

## Ondersoek na seleksiemaatstawwe by Afrinoskape. Genetiese parameters van groei- en woleienskappe

Margaretha A. Badenhorst\* en J.J. Olivier

Karootstreek, Privaatsak X529, Middelburg 5900, Republiek van Suid Afrika

S.J. Schoeman

Departement Veekunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria 0002, Republiek van Suid Afrika

G.J. Delpont

S.A. Vagtoetsentrum, Middelburg 5900, Republiek van Suid Afrika

Ontvang 15 Januarie 1990; hersien 5 Julie 1990; aanvaar 11 Desember 1990

**Investigation of selection criteria for Afrino sheep. Genetic parameters of growth and wool traits.** The data used in this study were obtained from the Carnarvon Afrino stud. The genetic and phenotypic parameters for the various growth and wool traits were estimated by means of Henderson's Method III. The following traits were considered as possible selection criteria for ram selection: weaning weight ( $h^2 = 0,21 \pm 0,07$ ), yearling weight ( $h^2 = 0,22 \pm 0,07$ ), ADG: weaning-year-old ( $h^2 = 0,23 \pm 0,07$ ), Kleiber: weaning-year-old ( $h^2 = 0,23 \pm 0,07$ ), and eighteen-month mass ( $h^2 = 0,28 \pm 0,08$ ). However, the traits yearling weight, ADG: weaning-year-old and eighteen-month mass cannot be considered as possible selection criteria because of their undesirable genetic correlations with birth mass and eighteen-month mass. Kleiber: weaning-year-old had a non-significant negative genetic correlation of  $-0,12 \pm 0,22$  with birth mass, a medium positive correlation with yearling weight ( $0,35 \pm 0,21$ ) and it is almost unrelated to eighteen-month mass ( $r_g = 0,10 \pm 0,22$ ). At 12 months of age, rams can be selected on the basis of the following selection index:  $I = 3 \times \text{weaning mass} - 1 \times \text{Kleiber: weaning-year-old} - 18 \times \text{fibre diameter}$ .

Ondersoek is ingestel na geskikte seleksiemaatstawwe vir Afrino-skape. Data vanaf die Carnarvonse Afrinokudde is vir hierdie ondersoek gebruik. Genetiese en fenotipiese parameters van die onderskeie groei- en woleienskappe is met behulp van Henderson se Metode III beraam. Die volgende eienskappe is as moontlike seleksiemaatstawwe vir ram-seleksie oorweeg: speenmassa ( $h^2 = 0,21 \pm 0,07$ ), jaarmassa ( $h^2 = 0,22 \pm 0,07$ ), GDT: speen-jaar ( $h^2 = 0,22 \pm 0,07$ ), Kleiber: speen-jaar ( $h^2 = 0,23 \pm 0,07$ ), en agtienmaandemassa ( $h^2 = 0,28 \pm 0,08$ ). Jaarmassa, GDT: speen-jaar en agtienmaandemassa is as gevolg van hul ongunstige genetiese korrelasies met geboortemassa en agtienmaandemassa as seleksiemaatstawwe geëlimineer. Kleiber: speen-jaar het 'n nie-betekenisvolle negatiewe korrelasie van  $-0,12 \pm 0,22$  met geboortemassa, 'n matig-positiewe korrelasie van  $0,35 \pm 0,21$  met jaarmassa en is feitlik onafhanklik van agtienmaandemassa ( $r_g = 0,10 \pm 0,22$ ). Ramme kan op 12-maande-ouderdom op grond van die volgende seleksie-indeks geselekteer word:  $I = 3 \times \text{speenmassa} + 1 \times \text{Kleiber: speen-jaar} - 18 \times \text{veseldikte}$ .

**Keywords:** Afrino, genetic parameters, growth traits, Kleiber ratio.

\* Aan wie korrespondensie gerig moet word.

