	0,59	1,06	1,40	2,51	1,13
K/Mg	Gem.	8,06	12,49	10,38	11,31	12,44
	VV	0,89	2,41	0,45	1,40	0,81
Vereiste F-waardes: P=0,05		3,08	2,66	2,64	2,64	2,64
P=0,01		4,79	3,90	3,89	3,89	3,89

Tabel 35. Gemiddelde K/ (Ca + Mg) -verhoudings van die plantmateriaal op die verskillende proefbehandelings

Seisoen	Behandelings				Gem.
	I	II	III	IV	
72-73	1,60	1,87	2,14	—	1,87
73-74	2,32	3,02	3,10	3,23	2,92
74-75	2,06	2,43	2,43	2,70	2,41
76-77	1,82	2,32	2,58	2,88	2,40

Tabel 36. Invloed van intensivering op die onderlinge verhoudings tussen kalsium en die ander voedingstowwe (N, P, K en Mg) in die plantmateriaal

Verhoudings	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
N/CA	72-73	4,10	5,04	5,37	—	4,84	0,71	0,93	9,69**	3,08	4,79
	73-74	4,65	5,86	6,27	7,28	6,02	0,79	1,05	20,57**	2,66	3,90
	74-75	4,36	5,00	5,27	6,02	5,16	NB	NB	2,61	3,64	3,89
	75-76	4,29	4,61	5,09	6,36	5,08	0,59	0,79	25,61**	2,64	3,89
	76-77	3,98	4,38	4,89	5,89	4,79	0,59	0,78	21,60**	2,64	3,89
Ca/P	72-73	2,51	2,08	2,18	—	2,26	0,42	NB	3,16*	3,08	4,79
	73-74	2,00	1,60	1,54	1,53	1,67	0,31	0,41	5,56**	2,66	3,90
	74-75	2,32	1,89	1,78	1,66	1,91	0,27	0,36	11,93**	2,64	3,89
	75-76	2,16	1,91	1,71	1,46	1,81	0,19	0,25	26,98**	2,64	3,89
	76-77	2,42	2,05	1,85	1,63	1,99	0,17	0,23	40,14**	2,64	3,89
K/Ca	72-73	2,10	2,48	2,85	—	2,48	0,56	0,73	4,99**	3,08	4,79
	73-74	3,07	4,01	4,26	4,66	4,00	0,70	0,93	10,15**	2,66	3,90
	74-75	2,96	3,64	3,53	3,89	3,51	0,68	NB	3,59*	2,64	3,89
	75-76	2,92	3,10	3,39	4,02	3,36	0,43	0,57	13,65**	2,64	3,89
	76-77	2,61	2,92	3,38	3,76	3,17	0,39	0,52	18,08**	2,64	3,89
Ca/Mg	72-73	3,72	3,38	3,11	—	3,40	0,42	0,55	5,94**	3,08	4,79
	73-74	3,98	3,37	3,26	2,84	3,36	0,49	0,66	9,74**	2,66	3,90
	74-75	3,32	3,12	3,14	2,63	3,05	0,54	NB	3,21*	2,64	3,89
	75-76	3,84	3,70	3,51	3,01	3,52	0,55	0,72	4,85**	2,64	3,89
	76-77	4,77	4,25	3,68	3,63	4,08	0,96	NB	3,41*	2,64	3,89

Tabel 37. Onderlinge verhoudings tussen N, P, K, Ca en Mg in die plantmateriaal uitgedruk as 'n persentasie van die totale konsentrasie daarvan

Seisoen	Behandeling	Veranderlikes					TK
		R %N	R %P	R %K	R %Ca	R %Mg	
72-73	I	51,3	5,5	26,6	12,8	3,8	2,182
	II	53,3	5,6	26,8	10,8	3,5	2,487
	III	52,4	5,2	28,8	10,1	3,4	2,670
73-74	I	48,4	5,9	32,0	10,9	2,9	2,378
	II	49,2	5,8	33,8	8,5	2,7	2,928
	III	49,8	5,4	33,8	8,3	2,6	3,132
	IV	52,2	5,0	32,6	7,4	2,7	3,371
74-75	I	46,5	5,4	32,3	11,6	4,1	2,408
	II	45,8	5,7	34,4	10,4	3,6	2,969
	III	47,3	5,8	33,2	10,1	3,5	3,255
	IV	49,7	5,2	32,8	8,7	3,5	3,233
75-76	I	47,5	5,3	32,5	11,5	3,2	2,252
	II	48,0	5,6	32,3	10,7	3,2	2,810
	III	48,7	5,7	32,8	9,7	2,9	2,979
	IV	50,9	5,8	32,5	7,9	2,9	2,769
76-77	I	47,7	5,2	31,5	12,4	3,1	2,096
	II	47,7	5,4	32,7	11,2	2,9	2,596
	III	48,0	5,4	33,6	10,1	2,9	2,977
	IV	51,1	5,5	32,2	8,6	2,6	2,916
Gem.	—	49,2	5,5	32,0	11,1	3,2	2,758
SA	—	2,12	0,25	2,18	1,53	0,43	0,3787

R %N : Relatiewe persentasie stikstof

R %P : Relatiewe persentasie fosfor

R %K : Relatiewe persentasie kalium

R %Ca : Relatiewe persentasie kalsium

R %Mg : Relatiewe persentasie magnesium

TK : Totale konsentrasie (%N + %P + %K + %Ca + %Mg)

Tabel 38. Regressieverwantskap tussen die beskikbare droë plantmateriaal per hektaar (X) en die verskillende voedingstowwe in die plantmateriaal per oppervlakte-eenheid (Y)

Veranderlikes	Seisoen	Behandelings			
		I	II	III	IV
Stikstof	73-74	$Y=0,011X + 0,070$ ($r=0,903$)	$Y=0,013X + 0,236$ ($r=0,961$)	$Y=0,011X + 1,159$ ($r=0,899$)	$Y=0,010X + 3,023$ ($r=0,761$)
	74-75	$Y=0,008X + 0,621$ ($r=0,714$)	$Y=0,009X + 0,811$ ($r=0,721$)	$Y=0,012X + 0,879$ ($r=0,576$)	$Y=0,015X + 0,161$ ($r=0,662$)
	75-76	$Y=0,010X + 0,161$ ($r=0,864$)	$Y=0,010X + 1,308$ ($r=0,717$)	$Y=0,010X + 1,646$ ($r=0,624$)	$Y=0,010X + 2,312$ ($r=0,655$)
	76-77	$Y=0,011X + 0,328$ ($r=0,328$)	$Y=0,012X + 0,353$ ($r=0,776$)	$Y=0,015X - 0,343$ ($r=0,764$)	$Y=0,011X + 2,872$ ($r=0,466$)
Fosfor	73-74	$Y=0,001X + 0,073$ ($r=0,911$)	$Y=0,002X - 0,045$ ($r=0,986$)	$Y=0,002X - 0,082$ ($r=0,943$)	$Y=0,001X + 0,284$ ($r=0,917$)
	74-75	$Y=0,001X + 0,061$ ($r=0,777$)	$Y=0,002X + 0,029$ ($r=0,897$)	$Y=0,002X - 0,042$ ($r=0,862$)	$Y=0,003X + 0,027$ ($r=0,871$)
	75-76	$Y=0,001X + 0,059$ ($r=0,851$)	$Y=0,001X + 0,209$ ($r=0,849$)	$Y=0,002X + 0,062$ ($r=0,752$)	$Y=0,001X + 0,130$ ($r=0,789$)
	76-77	$Y=0,001X - 0,034$ ($r=0,794$)	$Y=0,002X - 0,054$ ($r=0,840$)	$Y=0,002X + 0,012$ ($r=0,829$)	$Y=0,001X + 1,916$ ($r=0,729$)
Kalium	73-74	$Y=0,007X + 0,094$ ($r=0,835$)	$Y=0,012X - 0,325$ ($r=0,957$)	$Y=0,011X - 0,054$ ($r=0,899$)	$Y=0,010X + 0,587$ ($r=0,835$)
	74-75	$Y=0,006X + 0,325$ ($r=0,736$)	$Y=0,007X + 0,599$ ($r=0,771$)	$Y=0,009X + 0,468$ ($r=0,697$)	$Y=0,011X - 0,077$ ($r=0,879$)
	75-76	$Y=0,007X + 0,049$ ($r=0,733$)	$Y=0,004X + 1,775$ ($r=0,441$)	$Y=0,008X + 0,049$ ($r=0,563$)	$Y=0,007X + 0,761$ ($r=0,703$)
	76-77	$Y=0,008X - 0,578$ ($r=0,677$)	$Y=0,009X - 0,489$ ($r=0,701$)	$Y=0,011X - 0,596$ ($r=0,684$)	$Y=0,008X + 1,003$ ($r=0,619$)
Kalsium	73-74	$Y=0,002X + 0,097$ ($r=0,932$)	$Y=0,002X + 0,098$ ($r=0,992$)	$Y=0,003X - 0,127$ ($r=0,962$)	$Y=0,002X + 0,129$ ($r=0,926$)
	74-75	$Y=0,003X - 0,041$ ($r=0,853$)	$Y=0,004X - 0,106$ ($r=0,909$)	$Y=0,003X + 0,070$ ($r=0,815$)	$Y=0,002X + 0,122$ ($r=0,839$)
	75-76	$Y=0,003X - 0,135$ ($r=0,893$)	$Y=0,003X + 0,145$ ($r=0,854$)	$Y=0,003X - 0,108$ ($r=0,757$)	$Y=0,002X + 0,116$ ($r=0,843$)
	76-77	$Y=0,002X + 0,190$ ($r=0,761$)	$Y=0,003X - 0,079$ ($r=0,872$)	$Y=0,003X - 0,027$ ($r=0,872$)	$Y=0,002X + 0,109$ ($r=0,868$)
Magnesium	73-74	$Y=0,001X - 0,058$ ($r=0,840$)	$Y=0,001X - 0,049$ ($r=0,948$)	$Y=0,001X - 0,056$ ($r=0,923$)	$Y=0,000X + 0,025$ ($r=0,878$)
	74-75	$Y=0,001X + 0,037$ ($r=0,623$)	$Y=0,001X + 0,049$ ($r=0,673$)	$Y=0,001X + 0,033$ ($r=0,525$)	$Y=0,001X + 0,080$ ($r=0,684$)
	75-76	$Y=0,001X - 0,089$ ($r=0,681$)	$Y=0,001X + 0,025$ ($r=0,555$)	$Y=0,001X - 4,279$ ($r=0,583$)	$Y=0,001X + 0,058$ ($r=0,691$)
	76-77	$Y=0,001X - 0,048$ ($r=0,575$)	$Y=0,009X - 0,075$ ($r=0,657$)	$Y=0,001X - 0,026$ ($r=0,670$)	$Y=0,001X - 0,017$ ($r=0,601$)
Vesel	73-74	$Y=0,330X + 0,004$ ($r=0,996$)	$Y=0,356X - 4,645$ ($r=0,997$)	$Y=0,350X - 6,427$ ($r=0,988$)	$Y=0,357X - 13,71$ ($r=0,989$)
	74-75	$Y=0,335X + 0,151$ ($r=0,976$)	$Y=0,334X - 2,670$ ($r=0,985$)	$Y=0,313X + 1,276$ ($r=0,970$)	$Y=0,323X + 0,419$ ($r=0,965$)
	75-76	$Y=0,322X + 0,389$ ($r=0,980$)	$Y=0,338X + 4,177$ ($r=0,984$)	$Y=0,331X - 1,465$ ($r=0,959$)	$Y=0,367X - 12,35$ ($r=0,982$)
	76-77	$Y=0,326X - 0,655$ ($r=0,985$)	$Y=0,323X - 3,121$ ($r=0,983$)	$Y=0,292X + 11,75$ ($r=0,971$)	$Y=0,350X - 17,59$ ($r=0,973$)

