

# Die invloed van voedingspeil op puberteitsbereiking by Nguni, Bonsmara en Drakensbergervese

J.M. Lepen<sup>1</sup>

Departement van Landbou en Bosbou, KwaZulu Regeringsdiens, Ulundi 3838, Republiek van Suid-Afrika

S.J.Schoeman and H.A.W Venter<sup>2</sup>

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

Ontvang 25 Junie 1989; hersien 30 November 1989; aanvaar 7 Mei 1990

**The effect of feeding level on puberty development in Nguni, Bonsmara and Drakensberger heifers.** The growing interest in the Nguni and the need for reliable data on the breed led firstly to an investigation of puberty development in Nguni, Bonsmara and Drakensberger heifers. Secondly puberty development was also studied in Nguni heifers under extensive conditions. Nguni heifers reached puberty at a highly significant ( $P < 0,01$ ) earlier age (349,91 days) and lower mass (238,23 kg) as compared with Drakensberger and Bonsmara heifers. The Drakensberger heifers were slightly younger (407,21 days) and lighter (298,71 kg) than the Bonsmara heifers which were 418,96 days old and with a mass of 341,39 kg. The Bonsmara, Drakensberger and Nguni heifers gained 1 080, 870, and 760 g per day, respectively, from weaning to the attainment of puberty. Nguni heifers consumed significantly less feed (326,8 kg) compared to the Drakensberger (780,27 kg) and Bonsmara heifers (1 151,27 kg). At puberty the Nguni heifers were the smallest. The Drakensberger and Bonsmara heifers had approximately the same stage of conformational development. The group of Nguni heifers which were under intensive feeding conditions, maintained a highly significant ( $P < 0,01$ ) higher ADG, attained puberty at a highly significant ( $P < 0,01$ ) earlier age (344,51 versus 399,89 days) and on a slightly though nonsignificant lower mass (237,27 vs 234,85 kg) than the group under extensive conditions.

Die groeiende belangstelling in die Nguni en die behoefte aan betroubare inligting oor die ras het eerstens gelei tot 'n ondersoek na puberteitsontwikkeling by Nguni, Bonsmara en Drakensbergervese onder intensiewe voedings toestande. Tweedens is puberteitsontwikkeling ook by Nguniverse onder ekstensiewe toestande bestudeer. Nguniverse het puberteit op 'n hoogs betekenisvolle ( $P < 0,01$ ) vroeër ouderdom (349,91 dae) en ligter massa (238,23 kg) bereik vergeleke met Drakensberger en Bonsmaraverse. Drakensbergervese was met puberteit ietwat jonger (407,21 dae) en ligter (298,71 kg) as die Bonsmaraverse wat 418,96 dae oud was en 'n massa van 341,39 kg gehad het. Bonsmara, Drakensberger en Nguniverse het vanaf speen tot met die bereiking van puberteit, respektiewelik 1 080, 870, en 760 g per dag gehandhaaf. Nguniverse het heelwat minder voer verbruik (326,8 kg) vergeleke met die Drakensberger (780,27 kg) en die Bonsmaraverse (1 151,27 kg). Nguniverse was met puberteit kleiner as die Bonsmara en Drakensbergervese wat op hulle beurt puberteit nagenoeg op dieselfde stadium van bouvorm ontwikkeling bereik het. Die groep Nguniverse wat onder intensiewe voedings toestande 'n hoogs betekenisvolle ( $P < 0,01$ ) hoër GDT gehandhaaf het, het puberteit op 'n hoogs betekenisvolle ( $P < 0,01$ ) vroeër ouderdom (344,51 teenoor 399,89 dae) en ietwat swaarder (237,27 teenoor 234,85 kg) maar nie betekenisvolle hoër massa, bereik as die groep onder ekstensiewe toestande.

**Keywords:** Nguni, puberty, feeding level.

Gedeelte van verhandeling vir die graad MSc (Agric) in die Departement Veekunde, Universiteit van Pretoria.