Die Afrino is die jongste skaapras in Suid-Afrika en seleksiemaatstawwe vir dié ras is nog nie duidelik omskryf nie. Die algemene seleksiedoelwit kan as volg omskryf word:

Ooie moet 'n goeie kwaliteit slaglammers op 'n relatief vroeë ouderdom vanaf die veld produseer.

Diere moet wol van 'n aanvaarbare kwaliteit en hoeveelheid produseer.

Ondersoek is vervolgens ingestel om die mees geskikte seleksiemaatstawwe te identifiseer ten einde bogenoemde seleksiedoelwit te kan bereik.

Uit die resultate van talle eksperimente is dit duidelik dat daar wel genetiese vordering gemaak word indien daar vir massa of groeitempo geselekteer word (Pattie, 1965a & 1965b; Lasslo *et al.*, 1985; Hinch *et al.*, 1986).

Volgens Barlow (1984), Scholtz & Roux (1984) en Scholtz (1985) word die volgende gekorreleerde responsies verkry indien daar vir massa of groeitempo geselekteer word, nl. 'n toename in voerinname, liggaamsvet en bruto doeltreffendheid en 'n afname in vrugbaarheid en oorlewing. In rasse waar daar reeds geruime tyd vir massa geselekteer is, kan seleksie vir massa, benewens 'n toename

in doeltreffendheid (Brown *et al.*, 1987), ook tot 'n verlaagde vrugbaarheid en verhoogde vetneerlegging lei, wat op sigself ook tot afname in reproduksie kan lei. Daar moet dus teen te hoë geboortemassa (geboorteprobleme) en te hoë volwassemassa (verlaagde vrugbaarheid) gewaak word. 'n Hoë volwassemassa vir die Afrino is verder ook ongewens aangesien die skaap onder ekstensiewe toestande aangehou word en 'n ooi-kudde met 'n laer onderhoudsbehoefte dus verkieslik is.

Seleksie vir doeltreffendheid daarenteen sal, soos deur Scholtz (1985) by vleisbeeste aangetoon, nie vrugbaarheid tot dieselfde mate verlaag of vetneerlegging in die liggaam tot dieselfde mate verhoog, as direkte seleksie vir liggaamsmassa nie. Dit is egter onmoontlik om vir doeltreffendheid van voerverbruik onder ekstensiewe veldtoestande te selekteer, aangesien individuele innames nie in die veld bepaal kan word nie. Die Kleiberverhouding ( $GDT/W^{0,75} = \text{gemiddelde daaglikse toename/metaboliese eindmassa}$ ) is deur Kleiber (1936), Roux & Scholtz (1984), Scholtz (1985) en Scholtz & Roux (1988) as 'n indirekte seleksiemaatstaf vir doeltreffendheid voorgestel.

Die voordele van die Kleiberverhouding is dat dit onder veldtoestande bepaal kan word, dit is positief gekorreleer

met GDT, dit voorspel voeromset akkurater as wat GDT dit kan voorspel en dit het nie dieselfde mate van negatiewe invloed op vrugbaarheid of oorlewing as seleksie vir liggaamsmassa of groeitempo nie (Roux & Scholtz, 1984; Scholtz, 1985; Scholtz, 1986). Klosterman (1972) en Scholtz & Roux (1988) het onderskeidelik fenotipiese korrelasies van  $-0,85$  en  $-0,81$  tussen die Kleiberverhouding en voeromset by beeste gevind. Genoemde korrelasies is in ooreenstemming met dié van  $-0,87$  wat met Afrinoram-lammers onder voerkraaltoestande gevind is (Badenhorst, 1988; ongepubliseerde data). Dit is verder interessant om daarop te let dat die korrelasie tussen GDT en voeromset tydens hierdie proefperiode slegs  $-0,64$  was, in vergelyking met die korrelasie van  $-0,87$  tussen die Kleiberverhouding en voeromset. Die Kleiberverhouding voorspel dus in hierdie geval voeromset 36% akkurater as wat GDT dit voorspel. Die oorerflikheid van en genetiese korrelasies tussen die Kleiberverhouding en ander eienskappe by skape is nog nie bekend nie. Dit is dus noodsaaklik om die oorerflikheid van en die verband tussen die Kleiberverhouding (as doeltreffendheidsmaatstaf) en ander ekonomies belangrike eienskappe by skape te toets, alvorens dit as 'n seleksiemaatstaf vir die Afrino oorweeg kan word.