Tabel 39. Kumulatiewe opbrengs van verskillende plantvoedingstowwe per hektaar per jaar

	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
Stikstof (kg/ha)	72-73	29,9	28,2	37,8	—	31,9	9,6	NB	3,08*	3,08	4,79
	73-74	36,7	52,9	77,1	130,7	74,4	20,5	27,3	43,91**	2,66	3,90
	74-75	45,9	63,6	92,4	115,0	79,2	19,8	26,3	26,27**	2,64	3,89
	75-76	69,3	106,4	121,3	178,7	118,9	19,9	26,5	56,84**	2,64	3,89
	76-77	81,7	126,5	162,2	253,6	156,0	28,5	37,8	72,06**	2,64	3,89
Fosfor (kg/ha)	72-73	3,27	3,05	3,89	—	3,40	NB	NB	1,37	3,08	4,79
	73-74	4,50	6,70	8,89	12,75	8,21	2,72	3,62	18,33**	2,66	3,90
	74-75	5,35	8,32	11,45	12,43	9,39	1,88	2,50	31,99**	2,64	3,89
	75-76	7,83	12,45	14,69	20,56	13,88	2,29	3,04	58,56**	2,64	3,89
	76-77	8,94	14,72	18,40	27,17	17,31	2,61	3,47	94,07**	2,64	3,89
Kalium (kg/ha)	72-73	17,3	15,4	23,3	—	18,7	7,9	NB	3,71*	3,08	4,79
	73-74	24,2	39,3	55,8	85,8	51,3	18,4	24,5	22,55**	2,66	3,90
	74-75	32,1	48,5	65,3	76,7	55,7	11,7	15,6	30,29**	2,64	3,89
	75-76	47,2	70,6	83,2	115,1	79,0	15,1	20,0	38,76**	2,64	3,89
	76-77	54,1	86,9	113,9	161,5	104,1	20,1	26,8	55,80**	2,64	3,89
Kalsium (kg/ha)	72-73	7,76	5,83	7,82	—	7,14	NB	NB	2,49	3,08	4,79
	73-74	8,14	9,21	13,27	18,91	12,38	3,95	5,25	16,77**	2,66	3,90
	74-75	12,46	15,83	19,97	20,06	17,08	3,73	4,96	10,55**	2,64	3,89
	75-76	16,95	23,66	25,06	29,16	23,71	4,01	5,33	17,55**	2,64	3,89
	76-77	20,82	29,62	33,50	43,61	31,89	4,47	5,95	48,93**	2,64	3,89
Magnesium (kg/ha)	72-73	2,25	1,80	2,56	—	2,20	NB	NB	2,71	3,08	4,79
	73-74	2,21	2,89	4,18	7,06	4,09	1,37	1,82	26,98**	2,66	3,90
	74-75	4,10	5,30	6,87	7,94	6,05	1,39	1,85	16,29**	2,64	3,89
	75-76	4,73	7,19	7,69	10,27	7,47	1,67	2,22	20,29**	2,64	3,89
	76-77	5,46	7,87	9,83	13,03	9,05	1,91	2,54	30,75**	2,64	3,89
Ru-vesel (kg/ha)	72-73	902	718	901	—	840	NB	NB	1,84	3,08	4,79
	73-74	1064	1253	1695	2537	1637	555	738	15,29**	2,66	3,90
	74-75	1465	1604	1956	2337	1841	355	472	13,26**	2,64	3,89
	75-76	2194	2634	2811	4573	3053	492	654	49,61**	2,64	3,89
	76-77	2645	3243	3538	5677	3776	471	626	86,36**	2,64	3,89

Tabel 40. Relatiewe seisoenale opbrengste per hektaar van oonddroë plantmateriaal (DM) en plantvoedingstowwe as 'n persentasie van die kontrole

Behandeling	Seisoen	Veranderlikes						
		DM	N	P	K	Ca	Mg	Ruvel
Behandeling I		Kontrole = 100						
Behandeling II	72-73	79	94	93	89	75	80	78
	73-74	116	144	149	162	113	131	118
	74-75	114	139	156	151	127	129	109
	75-76	122	154	159	150	139	152	120
	76-77	126	155	165	161	142	145	123
Behandeling III	72-73	101	126	119	135	101	114	100
	73-74	160	210	198	230	163	189	159
	74-75	141	201	214	203	160	168	134
	75-76	130	175	187	176	148	163	128
	76-77	138	199	206	211	161	180	134
Behandeling IV	73-74	241	356	283	354	232	319	238
	74-75	165	250	232	238	161	194	160
	75-76	200	258	262	244	172	217	208
	76-77	212	310	304	299	209	239	215

Tabel 41. Inkrementele opbrengsttoenames tussen proefbehandelings ten opzichte van oonddroë plantmateriaal (DM) en verschillende plantvoedingstowwe

Toenames tussen behandelings:	Seisoen	Veranderlikes						
		DM	N	P	K	Ca	Mg	Ruvel
		%						
I en II	72-73	-21 NB	-6 NB	-7 NB	-11 NB	-25 NB	-20 NB	-22 NB
	73-74	16 NB	44 NB	49 NB	62 NB	13 NB	31 NB	18 NB
	74-75	14 NB	39 NB	56 **	51 **	27 NB	29 NB	9 NB
	75-76	22 NB	54 **	59 **	50 **	39 **	52 **	20 NB
	76-77	26 **	55 **	65 **	61 **	42 **	45 *	23 *
II en III	72-73	28 NB	34 *	28 NB	51 *	34 NB	42 NB	25 NB
	73-74	38 NB	46 *	33 NB	42 NB	44 *	45 NB	35 NB
	74-75	24 *	45 **	38 **	35 **	26 *	30 *	22 NB
	75-76	7 NB	14 NB	18 NB	18 NB	6 NB	7 NB	7 NB
	76-77	10 NB	28 *	25 *	32 **	13 NB	25 *	9 NB
III en IV	73-74	51 **	70 **	43 **	54 **	43 **	69 **	50 **
	74-75	17 NB	24 *	9 NB	17 NB	1 NB	16 NB	19 *
	75-76	53 **	47 **	40 **	38 **	16 *	34 **	63 **
	76-77	53 **	56 **	48 **	43 **	30 **	33 **	60 **

Tabel 42. Seisoenale en kumulatiewe herwinning van stikstof en fosfor in die plantmateriaal

Behandelings	Seisoen	Seisoenale herwinning						Kumulatiewe herwinning					
		Stikstof			Fosfor			Stikstof			Fosfor		
		BP kg/ha	AO kg/ha	%H	BP kg/ha	AO kg/ha	%H	BP kg/ha	AO kg/ha	%H	BP kg/ha	AO kg/ha	%H
II	72-73	40	-1,7	—	15	-0,22	—	40	—	—	15	—	—
	73-74	50	16,2	32,4	15	2,20	14,7	90	16,2	18,0	30	2,20	7,3
	74-75	50	17,7	35,4	15	2,97	19,8	140	33,9	24,2	45	5,17	11,5
	75-76	50	37,1	74,2	15	4,62	30,8	190	71,0	37,4	60	9,79	16,3
	76-77	50	44,8	89,6	15	5,78	38,5	240	115,8	48,3	75	15,57	20,8
III	72-73	80	7,9	9,9	30	0,62	2,1	80	7,9	9,9	30	0,62	2,1
	73-74	100	40,4	40,4	30	4,39	14,6	180	48,3	26,8	60	5,01	8,4
	74-75	100	46,5	46,5	30	6,10	20,3	280	94,8	33,9	90	11,11	12,3
	75-76	100	52,0	52,0	30	6,86	22,8	380	146,8	38,6	120	17,97	14,9
	76-77	100	80,5	80,5	30	9,46	31,5	480	227,3	47,3	150	27,43	18,2
IV	73-74	150	94,0	62,6	45	8,25	18,3	200	94,0	47,0	105	9,49	9,0
	74-75	150	69,1	46,1	45	7,08	15,7	350	163,1	46,6	150	16,57	11,0
	75-76	150	109,4	72,9	45	12,73	28,3	500	272,5	54,5	195	29,30	15,0
	76-77	150	171,9	114,6	45	18,23	40,5	650	444,4	68,4	245	47,53	19,4

BP : Bemestingspeil

AO : Addisionele opbrengs = (Behandelingsopbrengs - kontroleopbrengs)

%H : Persentasie herwinning

Tabel 43. Gemiddelde daaglikse beskikbare plantvoedingstowwe per liggaamsmassa-eenheid