<sup>1</sup> Outeur aan wie korrespondensie gerig moet word by: Posbus 24508, Windhoek 9000, Republiek van Namibië.

<sup>2</sup> Huidige adres: Posbus 971, Bronkhorstspuit 1020, Republiek van Suid-Afrika.

## Inleiding

Die inheemse rasse in die Republiek van Suid-Afrika en Namibië moet aanpasbaar wees om onder suboptimale toestande te kan oorleef en produseer. Ten spyte van dié rasse se goeie aanpasbaarheidseienskappe is daar eers onlangs bespiegel of hulle nie 'n belangriker rol in beesvleisproduksie of as moederlyn behoort te vervul nie. Dit het die aandag spesifiek op die Nguni gevestig en aan die hand van verskeie verslae en publikasies is onder andere tot die gevolgtrekking gekom dat die Nguni uniek is in die sin dat dit die kortste tussenkalfperiode van alle vleisbeesrasse in die RSA het (Bosman, 1981), goed vergelyk met *indicus* rasse ten opsigte van groeitempo (Scholtz & Lombard, 1984), terwyl die gemete voeromsetverhouding beter is as dié van die *indicus* rasse asook goed vergelyk met dié van die Charolais, Suid Devon en Sussex (Scholtz & Lombard, 1984). Met betrekking tot produksie per beeseenheid het die Sanga die hoogste speenmassa

geproduceer per 100 kg koeimassa gepaar (Barnard & Venter, 1983).

Optimale reproduksie is egter die belangrikste faktor wat bepalend is vir ekonomiese vleisbeesboerdery (Maddox, 1966; Groenewald, 1975; Topps, 1977; Klosterman, 1981). Optimale reproduksieprestasie word in die eerste plek deur vroeë geslagsrypheid bepaal wat die begin van die reproduktiewe lewe van verse is. Inligting rakende die puberteitskaraktertrekke van die Nguni en ander inheemse rasse is dus belangrik vir die ontwikkeling van teelstrategieë, seleksiedoelwitte en toepaslike bestuurspraktyke. Ondersoek is derhalwe ingestel na die puberteitsmassa en -ouderdom asook bouvorm ontwikkeling van Nguni-, Bonsmara- en Drakensbergervese. Die effek van voedingspeil op puberteitskaraktertrekke van die Nguni is terselfdertyd ondersoek.

## Prosedure

Die proef is te Bartlow Combine Nguni Teelstasie (28 06 B;

32 01 L) van die KwaZulu Departement van Landbou en Bosbou uitgevoer. Vyftien Bonsmara, 15 Drakensberger en 45 Nguni speenverse is as proefdiere gebruik. Vyftien verse van elke ras het individueel 'n volledige saamgestelde rantsoen *ad lib* ontvang, terwyl 30 Nguniverse as 'n kontrolegroep ekstensief op natuurlike soetveldweiding teen 'n drakrag van 6 ha per GVE (grootvee-eenheid) geplaas is. Net 'n sout en fosfaatlek bestaande uit een deel sout en twee dele beenmeel is as aanvulling uitgeplaas. Daar is aangeneem dat 'n vers puberteit met eerste waarneembare estrus bereik het (Swierstra, Rahnefeld, Cliplef & Strain, 1977). Massas is tweeweekliks geneem nadat verse oornag, vir ongeveer 12 h, van voer en water weerhou is. Massas is ook bepaal sodra verse eerste estrus getoon het. Liggaamsmates is met die aanvang van die studie en met die vertoning van eerste estrus bepaal. Verse het daaglik vanaf 07:00 tot 12:00 en weer van 14:00 tot 16:00 geleentheid gehad om te vreet. Vanaf 12:00 tot 14:00 en weer van 16:00 tot 07:00 die volgende dag is verse in aangrensende krale, met skoon drinkwater, vrygelaat waar hulle met behulp van gevasektomiseerde bulle gekoggel is om bronstigheid te bepaal. Daarbenewens is visuele waarnemings vanaf voor daglig tot na sononder gedoen. Deur middel van inwendige ondersoek is 'n indeks waarde in sentimeter aan die aktiewe ovaria toegeken wanneer verse bronstig was. Variansie-analise is gedoen met behulp van die GLM prosedure (1982) van die SAS (Statistical Analysis System) rekenaarprogram. Die Bonferroni ongelykheid (Miller, 1966) is gebruik om die peile van betekenisvolheid vir die kleinste kwadrate gemiddeldes aan te pas en nog tot die voorafgekoese waarde te beperk. Beginouderdom en -massa het hoogs betekenisvol ( $P < 0,01$ ) tussen die onderskeie vergelykingsgroepe verskil. Derhalwe is met behulp van lineêre regressies (kofaktore) in die verskillende analyses gekorrigeer vir beginouderdom en -massa om sodoende te poog om die effek daarvan op die onderskeie parameters sover moontlik uit te skakel. Ten spyte van die korreksies wat aangebring is, was die Bonsmaraverse steeds hoogs betekenisvol ( $P < 0,01$ ) ouer (284 dae). Wat beginmassa aanbetref was daar