### Proefdiere en Prosedure

Die datastel wat vir hierdie studie gebruik is, is afkomstig vanaf 'n langtermyn seleksieproef wat op die Camarvon proefplaas uitgevoer is. Die proef het die ontwikkeling van die Afrino-skaapras onder ekstensiewe omgewingstoestande behels. Die uitleg van die proef in die aanvangsjare en die verdere verloop daarvan, is volledig deur Olivier *et al.* (1984) beskryf.

Die oorerflikhede en genetiese en fenotipiese korrelasies van die volgende eienskappe is met behulp van Henderson se Metode III (Harvey, 1977) beraam:

- Geboortemassa
- Speenmassa
- GDT vanaf geboorte tot speen (GDT: geboorte-speen)
- Kleiberverhouding vanaf geboorte tot speen (Kleiber: geboorte-speen)
- Jaarmassa
- GDT vanaf speen tot jaarouderdom (GDT: speen-jaar)
- Kleiberverhouding vanaf speen tot jaarouderdom (Kleiber: speen-jaar)
- Agtienmaandemassa
- Skoonwolmassa
- Veseldikte

Daar is van 'n genestelde ontwerp gebruik gemaak. In die grootste gedeelte van die oorspronklike datastel was die vaars binne jare genestel. Omrede daar egter van die ramme in dié datastel was wat nageslag in meer as een jaar gehad het, is daar van die data weggelaat sodat in die finale datastel elke ram slegs nageslag in een jaar gehad het. Vervolgens is alle rekords van die herfsgebore lammers weggelaat, aangesien die frekwensieverdeling t.o.v. seisoen te ongebalanseerd was (herfsgebore lammers = 169 en lentegebore lammers = 1348).

Kleinste-kwadrante-korreksies vir geslag en geboortestatus van die lam en vir ouderdom van die moeder is aangebring

alvorens die finale model op die data gepas is. Daar is onvermydelik van 'n gekorrigeerde datastel gebruik gemaak, aangesien dieselfde datastel vir die doel van 'n BLUP-ontleding vir die bepaling van teelwaardes gekorrigeer moes word. Aangesien daar in 'n vooraf-analise geen interaksies tussen die hoofeffek wat in die model ingesluit is en die effekte waarvoor vooraf gekorrigeer is gevind is nie, is aanvaar dat die genoemde interaksies 'n weglaatbare effek op die resultaat sou hê.

Data van 72 ramme wat altesaam 1348 nageslag oor 'n periode van nege jare gehad het, is vir hierdie ontledings gebruik. Die minste aantal nageslag per ram was 9 en die meeste 52. Die effektiewe aantal nageslag per ram was 18,55.

Die volgende gemengde model is op die data gepas:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

waar  $Y_{ijk}$  = waarneming op die  $k^{\text{ste}}$  nageslag van die  $j^{\text{ste}}$  vader in die  $i^{\text{ste}}$  jaar,

$\mu$  = algemene gemiddelde,

$a_i$  = vaste effek van die  $i^{\text{ste}}$  jaar,

$b_j$  = toevallige effek van die  $j^{\text{ste}}$  vader,

$e_{ijk}$  = toevallige fout.

### Resultate en Bespreking

#### Databeskrywing

Die kleinste-kwadrante-gemiddeldes, standaardafwykings en koëffisiënte van variasie van die eienskappe wat ondersoek is, word in Tabel 1 aangetoon (kleinste-kwadrante-gemiddeldes en standaardafwykings soos verkry met Henderson se Metode III).