	Seisoen	Behandeling				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
Stikstof (g/100kg)	72-73	85	42	43	—	57	17	21	23,86**	3,08	4,79
	73-74	117	86	91	102	99	NB	NB	2,32	2,66	3,90
	74-75	113	77	86	69	86	22	26	10,15**	2,64	3,89
	75-76	78	95	99	95	92	14	18	5,50**	2,64	3,89
	76-77	82	100	104	110	99	14	17	10,13**	2,64	3,89
Fosfor (g/100kg)	72-73	9	5	4	—	6	2	3	17,78**	3,08	4,79
	73-74	14	11	10	10	11	NB	NB	2,21	2,66	3,90
	74-75	13	10	11	8	11	2	3	10,67**	2,64	3,89
	75-76	9	11	12	11	11	2	2	7,16**	2,64	3,89
	76-77	9	12	12	12	11	1	1	24,59**	2,64	3,89
Kalium (g/100kg)	72-73	48	23	26	—	32	14	18	10,60**	3,08	4,79
	73-74	77	64	66	67	69	NB	NB	0,54	2,66	3,90
	74-75	78	59	61	46	61	14	17	11,53**	2,64	3,89
	75-76	53	64	67	60	61	11	NB	3,68*	2,64	3,89
	76-77	54	67	72	69	66	9	10	11,34**	2,64	3,89
Kalsium (g/100kg)	72-73	22	9	9	—	13	5	6	31,30**	3,08	4,79
	73-74	26	15	16	15	18	7	8	8,51**	2,66	3,90
	74-75	31	19	19	12	20	6	7	24,69**	2,64	3,89
	75-76	19	21	21	15	19	4	5	8,30**	2,64	3,89
	76-77	21	23	22	19	21	2	3	7,67**	2,64	3,89
Magnesium (g/100kg)	72-73	6,4	2,8	2,9	—	4,0	1,8	2,3	23,41**	3,08	4,79
	73-74	7,0	4,8	4,9	5,6	5,6	2,1	NB	3,15*	2,66	3,96
	74-75	10,2	6,5	6,4	4,9	7,0	2,1	2,5	15,13**	2,64	3,89
	75-76	5,6	6,5	6,4	5,6	6,0	NB	NB	1,22	2,64	3,89
	76-77	5,5	6,2	6,4	5,6	5,9	NB	NB	1,91	2,64	3,89
Ru-vesel (kg/100kg)	72-73	2,56	1,06	1,02	—	1,55	0,49	0,61	36,72**	3,08	4,79
	73-74	3,39	2,04	2,01	2,00	2,36	0,90	1,10	7,62**	2,66	3,90
	74-75	1,62	1,95	1,81	1,41	1,70	NB	NB	2,55	2,64	3,89
	75-76	2,46	2,35	2,33	2,47	2,40	NB	NB	0,44	2,64	3,89
	76-77	2,68	2,56	2,32	2,44	2,50	0,20	0,25	7,70**	2,64	3,89
TVV (kg/100kg)	72-73	4,31	1,77	1,76	—	2,61	0,78	0,98	39,83**	3,08	3,79
	73-74	5,69	3,39	3,44	3,45	3,99	1,40	1,71	8,45**	2,66	3,90
	74-75	5,86	3,40	3,36	2,46	3,77	0,88	1,07	36,40**	2,64	3,89
	75-76	4,07	4,04	3,99	3,88	4,00	NB	NB	0,25	2,64	3,89
	76-77	4,60	4,60	4,19	4,18	4,39	0,34	0,41	6,57**	2,64	3,89
VE(MJ/100kg)	72-73	79	33	32	—	48	14	18	39,83**	3,08	4,79
	73-74	105	62	63	63	73	26	31	8,45**	2,66	3,90
	74-75	108	63	62	45	69	16	20	36,40**	2,64	3,89
	75-76	75	74	73	71	74	NB	NB	0,25	2,64	3,89
	76-77	85	85	77	77	81	6	8	6,47**	2,64	3,89

Tabel 44. Relatiewe beskikbare plantvoedingstowwe (asook droëmateriaal -DM) per liggaamsmassa-eenheid as 'n persentasie van die kontrolegemiddeldes

Behandelings	Seisoen	Veranderlikes							
		DM	N	P	K	Ca	Mg	Ruvesel	TVV/VE
Behandeling I		Kontrole = 100							
Behandeling II	72-73	41	49	56	48	41	44	41	41
	73-74	59	74	79	83	58	69	60	60
	74-75	56	68	77	76	61	64	120	58
	75-76	97	122	122	121	111	116	96	99
	76-77	98	122	133	124	110	113	96	100
Behandeling III	72-73	40	51	44	54	41	45	40	41
	73-74	60	78	71	86	62	70	59	60
	74-75	53	76	85	78	61	63	112	57
	75-76	96	127	133	126	111	114	95	98
	76-77	89	127	133	133	105	116	87	91
Behandeling IV	73-74	59	87	71	87	58	80	59	61
	74-75	41	61	62	59	39	48	87	42
	75-76	96	122	122	113	79	100	100	95
	76-77	90	134	133	128	90	102	91	91

Tabel 45. Gemiddelde daaglikse beraamde voerinnam van die proefdiere, geskatte benutting van beskikbare plantmateriaal en die oënskynlike inname van plantmateriaal as 'n persentasie van die totale voerinnam

Seisoen	Behandeling	Proefdiere		Beraamde inname				Benutting van beskikbare DM	WI as % van TDMI
		Massa	Melkproduksie	TDMI	Kragvoer	Lek	WI		
		kg/dier	kg/dag	g/100kg	g/100kg	g/100kg	g/100kg	%	%
1972-73	I	504	11,28	2 653	769	14	1 870	24,0	70,5
	II	484	11,04	2 663	749	12	1 902	59,6	71,4
	III	457	11,17	2 629	739	13	1 877	59,9	71,4
1973-74	I	427	9,95	2 663	907	24	1 732	16,9	65,0
	II	422	10,36	2 707	918	19	1 770	29,1	65,4
	III	427	10,68	2 711	907	23	1 781	29,1	65,7
	IV	432	10,14	2 679	897	22	1 760	28,9	65,7
1974-75	I	461	12,15	2 751	922	20	1 809	16,9	65,8
	II	468	13,22	2 799	908	17	1 874	31,0	66,9
	III	457	12,92	2 800	930	17	1 853	32,5	66,2
	IV	463	12,93	2 783	918	21	1 844	42,4	66,3
1975-76	I	473	8,54	2 604	—	19	2 585	35,0	99,3
	II	490	9,63	2 646	—	27	2 619	36,4	99,0
	III	482	9,66	2 652	—	30	2 622	36,9	98,9
	IV	471	8,18	2 570	—	27	2 543	35,9	98,9
1976-77	I	442	9,20	2 606	—	16	2 590	31,4	99,4
	II	472	10,50	2 644	—	21	2 623	32,3	99,2
	III	470	11,08	2 677	—	16	2 661	36,2	99,4
	IV	458	9,96	2 633	—	17	2 616	35,2	99,4

TDMI : Totale droëmateriaalinname = (Kragvoerinnam + lekinname + WI)

WI : Weidingsinnam (die inname van plantmateriaal alleenlik)

Tabel 46. Gemiddelde daaglikse innames van sout- en dikalsiumfosfaat en die beraamde P- en Ca-bydraes daarvan per 100 kg liggaamsmassa tot die dieet van die proefdiere

	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
Lekinname	72-73	13,8	11,6	12,9	—	12,8	NB	NB	0,38	3,10	4,82
P-inname		1,2	1,0	1,2	—	1,1					
Ca-inname		1,6	1,3	1,5	—	1,5					
Lekinname	73-74	24,3	18,8	22,8	22,3	22,1	NB	NB	1,38	2,67	3,91
P-inname		2,2	1,7	2,1	2,0	2,0					
Ca-inname		2,8	2,2	2,6	2,6	2,6					
Lekinname	74-75	20,2	17,4	16,7	20,9	18,8	NB	NB	1,73	2,66	3,90
P-inname		1,8	1,6	1,5	1,9	1,7					
Ca-inname		2,3	2,0	1,9	2,4	2,2					
Lekinname	75-76	18,8	26,5	29,5	26,9	25,4	6,9	8,4	5,91**	2,66	3,89
P-inname		1,7	2,4	2,7	2,4	2,3					
Ca-inname		2,2	3,0	3,4	3,1	2,9					
Lekinname	76-77	15,6	20,9	15,5	16,7	17,2	3,8	4,6	5,93**	2,66	3,89
P-inname		1,4	1,9	1,4	1,5	1,6					
Ca-inname		1,8	2,4	1,8	1,9	2,0					

LW: Die lek bevat ongeveer 9 persent fosfor en 11,5 persent kalsium

Tabel 47. Beraamde samestelling van die volle dieet, asook die totale benutbare voedingstowwe per 100 kg liggaamsmassa in die dieet

Seisoen	Beh.	Samestelling van die totale dieet						Benutbare voedingstowwe per 100 kg					
		TRP	VRP	TVV	VE	Ca	P	TRP	VRP	TVV	VE	Ca	P
		%	%	%	MJ/kg	%	%	g/100kg	g/100kg	g/100kg	MJ/100kg	g/100kg	g/100kg
1972-73	I	8,76	5,58	61,7	11,3	0,27	0,24	232	148	1638	30,1	7,3	6,3
	II	9,65	6,40	61,9	11,4	0,26	0,24	257	171	1647	30,3	6,9	6,5
	III	9,96	6,70	62,1	11,4	0,27	0,25	262	176	1633	30,0	7,0	6,5
1973-74	I	9,17	6,08	62,5	11,5	0,29	0,29	244	162	1665	30,6	7,8	7,9
	II	10,36	7,20	63,1	11,6	0,26	0,30	280	195	1709	31,4	7,1	8,1
	III	10,82	7,63	63,3	11,6	0,29	0,31	293	207	1715	31,5	7,8	8,5
	IV	11,64	8,41	63,6	11,7	0,28	0,31	312	225	1705	31,3	7,5	8,3
1974-75	I	9,03	5,93	62,2	11,4	0,29	0,27	248	163	1712	31,5	7,9	7,6
	II	9,97	6,80	63,1	11,6	0,30	0,29	279	190	1767	32,5	8,3	8,1
	III	10,75	7,56	63,6	11,7	0,31	0,29	301	212	1779	32,7	8,6	8,1
	IV	11,02	7,81	63,2	11,6	0,29	0,30	307	217	1759	32,3	8,1	8,2
1975-76	I	6,64	3,03	54,6	10,0	0,34	0,18	173	79	1422	26,1	8,9	4,8
	II	8,35	4,66	55,6	10,2	0,41	0,23	221	123	1472	27,1	11,0	6,1
	III	8,96	5,25	55,7	10,2	0,42	0,27	238	139	1476	27,1	11,1	7,2
	IV	8,72	5,01	54,2	10,0	0,34	0,25	224	129	1394	25,6	8,7	6,5
1976-77	I	6,21	2,62	55,2	10,1	0,32	0,16	162	68	1437	26,4	8,6	4,3
	II	7,69	4,02	56,2	10,3	0,38	0,21	203	106	1487	27,3	10,0	5,6
	III	8,88	5,15	56,8	10,4	0,37	0,21	238	138	1519	27,9	9,8	5,7
	IV	9,25	5,50	55,9	10,3	0,32	0,22	244	145	1473	27,1	8,5	5,7