geen betekenisvolle verskille nadat korreksies aangebring is nie.

### Resultate en bespreking

Hoogs betekenisvolle verskille in puberteitsouderdom en -massa het tussen die maksimum toenamegroep Nguni-, Bonsmara- en Drakensbergverse voorgekom (Tabel 1). So bv. het die Nguniverse puberteit gemiddeld op 'n hoogs betekenisvolle ( $P < 0,01$ ) vroeër ouderdom (350 dae) (11,5 maande), vergeleke met Drakensbergverse (407 dae) (13,4 maande) en Bonsmaraverse (419 dae) (13,8 maande) bereik. Daarteenoor kom Bonsma, Bisschop, Curson, Van Rensburg, Van Wyk, Barnard & Watermeyer (1950) tot die gevolgtrekking dat Nguniverse in stamgebiede in Zoeloeland en Swaziland laat geslagsrypheid bereik. Die tradisionele kommunale boerderystelsels met gepaardgaande weidingstekorte en lae vlak van kudde bestuur wat toegepas word, het tot gevolg dat Nguniverse nie anders kan as om 'n suboptimale groeitempo vanaf geboorte tot geslagsrypheid te handhaaf nie. Joubert (1963) kom ook tot die gevolgtrekking dat ouderdom met die bereiking van puberteit merkbaar vertraag word deur lae voedingspeile en die toepassing van primitiewe veeboerderypraktyke. Dreyer (1982) rapporteer dat Drakensbergerkruisverse onder intensiewe voedingstoestande puberteit op gemiddeld 354 dae bereik het teenoor die 407 dae in hierdie studie. Die effek van heterose in die geval van die Drakensbergerkruisverse en die aanpassing by 'n warm en humiede klimaatstoestand op Bartlow Combine wat hierdie ondersoek betref, is faktore wat moontlik aanleiding tot hierdie verskil gegee het. Met kruiphokvoeding en winter aanvulling daarna op die veld toon Maree & Harwin (1971) dat Bonsmaraverse puberteit gemiddeld op 450 dae bereik het. Die feit dat die Bonsmaraverse in hierdie studie puberteit reeds op gemiddeld 418,96 dae bereik het, kan waarskynlik aan die hoër voedingspeil waaraan hulle onderwerp was, toegeskryf word. Die puberteitsmassa van Nguniverse was ook hoogs betekenisvol ( $P < 0,01$ ) ligter as die van die Drakensberger- en Bonsmaraverse (238 teenoor

**Tabel 1** Kleinste kwadrate gemiddeldes vir eindpuberteitsparameters van die maksimum toenamegroep volgens ras en vir beide beginouderdom en -massa gekorrigeer