Uit Tabel 1 kan gesien word dat die koëffisiënte van variasie van al die eienskappe laag is en dit is ook in ooreenstemming met dié wat ander outeurs vir verskillende skaaprasse onder Suid-Afrikaanse toestande verkry het [Vosloo, 1967 (SA Vleismerino's); Heydenrych, 1975 (Merino's)].

**Tabel 1** Kleinste-kwadrante-gemiddeldes (GEM), standaardafwykings (SA) en koëffisiënte van variasie (KV) van die verskillende eienskappe ( $n = 1348$ )

Eienskap	GEM	SA	KV
Geboortemassa (kg)	4,90	0,582	11,87
Speenmassa (kg)	26,25	3,382	12,88
GDT : geboorte-speen (g/d)	213,64	32,545	15,23
Kleiber : geboorte-speen	18,27	1,209	6,62
Jaarmassa (kg)	48,41	4,655	9,62
GDT : speen-jaar (g/d)	98,01	16,113	16,44
Kleiber : speen-jaar	5,28	0,687	13,01
Agtienmaandemassa (kg)	55,31	5,515	9,97
Skoonwolmassa (kg)	1,97	0,356	18,07
Veseldikte (mikron)	21,60	1,371	6,35

#### Oorerflikheid en genetiese korrelasies

Die oorerflikheidsberamings van en die genetiese en fenotipiese korrelasies tussen die eienskappe wat ondersoek is, tesame met die standaardfoute daarvan, word in Tabel 2 aangetoon.

**Tabel 2** Oorerflikhede van en genetiese ( $r_g$ ) en fenotipiese ( $r_p$ ) korrelasies tussen die eienskappe by die Afrino<sup>a</sup>

Eienskap	Geboorte- massa	Speen- massa	GDT: geb.-speen	Kleiber: geb.-speen	Jaar- massa	GDT: speen-jaar	Kleiber: speen-jaar	18-mde- massa	Skoonwol- massa	Vesel- dikte
Geboortemassa	0,30 (0,08) <sup>b</sup>	0,72 (0,15)	0,59 (0,20)	0,25 (0,28)	0,63 (0,16)	0,19 (0,22)	-0,12 (0,22)	0,57 (0,16)	-0,26 (0,20)	0,14 (0,20)
Speenmassa	0,33	0,21 (0,07)	0,99 (0,01)	0,83 (0,09)	0,61 (0,15)	-0,10 (0,25)	-0,51 (0,28)	0,71 (0,13)	-0,17 (0,22)	-0,02 (0,22)
GDT: geboorte-speen	0,16	0,99	0,17 (0,06)	0,90 (0,05)	0,56 (0,18)	-0,16 (0,27)	-0,56 (0,31)	0,68 (0,15)	-0,14 (0,24)	-0,05 (0,23)
Kleiber: geboorte-speen	-0,12	0,88	0,94	0,12 (0,05)	0,42 (0,24)	-0,20 (0,30)	-0,56 (0,36)	0,60 (0,20)	-0,07 (0,27)	-0,12 (0,26)
Jaarmassa	0,29	0,63	0,60	0,52	0,22 (0,07)	0,72 (0,12)	0,35 (0,21)	0,90 (0,06)	-0,13 (0,22)	-0,07 (0,21)
GDT: speen-jaar	0,06	-0,12	-0,14	-0,15	0,69	0,22 (0,07)	0,90 (0,05)	0,51 (0,17)	-0,02 (0,23)	0,08 (0,21)
Kleiber: speen-jaar	-0,08	-0,52	-0,53	-0,51	0,32	0,89	0,23 (0,07)	0,10 (0,22)	0,03 (0,22)	0,07 (0,21)
18-maande-massa	0,30	0,56	0,53	0,44	0,79	0,49	0,19	0,28 (0,08)	-0,19 (0,21)	-0,01 (0,20)
Skoonwolmassa	0,12	0,13	0,11	0,09	0,17	0,10	0,03	0,12	0,30 (0,08)	0,58 (0,15)
Veseldikte	-0,01	-0,03	-0,03	-0,02	0,10	0,15	0,14	0,08	0,25	0,39 (0,09)

<sup>a</sup>  $h^2$  op die diagonaal;  $r_g$  bokant die diagonaal;  $r_p$  onderkant die diagonaal.