TRP : Totale ruproteïen
VRP : Verteerbare ruproteïen
TVV : Totale verteerbare voedingstowwe
VE : Verteerbare energie

Ca : Kalsium
P : Fosfor

Tabel 48. Gemiddelde daaglikse voedingsbehoefte van die proefdiere volgens die Suid-Afrikaanse- en Amerikaanse voedingstandaarde en die beraamde beskikbaarheid van die voedingstowwe as 'n persentasie van die totale daaglikse behoeftes van die proefdiere

Seisoen	Beh.	Voedingsbehoeftes							Besikbaarheid as % van behoeftes						
		Bredon (1976)		NRC (1971)					Bredon (1976)		NRC (1971)				
		VRP	TVV	TRP	VRP	TVV	Ca	P	VRP	TVV	TRP	VRP	TVV/VE	Ca	P
		g/100kg	g/100kg	g/100kg	g/100kg	g/100kg	g/100kg	g/100kg	%	%	%	%	%	%	%
1972-73	I	173	1596	295	169	1433	9,8	7,3	86	103	79	88	114	74	86
	II	169	1581	287	164	1394	9,6	7,1	101	104	90	104	118	72	92
	III	158	1530	268	153	1309	9,0	6,7	111	107	98	115	125	78	97
1973-74	I	152	1567	255	146	1247	8,6	6,4	107	106	96	111	134	91	123
	II	157	1629	263	151	1278	8,9	6,6	124	105	106	129	133	80	123
	III	161	1634	269	155	1304	9,1	6,8	129	105	109	134	132	86	125
	IV	156	1572	262	150	1277	8,8	6,6	144	109	119	150	134	85	126
1974-75	I	179	1752	298	172	1434	10,0	7,5	91	98	83	95	119	79	101
	II	190	1798	316	183	1508	10,9	7,9	100	98	88	104	117	76	103
	III	186	1816	309	179	1477	10,4	7,7	114	98	97	118	120	83	105
	IV	187	1793	311	180	1484	10,5	7,8	116	98	99	121	119	77	105
1975-76	I	143	1517	248	139	1229	8,2	6,1	55	94	70	57	116	108	79
	II	155	1569	268	151	1315	8,9	6,6	79	94	82	81	112	124	92
	III	155	1598	266	151	1308	8,9	6,5	90	92	89	92	113	125	111
	IV	139	1492	242	135	1204	8,0	6,0	93	93	93	96	116	108	108
1976-77	I	147	1630	251	140	1232	8,4	6,3	46	88	65	49	117	102	68
	II	163	1650	276	158	1347	9,2	6,9	65	90	74	67	110	108	81
	III	169	1706	284	163	1380	9,5	7,1	82	89	84	85	110	103	80
	IV	156	1621	266	151	1297	8,8	6,7	93	91	92	96	114	96	85

TRP : Totale ruproteïen

VRP : Verteerbare ruproteïen

LW : 1 kg TVV = 18,4 MJVE

TVV : Totale verteerbare voedingstowwe

VE : Verteerbare energie

Ca : Kalsium

P : Fosfor

Tabel 49. Relatiewe melkproduksie per 100 kg liggaamsmassa en variansiebesonderhede van die proefbehandelings ten aanvang van die onderskeie eksperimentele seisoene na aanleiding van 'n ewekansige blokontleding met diere as herhalings

Besonderhede	Seisoene				
	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77
Relatiewe produksie (%) :					
Behandelings : I (kontrole = 100)	100	100	100	100	100
II	100	98	100	100	100
III	102	101	100	100	100
IV	—	104	100	99	100
Proefgemiddeld (kg/100 kg)	2,919	3,109	3,615	3,271	2,967
Variansieontleding:					
Berekende F	0,568	1,879	0,002	0,186	0,001
Vereiste F ($P=0,05$)	3,74	3,07	3,07	3,07	3,07

Tabel 50. Gemiddelde daaglikse melkproduksie per dier volgens verskillende opbrengsmaatstawwe

Veranderlikes	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P=0,05	P=0,01		P=0,05	P=0,01
Melkproduksie/dier (kg)	72-73	11,28	11,04	10,17	—	10,83	0,39	0,48	23,63**	2,95	4,57
	73-74	9,75	10,36	10,68	10,14	10,23	0,53	0,66	8,14**	2,95	4,57
	74-75	12,15	13,22	12,92	12,93	12,81	0,81	NB	4,48*	2,95	4,57
	75-76	8,54	9,63	9,66	8,18	9,00	0,81	1,01	12,82**	2,95	4,57
	76-77	9,20	10,50	11,08	9,96	10,19	0,49	0,62	37,67**	2,95	4,57
Melkproduksie/100 kg liggaams- massa (kg)	72-73	2,257	2,299	2,162	—	2,239	0,077	0,096	7,08**	2,95	4,57
	73-74	2,299	2,471	2,490	2,363	2,406	0,131	0,164	6,91**	2,95	4,57
	74-75	2,648	2,839	2,840	2,775	2,776	0,184	NB	3,54*	2,95	4,57
	75-76	2,063	2,232	2,252	1,928	2,119	0,193	0,241	9,18**	2,95	4,57
	76-77	2,073	2,223	2,355	2,178	2,207	0,102	0,126	19,62**	2,95	4,57
4% Vetgekorreerde melkpro- duksie/dier (kg)	73-74	9,59	10,13	10,45	9,94	10,03	0,48	0,59	8,53**	2,95	4,57
	74-75	11,85	12,58	12,91	12,55	11,47	0,65	0,81	6,93**	2,95	4,57
	75-76	7,82	8,76	8,91	7,29	8,20	0,92	1,14	12,73**	2,95	4,57
	76-77	8,86	10,60	10,75	9,70	9,98	0,70	0,86	23,41**	2,95	4,57
4% Vetgekorreerde melkpro- duksie/100 kg liggaamsmassa (kg)	73-74	2,261	2,417	2,435	2,315	2,357	0,117	0,146	7,44**	2,95	4,57
	74-75	2,581	2,699	2,838	2,694	2,703	0,216	NB	3,36*	2,95	4,57
	75-76	1,888	2,034	2,074	1,718	1,929	0,229	0,285	7,34**	2,95	4,57
	76-77	1,995	2,243	2,286	2,121	2,161	0,137	0,170	14,09**	2,95	4,57

Tabel 51. Relatiewe melkproduksie as persentasie van die kontroleproduksie volgens verskillende opbrengsmaatstawwe

Veranderlikes	Seisoen	Behandeling			
		I	II	III	IV
Melkproduksie/dier	72-73	100	98	90	—
	73-74	100	106	110	104
	74-75	100	109	106	106
	75-76	100	113	113	96
	76-77	100	114	120	108
Melkproduksie/100 kg liggaamsmassa	72-73	100	102	96	—
	73-74	100	108	108	103
	74-75	100	107	107	105
	75-76	100	108	109	94
	76-77	100	107	114	105
4% Vetgekorreerde melkproduksie/dier	73-74	100	106	109	104
	74-75	100	106	109	106
	75-76	100	112	114	93
	76-77	100	120	121	109
4% Vetgekorreerde melkproduksie/100 kg	73-74	100	107	108	102
	74-75	100	105	110	104
	75-76	100	108	110	91
	76-77	100	112	115	106

Tabel 52. Aangepaste melkproduksiegemiddeldes en 'n vergelyking tussen seisoenale produksiegemiddeldes

Produksiemaatstaf	Seisoen	Melkproduksie/100 kg Behandelings					4% Vetgekorregerde MP/100 kg Behandelings				
		I	II	III	IV	Gem.	I	II	III	IV	Gem.
GDP as % van AP	2:73-74	74,3	82,1	79,8	73,9	77,5	73,1	79,8	78,2	72,3	75,8
	3:74-75	73,8	78,9	78,3	77,5	77,1	71,4	74,7	78,5	74,6	74,8
	4:75-76	62,5	67,2	67,9	59,6	64,3	57,7	62,0	63,1	52,9	59,0
	5:76-77	70,0	74,0	79,6	73,9	74,4	67,3	75,7	77,0	71,4	72,8
Gekorrigeerde GDP vir AP = 3,240 kg/100 kg/dag	2:73-74	2,407	2,659	2,585	2,395	2,511	2,370	2,585	2,534	2,342	2,456
	3:74-75	2,390	2,555	2,537	2,510	2,498	2,311	2,419	2,440	2,415	2,423
	4:75-76	2,024	2,177	2,200	1,930	2,083	1,871	2,008	2,045	1,715	1,911
	5:76-77	2,266	2,397	2,579	2,396	2,410	2,179	2,451	2,496	2,315	2,360
Gekorrigeerde GDP : Fase 1	2 & 3	2,399	2,607	2,561	2,453	2,505	2,341	2,502	2,487	2,379	2,440
	Fase 2 4 & 5	2,145	2,287	2,390	2,163	2,247	2,025	2,230	2,271	2,015	2,136
Verskil (%)		11,8	14,0	7,2	13,4	11,5	15,6	12,2	9,5	18,1	14,2
Seisoenale verskille (%)	2 vs 3	0,7	4,1	1,9	4,6	0,5	2,6	6,9	3,8	3,0	1,4
	2 vs 4	18,9	22,1	17,5	24,1	20,5	26,7	28,7	23,9	36,6	25,5
	2 vs 5	6,2	10,9	0,2	0,0	4,2	8,8	5,5	1,5	1,2	4,1
	3 vs 4	18,1	17,4	15,3	30,1	19,9	23,5	20,5	19,3	40,8	26,7
	3 vs 5	5,5	6,6	1,6	4,8	3,7	6,1	1,3	2,2	4,3	2,7
	4 vs 5	11,9	10,1	17,2	24,1	15,7	16,5	22,1	22,1	35,0	23,5