<sup>b</sup> Standaardfout in hakies.

Alvorens enige eienskap as seleksiemaatstaf aanbeveel kan word, moet daar benewens die oorerflikheid daarvan, ook eers gekyk word na die korrelasies van hierdie eienskap met ander ekonomies-belangrike eienskappe; in hierdie geval veral met geboortemassa en volwassemassa. Indien enige eienskap 'n ongewenste genetiese of fenotipiese korrelasie met een van dié eienskappe het, kan dié eienskap uit die aard van die saak nie as seleksiemaatstaf aanbeveel word nie.

Die hoë genetiese korrelasies van  $0,72 \pm 0,15$  tussen speenmassa en geboortemassa en  $0,71 \pm 0,13$  wat tussen speenmassa en agtienmaandemassa in hierdie studie verkry is, mag as gevolg van seleksie vir speenmassa in dié kudde tot ongewenste gekorreleerde responsies in geboortemassa en volwassemassa aanleiding gee. Die hoë genetiese korrelasie van  $0,90 \pm 0,06$  tussen jaarmassa en agtienmaandemassa en dié van  $0,63 \pm 0,16$  tussen jaarmassa en geboortemassa, verlaag ook die waarde van jaarmassa as moontlike seleksiemaatstaf.

Seleksie vir naspeense groei in hierdie kudde mag weens die positiewe korrelasies daarvan met jaarmassa ( $0,72 \pm 0,12$ ) en agtienmaandemassa ( $0,51 \pm 0,17$ ), ongewenste gekorreleerde responsies in hierdie twee eienskappe tot gevolg hê, indien daar vir naspeense groei geselekteer sou word.

Uit Tabel 2 kan gesien word dat Kleiber: geboorte-speen hoë genetiese korrelasies met speenmassa ( $0,83 \pm 0,09$ ), jaarmassa ( $0,42 \pm 0,24$ ) en agtienmaandemassa ( $0,60 \pm 0,20$ ) toon, terwyl dit 'n positiewe genetiese korrelasie met geboortemassa ( $0,25 \pm 0,28$ ) het. Die genetiese korrelasie

tussen Kleiber: geboorte-speen en agtienmaandemassa ( $0,60 \pm 0,20$ ) is egter ongewens. Verder is die oorerflikheid van Kleiber: geboorte-speen laag ( $0,12 \pm 0,05$ ) en sal daar van bykomende inligting (ouers, sibbe) gebruik gemaak moet word indien dit as effektiewe seleksiemaatstaf gebruik wil word.

Kleiber: speen-jaar, daarenteen, het 'n onbeduidende negatiewe korrelasie van  $-0,12 \pm 0,22$  met geboortemassa. Verder het dit 'n matig-positiewe korrelasie van  $0,35 \pm 0,21$  met jaarmassa en is dit vir alle praktiese doeleindes onafhanklik van agtienmaandemassa ( $r_g = 0,10 \pm 0,22$ ). Indien Kleiber: speen-jaar egter as 'n seleksiemaatstaf gebruik word, sal 'n voorspeense parameter ook ingesluit moet word om voorsiening te maak vir die negatiewe korrelasie van Kleiber: speen-jaar met speenmassa ( $-0,51 \pm 0,28$ ), voorspeense groei ( $-0,56 \pm 0,31$ ) en Kleiber: geboorte-speen ( $-0,56 \pm 0,36$ ).

Kleiber: geboorte-speen of speenmassa kan dus saam met Kleiber: speen-jaar in 'n seleksie-indeks gebruik word. In die praktyk gebeur dit dikwels dat telers nie geboortemassas neem nie. In sulke gevalle kan die Kleiber: geboorte-speen-verhouding nie bereken word nie. Speenmassa blyk dus die mees geskikte voorspeense seleksiemaatstaf te wees om saam met Kleiber: speen-jaar in 'n seleksie-indeks te gebruik.

Die ekonomiese waarde van voorspeense groei in ekstensiewe weigebiede kan moeilik gekwantifiseer word, aangesien dit nie 'n groot effek op die beskikbare weiding i.t.v. veebelading uitoefen nie. Dieselfde argument geld vir

naspeense groei, veral omrede lammers wat later as  $\pm 6$ -maande-ouderdom bemark word, dikwels eers geskeer word voordat hulle bemark word. Dit kan dus meebring dat bemarking voor 6-maande-ouderdom, wat d.m.v. vinnige voorspeense groei verkry kan word, ekonomies nadelig mag wees. Die ekonomiese waardes van voor- en naspeense groei, veral onder ekstensiewe boerderytoestande moet dus nog gekwantifiseer word. Dit is om hierdie rede dat daar in genoemde indeks gelyke ekonomiese gewigte aan speenmassa en Kleiber: speen-jaar toegeken is.

Wat die woleienskappe skoonwolmassa ( $h^2 = 0,30 \pm 0,08$ ) en veseldikte ( $h^2 = 0,39 \pm 0,09$ ) aanbetref, is dit duidelik dat vinnige, effektiewe seleksievordering met massaseleksie op grond van die dier se eie fenotipe, in hierdie eienskappe moontlik is. Uit Tabel 2 kan gesien word dat skoonwolmassa en veseldikte geneties onbeduidend positief tot onbeduidend negatief met al die groei-eienskappe gekorreleer is. Die standaardfoute van die beramings is in die meeste gevalle egter hoër as die beramings self en die akkuraatheid daarvan is gevolglik laag.

Weens die groot rol wat veseldikte huidiglik in die prysbepaling van wol speel, asook die moontlike toeneemende ekonomiese belangrikheid daarvan in die toekoms, word veseldikte ook in die voorgestelde seleksie-indeks ingesluit.

Die voorgestelde indeks, beraam volgens die Smith-Hazel-metode (Poggenpoel, 1985), is as volg:

$$I = 3 \times \text{speenmassa} + 1 \times \text{Kleiber: speen-jaar} - 18 \times \text{veseldikte.}$$

### Summary

The purpose of this study was to evaluate possible selection criteria for Afrino sheep. The data used in this study were obtained from the Carnarvon Afrino stud. The genetic and phenotypic parameters for the following growth and wool traits were estimated by means of Henderson's Method III:

- Birth mass
- Weaning mass
- ADG from birth to weaning (ADG: birth-weaning)
- Kleiber ratio from birth to weaning (Kleiber: birth-weaning)
- Yearling mass
- ADG from weaning to year-old (ADG: weaning-year-old)
- Kleiber ratio from weaning to year-old (Kleiber: weaning-year-old)
- Eighteen-month mass
- Clean fleece mass
- Fibre diameter

where Kleiber ratio = ADG(average daily gain) / metabolic end mass.

The following traits were considered as possible selection criteria for ram selection: weaning weight ( $h^2 = 0,21 \pm 0,07$ ), yearling weight ( $h^2 = 0,22 \pm 0,07$ ), ADG: weaning-year-old ( $h^2 = 0,22 \pm 0,07$ ), Kleiber: weaning-year-old ( $h^2 = 0,23 \pm 0,07$ ), and eighteen-month mass ( $h^2 = 0,28 \pm 0,08$ ). However, the traits yearling weight, ADG: weaning-year-old and eighteen-month mass cannot be considered as possible selection criteria because of their undesirable

genetic correlations with birth mass and eighteen-month mass.

Kleiber: weaning-year-old has a negative genetic correlation of  $-0,12 \pm 0,22$  with birth mass, a medium positive correlation with yearling weight ( $0,35 \pm 0,21$ ) and is almost unrelated to eighteen-month mass ( $r_g = 0,10 \pm 0,22$ ). However, the high negative correlation thereof with preweaning growth traits must be taken into consideration when deciding on selection criteria.