AP : Aanvangsproduksie

GDP : Gemiddelde daaglikse produksie

MP/100 kg : Melkproduksie/100 kg liggaamsmassa/dag

VGM/100 kg : 4% Bottervetgekorregerde melkproduksie/100 kg liggaamsmassa/dag

Tabel 53. Oorspronkelijke- en relatieve melkopbrengste per hektaar

	Seizoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P=0,05	P=0,01		P=0,05	P=0,01
Totale melkproduksie (kg/ha)	72-73	631	1236	1519	—	1129	101	134	332,4**	3,10	4,81
	73-74	731	1558	2138	3045	1868	275	334	165,1**	2,67	3,90
	74-75	1082	2349	3066	4659	2789	381	462	201,7**	2,66	3,89
	75-76	1518	2078	2445	3292	2333	597	723	20,5**	2,67	3,90
	76-77	2074	2849	3692	5136	3438	731	886	42,4**	2,66	3,89
Totale vetgecorrigeerde melkproduksie (kg/ha)	73-74	718	1523	2088	2982	1828	251	304	190,2**	2,67	3,90
	74-75	1055	2233	3063	4519	2718	321	389	271,2**	2,66	3,89
	75-76	1441	1878	2233	2965	2129	570	691	16,9**	2,67	3,90
	76-77	1993	2877	3580	5001	3363	727	882	40,2**	2,66	3,89
Relatiewe melkproduksie/ha (%)	72-73	100	196	241	—						
	73-74	100	213	292	417						
	74-75	100	217	283	431						
	75-76	100	137	161	217						
	76-77	100	137	178	248						
Relatiewe vetgecorrigeerde melkproduksie/ha (%)	73-74	100	212	291	415						
	74-75	100	212	290	428						
	75-76	100	130	155	206						
	76-77	100	144	180	251						

Tabel 54. Aangepaste melkopbrengste per hektaar

Produksiemaatstaf	Seisoen	Behandelings					Gem.	Behandelings					Gem.
		I	II	III	IV	I		II	III	IV			
TMP : Aanpassing nr. 1	73-74	MP/ha (kg)						VGM/ha (kg)					
	74-75	758	1662	2210	3066	1924	747	1616	2167	2998	1882		
	75-76	968	2108	2740	4192	2502	936	1996	2635	4033	2400		
	76-77	1863	2471	2750	3735	2705	1721	2279	2556	3319	2469		
TMP : Aanpassing nr. 2	73-74	2255	3068	4010	5667	3750	2168	3137	3881	5475	3665		
	74-75	970	1246	1669	2328	1553	955	1211	1636	2276	1520		
	75-76	1303	1589	1955	2264	1778	1259	1505	1880	2178	1706		
	76-77	1669	2192	2364	3175	2350	1543	2022	2197	2821	2146		
Relatiewe produksie : Aanpassing nr. 1	73-74	2309	3069	3639	5167	3546	2220	3139	3522	4992	3468		
	74-75	100	219	292	405	—	100	216	290	401	—		
	75-76	100	218	283	433	—	100	213	282	431	—		
	76-77	100	133	148	201	—	100	132	149	193	—		
Relatiewe produksie : Aanpassing nr. 2	73-74	100	136	178	251	—	100	145	179	252	—		
	74-75	100	128	172	240	—	100	127	171	238	—		
	75-76	100	122	150	174	—	100	120	149	173	—		
	76-77	100	131	142	190	—	100	131	142	183	—		
	73-74	100	133	158	224	—	100	141	159	225	—		
	74-75												
	75-76												
	76-77												

MP : Melkproduksie

TMP : Totale melkproduksie

VGM : Vetgekorreerde melkproduksie

GDP : Gemiddelde daaglikse produksie

AP : Aanvangsproduksie

GVE : Grootvee-eenheid

Aanpassing nr. 1:

Aanpassing nr. 2:

TMP aangepas by GDP/100 kg (Tabel 50) vir AP = 3,240 kg/100 kg en oorspronklike weidruk. 1 GVE word as 500 kg aanvaar.

Dieselfde as vir aanpassing nr. 1, maar gekorrigeer vir weidruk van 8 kg/100 kg/dag

Tabel 55. Bottervet, proteïen- en laktosegehalte van die melk

	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P=0,05	P=0,01		P=0,05	P=0,01
Bottervet (%)	73-74	3,88	3,84	3,85	3,84	3,85	NB	NB	0,31	2,67	3,91
	74-75	3,78	3,64	3,98	3,77	3,79	0,16	0,19	10,69**	2,66	3,90
	75-76	3,51	3,57	3,63	3,55	3,56	NB	NB	0,65	2,68	3,94
	76-77	3,61	3,92	3,67	3,67	3,72	0,18	0,22	7,93**	2,66	3,90
Proteïen (%)	75-76	2,59	2,60	2,67	2,63	2,62	NB	NB	1,37	2,68	3,94
Laktose (%)	75-76	4,54	4,59	4,61	4,54	4,57	NB	NB	0,95	2,68	3,94
Relatiewe bottervet %	73-74	100	99	99	99						
	74-75	100	96	105	100						
	75-76	100	102	103	101						
	76-77	100	109	102	102						
Relatiewe proteïen %	75-76	100	100	103	102						
Relatiewe laktose %	75-76	100	101	102	100						

Tabel 56. Liniêre regressieverwantskap tussen die proteïenpersentasie (Y1), laktosepersentasie (Y2) en bottervetpersentasie (X) van die melk op die verskillende proefbehandelings gedurende die 1975–76-seisoen

Veranderlikes	Behandeling	Regressievergelyking	Korrelasie
Y1 : Proteïenpersentasie	I	$Y1 = 0,314X + 1,489$	$r = 0,524^{**}$
X : Bottervetpersentasie	II	$Y1 = 0,230X + 1,777$	$r = 0,464^{**}$
	III	$Y1 = 0,209X + 1,910$	$r = 0,452^{**}$
	IV	$Y1 = 0,445X + 1,056$	$r = 0,826^{***}$
Y2 : Laktose persentasie	I	$Y2 = -0,436X + 6,069$	$r = -0,651^{***}$
X : Bottervetpersentasie	II	$Y2 = -0,421X + 6,095$	$r = -0,638^{***}$
	III	$Y2 = -0,381X + 5,997$	$r = -0,584^{***}$
	IV	$Y2 = -0,463X + 5,182$	$r = -0,811^{***}$

Tabel 57. Gemiddelde daaglikse bottervet-, proteïen- en laktoseproduksie per 100 kg liggaamsmassa

	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P=0,01	P=0,05		P=0,05	P=0,01
Bottervetproduksie (g/100 kg)	73-74	88,5	94,2	94,9	90,4	92,0	NB	NB	1,63	2,67	3,91
	74-75	99,9	102,4	112,1	103,9	104,6	8,5	10,3	5,06**	2,66	3,90
	75-76	70,5	76,4	78,7	63,8	72,4	14,9	NB	2,73*	2,68	3,94
	76-77	75,7	88,5	87,4	81,1	83,2	10,5	12,7	4,27**	2,66	3,90
Proteïenproduksie (g/100 kg)	75-76	51,9	55,8	58,0	47,6	53,3	NB	NB	2,46	2,68	3,94
Laktoseproduksie (g/100 kg)	75-76	93,0	100,9	102,3	86,2	95,6	NB	NB	1,43	2,68	3,94
Relatiewe bottervetproduksie (%)	73-74	100	106	107	102						
	74-75	100	103	112	104						
	75-76	100	108	112	91						
	76-77	100	117	115	107						
Relatiewe proteïenproduksie (%)	75-76	100	108	112	92						
Relatiewe laktose produksie (%)	75-76	100	108	110	93						

Tabel 58. Totale seisoenale bottervet- proteïen- en laktoseproduksie per hektaar

	Seisoen	Behandelings				Gem.	KBV		VV	Vereiste F	
		I	II	III	IV		P=0,05	P=0,01		P=0,05	P=0,01
Bottervetopbrengs (kg/ha)	73-74	28,1	59,3	81,3	116,3	71,3	9,3	11,2	212,25**	2,67	3,91
	74-75	40,8	84,6	120,9	174,0	105,1	11,0	13,4	344,78**	2,66	3,90
	75-76	54,0	70,7	84,9	109,9	79,9	21,2	25,7	16,40**	2,67	3,91
	76-77	75,6	113,5	137,2	191,6	129,6	29,0	35,2	36,89**	2,66	3,90
Proteïenopbrengs (kg/ha)	75-76	39,5	51,3	62,3	81,8	58,7	14,9	18,0	19,29**	2,67	3,91
Laktoseopbrengs (kg/ha)	75-76	70,6	92,7	109,7	149,2	105,6	30,5	37,0	15,58**	2,67	3,91
Relatiewe bottervetopbrengs (%)	73-74	100	211	289	414						
	74-75	100	207	296	427						
	75-76	100	131	157	204						
	76-77	100	150	182	253						
Relatiewe Proteïenopbrengs (%)	75-76	100	130	158	207						
Relatiewe laktoseopbrengs (%)	75-76	100	131	155	211						

Tabel 59. Liggaamsmassaverandering van die diere op die verskillende proefbehandelings

Seisoen	Beh.	Aanvangsmassa		Eindmassa		Massatoename	
		Gem.	SA	Gem.	SA	Gem.	SA
		(kg)		(kg)		(kg)	
72-73	I	496	82	534	68	38	22
	II	470	80	512	68	42	23
	III	455	52	510	61	55	20
	Gem.	474	—	519	—	45	—
73-74	I	433	70	445	60	12	17
	II	417	44	437	43	20	13
	III	424	62	449	53	25	22
	IV	425	43	452	35	27	18
	Gem.	425	—	446	—	21	—
74-75	I	467	58	475	61	8	26
	II	468	77	478	69	10	22
	III	453	33	473	28	20	17
	IV	477	63	472	62	— 5	19
	Gem.	466	—	475	—	8	—
75-76	I	414	63	439	59	25	20
	II	426	52	458	47	32	15
	III	425	68	450	66	25	18
	IV	423	47	437	39	14	14
	Gem.	422	—	446	—	24	—
76-77	I	468	39	439	23	— 29	32
	II	494	65	470	39	— 24	30
	III	479	59	471	41	— 8	27
	IV	463	62	459	53	— 4	19
	Gem.	476	—	460	—	— 16	—

SA : Standaard afwyking

Tabel 60. Gemiddelde daaglikse massatoename (GDT) per dier

	Seisoen	Beh.	Gem.	SA	RG
GDT/dier (kg)	72-73	I	0,275	0,156	100
		II	0,299	0,167	109
		III	0,399	0,140	145
	73-74	I	0,085	0,125	100
		II	0,139	0,091	164
		III	0,181	0,155	213
		IV	0,190	0,130	224
	74-75	I	0,047	0,157	100
		II	0,079	0,132	168
		III	0,121	0,103	257
		IV	- 0,031	0,116	- 66
	75-76	I	0,153	0,117	100
		II	0,193	0,090	126
		III	0,150	0,106	98
		IV	0,083	0,084	54
	76-77	I	- 0,172	0,188	- 100
		II	- 0,142	0,181	- 83
		III	- 0,046	0,158	- 27
		IV	- 0,020	0,114	- 12

SA : Standaard afwyking

RG : Relatiewe gemiddeld (Kontrole = 100)

Tabel 61. Invloed van behandeling op die gerealiseerde en beraamde koeiweidae

Weiperiode	Seisoen	Behandeling	IWD	GWD	PWD	SKD	GWD as % van PWD	GWD as % van SKD
			Weidae/ha	Weidae/ha	Weidae/ha	Weidae/ha	%	%
(112 dae)	72-73	I	56	56	70	70	80	80
		II	112	108	55	55	196	196
		III	149	141	71	72	199	196
(140 dae)	73-74	I	70	63	83	82	76	77
		II	140	125	96	96	130	130
		III	187	171	132	134	130	128
		IV	280	256	199	204	129	125
(168 dae)	74-75	I	84	81	112	110	72	74
		II	168	165	128	129	129	128
		III	224	216	158	161	137	134
		IV	336	334	185	188	181	178
(168 dae)	75-76	I	206	184	169	167	109	110
		II	251	227	207	208	110	109
		III	278	250	220	222	114	113
		IV	336	387	337	331	115	117
(168 dae)	76-77	I	202	199	209	208	95	96
		II	262	256	263	267	97	96
		III	325	311	289	296	108	105
		IV	497	473	442	446	107	106

IWD : Intrinsieke koeiweidae per hektaar
 GWD : Gekorrigeerde koeiweidae per hektaar
 PWD : Potensiële koeiweidae per hektaar
 SKD : "Standaard koeidae" per hektaar

Tabel 62. Geldwaardes wat aan verskillende inkomste- en uitgawe-items vir kosteberekening toegeken is (Maart 1979)

Item	Geldwaarde
	R
Uitgawes:	
Vestiging (Behandeling IV) per ha per jaar	12,35
Oorsaaing (Behandeling III) per ha per jaar	2,32
Bemesting : Stikstof (K.A.N.) per kg N	0,543
: Fosfor (Superfosfaat) per kg P	0,887
Strooikoste en vervoer : 10% van die bemestingskoste per ha per jaar	—
Melkvervoer : 7,5% van die melkinkomste	—
Kragvoer per kg	0,132
Sout : dikalsiumfosfaatlek per kg	0,134
Dosering en medisyne per koeiweidag	0,05
Arbeid per koeiweidag	0,22
Sny en baalkoste per ton hooi	6,00
Rente op kapitaalbelegging:	
Diere per GVE/jaar	35,00
Grond en verbeteringe per ha per jaar	30,00
Inkomste:	
Vars melk per liter	0,175
Industriële melk per liter (4% bottervet)	0,132
Hooi per ton	30,00

Tabel 63. Veranderlike produksiekostes by industriële melkproduksie soos onder die proefomstandighede in Rand per hektaar

Seisoen	Behandeling	Vestiging en oorsaaiing	Bemesting en strooi koste	Vervoer Industriële melk	Kragvoer	Sout: dikalsium-fosfaatlek	Dosering en medisyne	Sny- en baal	Arbeid	Rente op belegging	
										Diere	Grond
72—73	I	—	—	6,24	28,64	R/ha 0,52	2,80	2,17	12,32	17,50	30
	II	—	38,53	12,25	53,59	0,83	5,60	2,98	24,64	35,00	30
	III	—	77,05	15,04	66,53	1,23	7,45	2,74	32,78	46,55	30
73—74	I	—	—	7,11	35,77	1,02	3,50	4,51	15,40	17,50	30
	II	—	44,51	15,08	71,68	1,57	7,00	7,45	30,80	35,00	30
	III	2,32	89,02	20,67	95,44	2,59	9,35	9,45	41,14	46,55	30
	IV	12,35	133,53	29,52	143,22	3,81	14,00	17,08	61,60	70,00	30
74—75	I	—	—	10,44	47,12	1,09	4,20	4,24	18,48	17,50	30
	II	—	44,51	22,11	94,25	1,89	8,40	5,24	36,96	35,00	30
	III	2,32	89,02	30,32	125,66	2,39	11,20	9,03	49,28	46,55	30
	IV	12,35	133,53	44,74	188,50	4,54	16,80	17,79	73,92	70,00	30
75—76	I	—	—	14,27	—	2,24	7,50	—	33,00	37,45	30
	II	—	44,51	18,59	—	3,91	9,40	—	41,36	46,90	30
	III	2,32	89,02	22,11	—	4,68	10,85	—	47,74	54,25	30
	IV	12,35	133,53	29,35	—	6,70	16,60	—	73,04	82,95	30
76—77	I	—	—	19,73	—	2,06	10,10	—	44,44	42,00	30
	II	—	44,51	28,48	—	3,52	13,10	—	57,64	54,60	30
	III	2,32	89,02	35,44	—	3,23	16,25	—	71,50	67,55	30
	IV	12,35	133,53	49,51	—	5,33	24,85	—	109,34	103,60	30

Tabel 64. Bruto uitgawes, bruto inkomstes en bruto marge van industriële- en varsmelkproduksie onder die proefomstandighede in Rand per hektaar

Seisoen	Beh.	Bruto uitgawes				Bruto inkomste					Bruto marge				
		Industriële melk		Vars melk		Hooi	Ind. melk	Vars melk	Hooi + Ind. melk	Hooi + Vars melk	Industriële melk		Vars melk		
		SR	MR	SR	MR						SR	MR	SR	MR	
R/ha															
72-73	I	52,69	100,19	54,73	102,23	10,83	83,29	110,42	94,12	121,25	41,43	-6,07	66,52	19,02	
	II	138,42	203,42	142,39	207,39	14,88	163,15	216,30	178,03	231,18	39,61	-25,39	88,79	23,79	
	III	202,82	279,37	207,72	284,27	13,71	200,51	265,83	214,22	279,54	11,40	-65,15	71,82	-4,73	
73-74	I	67,31	114,81	69,62	117,12	22,56	94,78	125,66	117,34	148,22	50,03	2,53	78,60	31,10	
	II	178,09	243,09	183,00	248,00	37,26	201,04	266,53	238,30	303,79	60,21	-4,79	120,79	55,79	
	III	270,02	346,57	276,76	353,31	47,43	275,62	365,41	323,05	412,84	53,03	-23,52	136,08	59,53	
	IV	415,11	515,11	424,73	524,73	85,38	393,62	521,84	479,00	607,22	63,89	-36,11	182,49	82,49	
74-75	I	85,57	133,07	88,98	136,48	21,21	139,26	184,63	160,47	205,84	74,90	27,40	116,86	69,36	
	II	213,36	278,36	220,56	285,56	26,19	294,76	390,78	320,95	416,97	107,59	42,59	196,41	131,41	
	III	319,22	395,77	329,10	405,65	45,15	404,32	536,03	449,47	581,18	130,25	53,70	252,08	175,53	
	IV	492,17	592,17	506,74	606,74	88,95	596,51	790,83	685,46	879,78	193,29	93,29	373,78	273,04	
75-76	I	57,01	124,46	61,65	129,10	-	190,21	252,18	190,21	252,18	133,20	65,75	190,53	123,08	
	II	117,77	194,67	123,83	200,73	-	247,90	328,65	247,90	328,65	130,13	53,23	204,82	127,92	
	III	176,72	260,97	183,92	268,17	-	294,76	390,78	294,76	390,78	118,04	33,79	206,86	122,61	
	IV	271,57	384,52	281,14	394,09	-	391,38	518,88	391,38	518,88	119,81	6,86	237,74	124,79	
76-77	I	76,33	148,33	82,76	154,76	-	263,08	348,78	263,08	348,78	186,75	114,75	266,02	194,02	
	II	147,25	231,85	156,53	241,13	-	379,76	503,48	379,76	503,48	232,51	147,91	346,95	262,35	
	III	217,76	315,31	229,31	326,86	-	472,56	626,50	472,56	626,50	254,80	157,25	397,19	299,64	
	IV	334,91	468,51	351,04	484,64	-	660,13	875,18	660,13	875,18	325,22	191,62	524,14	390,54	

SR : Sonder heffing van rente op belegging in grond en diere.

MR : Met heffing van rente of belegging in grond en diere.