At 12 months of age, rams can be selected on the basis of the following selection index:

$$I = 3 \times \text{weaning mass} + 1 \times \text{Kleiber: weaning-year-old} - 18 \times \text{fibre diameter.}$$

### Verwysings

- BARLOW, R., 1984. Selection for growth and size in ruminants: Is it time for a moratorium? *Proc. 2nd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*. April 1984, Pretoria.
- BROWN, D.L., DALLY, M.R., SCHWARTZ, M.R. & BRADFORD, G.E., 1987. Feed efficiency, growth rates, body composition, milk production and milk composition of Targhee sheep selected for increased weaning weight. *J. Anim. Sci.* 65, 692.
- HARVEY, W.R., 1977. User's guide for LSML76 - Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State Univ., Ohio, USA.
- HEYDENRYCH, H.J., 1975. 'n Studie van kuddestatestieke, nie-genetiese faktore, genetiese parameters en seleksie vordering m.b.t. die Tygerhoek Merinokudde. DSc-tesis, Univ. Stellenbosch.
- HINCH, G.N., THWAITES, C.J. & EDEY, T.N., 1986. Ewe and lamb effects on lamb birth weight and growth rate in weaning weight selection lines. *Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.* 16, 231.
- KLEIBER, M., 1936. Problems involved in breeding for efficiency of food utilisation. *Proc. Am. Soc. Anim. Prod.* 29th Annual Meeting, pp. 247 - 258.
- KLOSTERMAN, E.W., 1972. Beef cattle size for maximum efficiency. *J. Anim. Sci.* 34, 875.
- LASSLO, L.L., BRADFORD, G.E., TORELL, D.T. & KENNEDY, B.W., 1985. Selection for weaning weight in Targhee sheep in two environments. I. Direct response. *J. Anim. Sci.* 61, 376.
- OLIVIER, J.J., MARAIS, P.G. & CLOETE, J.A.N., 1984. Evaluering van verskillende raskruisings in die ontwikkeling van 'n witwolvleisras: Die Afrino. *S.-Afr. Tydskr. Veek.* 14, 105.
- PATTIE, W.A., 1965a. Selection for weaning weight in Merino sheep. I. Direct response to selection. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 5, 353.
- PATTIE, W.A., 1965b. Selection for weaning weight in Merino sheep. II. Correlated responses in other production characters. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 5, 361.
- POGGENPOEL, D.G., 1985. Die berekening van wegingsfaktore vir 'n seleksie-indeks vir Merinoskape. *Merinotelers se Kwartaalblad* Desember, 1985.
- ROUX, C.Z. & SCHOLTZ, M.M., 1984. Breeding goals for optimal total life cycle production systems. *Proc. 2nd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*. April 1984, Pretoria.
- SCHOLTZ, M.M., 1985. 'n Kritiese evaluasie van prestasietoetsing. Verrigtinge van 'n Simposium oor Skaap- en Vleisbeesteling. Dept. Veekunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
- SCHOLTZ, M.M., 1986. Teeldoelwitte en seleksieprosedures vir vader- en moederlyne. (Ongepubliseerd) Saamtrek van Veeverbeterings-beamptes, Elsenburg, Stellenbosch.
- SCHOLTZ, M.M. & ROUX, C.Z., 1984. Correlated responses to selection for growth, size and efficiency. *Proc. 2nd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*. April 1984, Pretoria.
- SCHOLTZ, M.M. & ROUX, C.Z., 1988. The Kleiber ratio (growth rate / metabolic mass) as possible selection criteria in the selection of beef cattle. *Proc. 3rd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*, Paris, France. Vol 2, pp. 373 - 375.
- VOSLOO, L.P., 1967. Faktore wat die produksie en reproduksie van die Elsenburg Duitse Merinoskaap kudde beïnvloed. DSc-tesis, Univ. Stellenbosch, Stellenbosch.