Tabel 65. Inkomste uit industriële- en varsmelkproduksie onder die proefomstandighede [Wins word as verdienste per R100 kapitaalbelegging getoon, terwyl die gelykbreekbedrag (wanneer die bruto inkomste die uitgawes plus R5 000 ondernemersloon dek), asook die oppervlakte en diergetalle wat daarby betrokke is, addisioneel verstrek word]

Seisoen	Beh.	Verdienste per R100 belegging				Gelykbreekbedrag				Gelykbreek-oppervlakte				Gelykbreek-diergetalle			
		Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk	
		SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR
		R/R100				R				ha				GVE			
72-73	I	78,6	-6,1	121,5	18,6	11357	-V-	9114	31874	121	-V-	75	263	61	-V-	38	132
	II	28,6	-12,5	62,4	11,5	22473	-V-	13018	48588	127	-V-	57	210	127	-V-	57	210
	III	5,6	-23,3	34,6	-1,6	93956	-V-	19461	-V-	439	-V-	70	-V-	584	-V-	93	-V-
73-74	I	74,3	2,2	112,9	26,7	11727	-V-	9429	23830	100	-V-	64	161	50	-V-	32	81
	II	33,8	-1,9	66,0	22,5	19789	-V-	12575	27226	83	-V-	42	90	83	-V-	42	90
	III	19,6	-6,8	49,2	16,8	30459	-V-	15169	34675	94	-V-	37	84	126	-V-	49	112
	IV	15,4	-7,0	43,0	15,7	37486	-V-	16637	36806	78	-V-	28	61	157	-V-	55	122
74-75	I	87,5	20,6	131,3	50,8	10712	29283	8807	14839	67	183	43	72	34	92	22	36
	II	50,4	15,3	89,1	46,0	14915	37679	10615	15865	47	118	26	38	47	118	26	38
	III	40,8	13,5	76,6	43,3	17254	41850	11528	16555	39	93	20	29	51	124	27	38
	IV	39,3	15,7	73,9	45,0	17731	36738	11769	16111	26	54	14	19	52	107	27	37
75-76	I	233,6	52,8	309,1	95,3	7140	14464	6618	10245	38	76	27	41	40	82	28	44
	II	110,5	27,3	165,4	63,7	9525	23286	8023	12846	28	94	25	39	51	126	33	53
	III	66,8	12,9	112,5	45,7	12486	43616	9446	15936	42	148	24	41	66	230	38	64
	IV	44,1	1,8	84,6	31,7	16333	-V-	10913	20790	42	-V-	21	40	99	-V-	50	95
76-77	I	244,7	77,4	321,4	125,4	7044	11464	6556	8988	27	44	19	26	32	53	23	31
	II	157,9	63,8	221,7	108,8	8167	12838	7256	9596	22	34	15	19	34	53	23	30
	III	117,0	49,9	172,2	91,7	9273	15026	7887	10454	20	32	13	17	38	62	25	32
	IV	97,1	40,9	149,3	80,6	10149	17225	8349	11205	16	26	10	13	46	78	29	38

-V- : Verlies
SR : Sonder heffing van rente op belegging in grond en diere
MR : Met heffing van rente op belegging in grond en diere
GVE : Grootvee-eenhede

Tabel 66. Invloed van noukeurighedsaanpassings op die winsgewendheid van melkproduksie. (Die noukeurighedsaanpassing verteenwoordig die voorstelling van data as vetgekorregerde melkproduksie per 100 kg liggaamsmassa, aangepas volgens 'n standaard aanvangsproduksie uit Tabel 52, en verwerk volgens gekorrigeerde weidae uit Tabel 61)

Seisoen	Beh.	Beraamde uitgawes				Beraamde inkomste		Bruto marge				Verdienste per R100 kapitaalbesteding				Gelykbreek-oppervlakte				Gelykbreek-diergetalle			
		Industriële melk		Vars melk		Ind. melk	Vars melk	Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk	
		SR	MR	SR	MR			SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR
		R/ha						R/R100						ha						GVE			
73-74	I	65,71	111,46	69,81	115,56	121,16	153,29	55,45	9,70	83,48	37,73	84,4	8,7	119,6	32,6	90	515	60	133	41	232	27	60
	II	174,96	236,11	182,96	244,11	250,57	320,06	75,61	14,46	137,10	75,95	43,2	6,1	74,9	31,1	66	346	37	66	59	308	33	59
	III	266,48	339,18	277,03	349,73	333,47	426,66	66,99	-5,71	149,63	76,93	25,1	-1,7	54,0	22,0	75	-V-	34	65	91	-V-	41	80
	IV	408,79	502,84	424,86	518,91	481,12	610,03	72,33	-21,72	185,17	91,12	17,7	-4,3	43,6	17,6	69	-V-	27	55	127	-V-	50	101
75-75	I	83,59	130,39	88,20	135,00	144,76	185,01	61,17	14,37	96,81	50,01	73,2	11,0	109,8	37,0	82	348	52	100	39	167	25	50
	II	210,20	274,50	218,60	282,90	289,66	375,49	79,46	15,16	156,89	92,59	37,8	5,5	71,8	32,7	63	330	32	54	62	323	32	53
	III	312,83	387,98	324,71	399,86	392,97	506,28	80,14	4,99	181,57	106,42	25,6	1,3	55,9	26,6	63	-V-	28	47	81	-V-	36	61
	IV	486,82	586,47	506,49	606,14	621,31	794,73	134,49	34,84	288,24	188,59	27,6	5,9	56,9	31,1	38	144	18	27	74	286	35	53
75-76	I	56,63	124,08	61,15	128,60	185,20	245,53	128,57	61,12	184,38	116,93	227,0	49,3	301,5	90,9	39	82	27	43	42	88	29	46
	II	117,86	194,76	123,95	200,85	249,08	330,23	131,22	54,32	206,28	129,38	111,3	27,9	166,4	64,4	38	92	25	39	51	123	33	52
	III	176,58	260,83	183,73	267,98	292,91	388,33	116,33	32,08	204,60	129,35	65,8	12,3	111,3	44,9	43	157	25	42	67	242	38	64
	IV	270,41	383,36	279,59	392,54	375,80	498,23	105,39	-7,56	218,64	105,69	39,0	-2,0	78,2	26,9	48	-V-	23	48	113	-V-	54	112
76-77	I	77,25	148,55	84,25	155,55	286,18	379,40	208,93	137,63	295,15	223,85	270,5	92,6	350,3	143,9	24	37	17	22	28	43	20	26
	II	148,21	231,41	158,32	241,52	414,08	548,98	265,87	182,67	390,66	307,46	179,4	78,9	246,7	127,3	19	28	13	17	29	42	20	25
	III	216,94	311,69	229,48	324,23	512,29	679,18	295,35	200,60	449,70	354,95	136,1	64,4	196,0	109,5	17	25	12	14	32	46	21	26
	IV	333,12	461,82	350,78	479,48	722,70	958,13	389,58	260,88	607,35	478,65	116,9	56,5	173,1	99,8	13	20	9	11	36	54	24	30

-V- : Verlies

SR : Sonder die heffing van rente op belegging in diere en grond

MR : Met heffing van rente op belegging in diere en grond

GVE : Grootvee-eenhede

Tabel 67. Beraamde winsgewendheid van melkproduksie volgens die potensiele weidare, soos bepaal deur plantmateriaalopbrengste.
(Vir die ontleding word aanvaar dat geen kragvoeraanvulling verskaf word nie, weidruk teen 7,8 kg/100 kg liggaamsmassa gehandhaaf word en die melkproduksie vir behandeling I tot IV gemiddeld 10,1; 11,2; 11,4 en 10,1 kg per dag vir 'n 500 kg melkkoei is)

Seisoen	Beh.	Beraamde uitgawes				Beraamde inkomste		Bruto marge				Verdienste per R100 kapitaalbesteding				Gelykbreek-oppervlakte				Gelykbreek-diergetalle			
		Industriële melk		Vars melk		Ind. melk	Vars melk	Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk		Industriële melk		Vars melk	
		SR	MR	SR	MR			SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR	SR	MR
		R/ha										R/R100				ha				GVE			
73-74	I	31,74	82,50	34,45	85,21	110,96	147,10	79,22	28,66	112,65	61,90	249,6	34,5	326,9	72,6	63	176	45	81	38	104	27	48
	II	82,20	136,21	85,66	139,67	141,35	187,40	59,15	5,14	101,74	47,73	72,0	3,8	118,8	34,2	85	973	49	105	58	667	34	72
	III	143,42	206,43	148,26	211,27	197,88	262,34	54,46	-8,55	114,08	51,03	38,0	-4,1	76,9	24,2	92	-V-	44	98	87	-V-	42	93
	IV	221,84	301,58	228,31	308,05	264,57	350,76	42,74	-37,1	112,45	42,72	19,3	-12,3	53,6	13,9	117	-V-	41	117	166	-V-	58	167
74-75	I	42,78	76,09	46,43	99,74	149,54	198,25	106,76	53,45	151,82	98,51	249,6	55,6	326,9	98,8	47	94	33	51	32	63	22	34
	II	94,75	151,42	99,36	156,03	188,41	249,79	93,66	36,99	150,43	93,76	98,8	24,4	151,4	60,1	53	135	34	54	41	103	26	41
	III	153,64	216,54	159,42	222,32	236,70	313,81	83,06	20,16	154,39	91,49	54,1	9,3	96,8	41,2	60	248	33	55	57	233	31	52
	IV	216,51	285,05	222,52	291,06	245,99	326,12	29,48	-39,06	103,60	35,07	13,6	-13,7	46,6	12,0	170	-V-	49	143	187	-V-	53	157
75-76	I	64,62	129,83	70,14	135,35	225,88	299,46	161,26	96,05	229,32	164,11	249,6	73,9	326,9	121,2	31	52	22	31	31	53	22	31
	II	125,74	198,86	133,19	206,31	304,63	403,86	178,89	105,77	270,67	197,55	142,3	53,2	203,2	95,8	28	48	19	26	34	59	23	31
	III	178,16	254,01	186,22	262,07	329,87	437,33	151,71	75,86	251,11	175,26	85,2	29,9	134,8	66,9	33	66	20	29	43	86	26	38
	IV	274,56	374,77	285,51	385,72	448,19	594,19	173,63	73,42	308,68	208,47	63,2	19,6	108,1	54,0	29	69	16	24	58	137	33	48
76-77	I	79,91	153,45	86,73	160,27	279,32	370,31	199,41	125,87	283,58	210,04	249,5	82,0	326,9	131,1	25	40	18	24	31	50	22	30
	II	147,70	232,48	157,16	241,94	386,97	513,02	239,27	154,50	355,86	271,09	161,9	66,4	226,4	112,0	21	33	14	19	32	51	22	29
	III	205,34	295,54	215,92	306,12	433,11	574,20	227,77	137,57	358,28	268,08	110,9	46,5	165,9	87,6	22	37	14	19	38	63	24	32
	IV	314,65	436,74	329,02	451,11	587,83	779,32	273,18	151,10	450,30	328,22	86,8	34,6	136,8	72,8	19	33	12	16	48	87	30	40

-V- : Verlies
SR : Sonder heffing van rente op beleggings in grond en diere
MR : Met heffing van rente op beleggings in grond en diere
GVE : Grootvee-eenhede

Tabel 68. Invloed van veeladings, seisoenale weitydperke en melkproduksiepeile op die verdienste per R100 kapitaalbesteding, indien renteheffing op belegging in grond en diere ook ingesluit word

Behandeling/ (Bemestings- peil)	Veela- ding (GVE/ha)	Melkproduksiepeile								
		8,5 £/dag			12,0 £/dag			15,5 £/dag		
		112	Weidae 140	168	112	Weidae 140	168	112	Weidae 140	168
Behandeling I (0N 0P)	0,5	-7,6	7,4	20,4	26,8	46,7	63,9	59,4	83,6	104,4
	1,0	18,5	35,1	48,9	61,4	83,1	101,1	101,4	127,4	148,8
	1,5	30,9	47,8	61,8	77,6	99,6	117,5	120,8	146,9	168,2
	2,0	38,1	55,1	69,0	86,9	108,9	126,8	131,9	158,1	179,1
	2,5	42,8	59,8	73,7	93,0	115,0	132,7	139,2	165,3	186,0
	3,0	46,1	63,2	76,9	97,3	119,3	136,9	144,3	170,3	190,9
Behandeling II (50N 15P)	0,5	-44,2	-33,2	-23,2	-22,5	-7,6	5,9	-1,6	16,9	33,6
	1,0	-16,5	-2,3	10,2	14,9	33,9	50,5	44,8	68,0	88,2
	1,5	0,0	15,5	28,9	36,9	57,5	75,0	71,7	96,7	117,8
	2,0	10,9	27,2	40,9	51,4	72,7	90,6	89,3	115,0	136,4
	2,5	18,7	35,3	49,2	61,7	83,4	101,4	101,7	127,7	149,1
	3,0	24,6	41,4	55,3	69,4	91,2	109,2	110,9	137,1	158,4
Behandeling III (100N 30P)	0,5	-60,6	-52,2	-44,4	-45,0	-33,6	-22,9	-29,8	-15,4	-2,0
	1,0	-36,3	-24,3	-13,5	-11,8	4,4	19,0	11,7	31,8	49,8
	1,5	-19,9	-6,0	6,2	10,3	28,9	45,2	39,2	61,9	81,8
	2,0	-8,1	6,9	19,9	26,2	46,1	63,2	58,6	82,9	103,6
	2,5	0,9	16,5	29,9	38,1	58,8	76,4	73,2	98,2	119,3
	3,0	7,9	24,0	37,6	47,4	68,5	86,4	84,5	110,0	131,3
Behandeling IV (150N 45P)	0,5	-70,6	-64,1	-57,9	-58,9	-49,9	-41,4	-47,4	-36,0	-25,3
	1,0	-50,1	-40,1	-30,8	-30,6	-17,0	-4,4	-11,7	5,4	21,0
	1,5	-34,9	-22,8	-11,8	-10,0	6,4	21,2	14,0	34,3	52,5
	2,0	-23,4	-9,8	2,2	5,7	23,8	39,8	33,4	55,7	75,3
	2,5	-14,1	0,3	12,9	18,1	37,3	54,1	48,7	72,2	92,5
	3,0	-6,7	8,4	21,5	28,1	48,1	65,3	60,9	85,3	106,1

Tabel 69. Gevoeligheid van sekere ekonomiese- en produksieparameters vir 'n toe- of afname van 25 persent hoër of laer as 'n arbitrêre standaardwaarde. Die invloed van die toe- of afname van een veranderlike per keer, met alle ander waardes konstant by die standaard, word aangetoon. Die persentasie wat die berekende waardes bo of onder die standaardgemiddeld varieer, verskyn tussen hakies

Veranderlikes	Insette			Uitsette											
	Stan- daard	Omvang		Uitgawes R/ha		Bruto marge R/ha		Verdienste op belegging R/R100		GB-bedrag R		GB-oppv. ha		GB-diergetalle GVE/ha	
	(S)	S-25%	S+25%	S-25%	S+25%	S-25%	S+25%	S-25%	S+25%	S-25%	S+25%	S-25%	S+25%	S-25%	S+25%
Melkproduksie (L/dag)	12,0	9,0	15,0	311,04 (-12,3)	398,40 (+12,31)	192,96 (-39,2)	441,60 (+39,2)	62,0 (-30,6)	110,8 (+23,9)	13060 (+23,3)	9511 (-10,2)	25,9 (+63,9)	11,3 (-28,5)	52 (+63,9)	23 (-28,5)
Melkprijs (R/ L)	0,175	0,131	0,219	310,79 (-12,3)	398,65 (+12,3)	192,25 (-39,4)	442,31 (+39,4)	61,9 (-30,8)	110,9 (+24,0)	12083 (+23,5)	9506 (-10,2)	26,0 (+64,6)	11,3 (-28,5)	52 (+64,6)	23 (-28,5)
Seisoenale weitydperk (dae)	160	120	200	311,04 (-12,3)	398,40 (+12,3)	192,96 (-39,2)	441,60 (+39,2)	62,0 (-30,6)	110,8 (+23,9)	13060 (+23,3)	9511 (-10,2)	25,9 (+63,9)	11,3 (-28,5)	52 (+63,9)	23 (-28,5)
Veelading (GVE/ha)	2,0	1,5	2,5	293,43 (-17,3)	415,90 (+17,3)	210,57 (-33,6)	424,10 (+33,6)	71,8 (-19,7)	101,9 (+13,9)	11968 (+13,0)	9903 (-6,5)	23,7 (+50)	11,8 (-25,3)	36 (+12,3)	30 (-5,1)
Bemestingskoste (R/ha)	80	60	100	334,72 (-5,6)	374,72 (+5,6)	337,28 (+6,3)	297,28 (-6,3)	100,8 (+12,8)	79,3 (-11,3)	9962 (-5,9)	11302 (+6,7)	14,8 (-6,3)	16,8 (+6,3)	30 (-6,3)	34 (+6,3)
Rente op grond (R/ha)	30,00	22,5	27,5	347,22 (-2,1)	362,22 (+2,1)	324,78 (+2,4)	309,78 (-2,4)	93,5 (+4,6)	85,5 (-4,4)	10345 (-2,3)	10846 (+2,3)	15,4 (-2,5)	16,1 (+1,9)	31 (-2,5)	32 (+1,9)
Rente op diere (R/GVE)	35,00	26,25	43,75	337,22 (-4,9)	372,22 (+4,9)	334,78 (+5,5)	299,78 (-5,5)	99,3 (+11,1)	80,5 (-9,9)	10036 (-5,2)	11208 (+5,8)	14,9 (-5,7)	16,7 (+5,7)	30 (-5,7)	34 (+5,7)
Vergelykende uitsette van die "standaard"				354,72		317,28		89,4		10590		15,8		32	

GB : Gelykbreek

S : Standaardwaarde

Aannames:

Uitgawes verbonde aan arbeid, veelkke en dosering is deurgaans 18,5%, en vervoer 7,5% van die melkinkomste

Tabel 70. Vergelykende seisoenale verdienste per R100 kapitale belegging ten opsigte van industriële- en vars melk vir die tydperk 1970 tot 1979

Veranderlikes	Behande- ling	Seisoen									
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Melkprys:											
Industriële melk (c/ℓ)		4,43	4,77	5,06	5,94	6,94	10,05	10,63	9,55	10,27	11,50
Vars melk (c/ℓ)		7,13	7,56	7,60	8,54	11,03	13,64	15,36	15,91	16,53	17,25
Vaste kostes:											
Bemesting,	I II III IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
vestiging,		15,02	15,80	16,59	16,93	21,85	29,49	29,81	34,28	38,76	44,53
vervoer en kunsmis-		30,79	32,40	34,02	34,72	44,78	60,48	61,14	72,55	79,50	91,32
strooiing (R/ha)		49,18	51,74	54,33	55,45	71,52	96,60	97,64	112,27	126,97	145,85
Verdienste per R100	I	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6
kapitaalbesteding op	II	168,7	170,6	171,4	182,3	174,6	180,1	183,5	164,1	159,9	157,7
industriële melk (R/R100)	III	131,3	133,4	134,3	146,9	138,1	144,3	148,4	123,0	121,2	118,8
	IV	108,2	110,4	111,4	124,6	115,3	121,9	126,1	102,7	97,9	95,5
Verdienste per R100	I	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6	284,6
kapitaalbesteding op	II	203,3	203,8	201,0	207,2	207,2	201,7	208,5	201,9	196,3	189,5
vars melk (R/R100)	III	172,4	173,0	169,5	177,1	177,2	170,3	178,8	168,0	163,7	155,6
	IV	152,0	152,7	148,8	157,2	157,3	149,7	158,9	149,9	142,5	133,8

- Aannames :
1. Melkproduksie op al vier behandelings is gemiddeld 12 liter per dag
 2. Geen kragvoerbyvoeding word verskaf nie en uitgawes verbonde aan arbeid, veelekke en dosering is gemiddeld 18,5% van die melkinkomste, en vervoer beloop 7,5% van die melkinkomste
 3. Geen rente is op kapitale beleggings in grond en diere gehef nie
 4. Veeladings is 1,0; 1,5; 2,0 en 2,5 GVE/ha vir 168 dae op behandeling I–IV respektiewelik