Eind parameters	Ras			Betekenisvolle verskille
	Bonsmara	Drakensberger	MN Nguni	
Ouderdom 1ste estrus (dae $\pm$ SF)	418,96 11,72	407,21 7,44	349,91 7,12	MN < B**, D**
Massa 1ste estrus (kg $\pm$ SF)	341,39 13,26	298,74 8,41	238,23 8,05	MN < B**, D**
Voerinnome (kg $\pm$ SF)	1 151,27 102,85	780,27 65,27	326,80 62,48	MN < B**, D**
Voeromsetverhouding (kg/kg $\pm$ SF)	7,46 0,04	7,03 0,25	6,87 0,24	—
GDT (kg $\pm$ SF)	1,08 0,07	0,87 0,05	0,76 0,04	MN < B*

\* =  $P < 0,05$ ; B = Bonsmara; MN = Nguni (Maksimum toenamegroep)  
\*\* =  $P < 0,01$ ; D = Drakensberger

**Tabel 2** Kleinste kwadrate gemiddeldes vir liggaamsmates met eerste estrus van die maksimum toenamegroep volgens ras en vir beide beginouderdom en -massa gekorrigeer

Liggaamsmates met eerste estrus	Ras				Betekenisvolle verskille		
	Bonsmara		Drakensberger			MN Nguni	
Liggaamslengte (cm±SF)	133,24	3,52	125,66	2,23	114,95	2,14	MN < B**, D**
Skouerhoogte (cm±SF)	117,53	1,54	117,34	0,98	113,13	0,94	MN < B**, D**
Kruishoogte (cm±SF)	125,93	1,57	121,04	0,10	116,77	0,96	MN < B**, D**
Bekkenlengte (cm±SF)	46,92	1,70	40,04	1,08	38,77	1,04	B > D*, MN**
Bekkenbreedte (cm±SF)	41,36	0,73	42,25	0,73	38,24	0,70	MN < D**
Borsbreedte (cm±SF)	36,33	2,12	36,90	1,35	33,66	1,29	
Borsdiepte (cm±SF)	58,27	1,11	57,27	0,70	53,30	0,67	MN < D*, B**
Borsomvang (cm±SF)	161,48	3,64	162,03	2,31	146,13	2,21	MN < D**
Massa skouerhoogte (kg/cm±SF)	1,37	0,03	1,38	0,02	1,29	0,02	MN < D**
Massa liggaamslengte (kg/cm±SF)	2,90	0,1	2,55	0,07	2,11	0,06	MN < D**, B*

\* =  $P < 0,05$ ; B = Bonsmara; MN = Nguni (Maksimum toenamegroep)

\*\* =  $P < 0,01$ ; D = Drakensberger

299 en 341 kg, respektiewelik).

Dreyer (1982) vind dat Drakensbergerkruisverse puberteit gemiddeld op 300 kg bereik het, wat goed vergelyk met die Drakensbergervse in hierdie studie wat puberteit op gemiddeld 299 kg bereik het. Soortgelyk toon Maree & Harwin (1971) dat Bonsmaraverse puberteit gemiddeld op 347 kg bereik het in vergelyking met die 341 kg in hierdie studie. Die eerste Ngunivers het puberteit reeds op 'n massa van 226 kg bereik. Soos in die geval van ouderdom is 'n groot variasie in massa met puberteit aangetref. Relatief tot volwasse koeimassas (Dreyer, 1982; Bosman, Hunlun & Gibson, 1984; Lepen, 1988) het Nguniverse puberteit op ongeveer 58%, Drakensbergervse op 62% en Bonsmaraverse op 74% bereik. Die GDT tot met puberteitsbereiking in die geval van die Nguniverse was betekenisvol ( $P < 0,05$ ) laer as die van Bonsmaraverse (770 g en 1 000 g, respektiewelik), terwyl dit in die geval van die Drakensbergervse 880 g was (Tabel 1). Nieteenstaande die feit dat die Nguniverse die laagste GDT getoon het, dui die resultate aan dat hulle puberteit op 'n heelwat vroeër ouderdom en laer massa as die Bonsmara- en Drakensbergervse bereik het. Verder is dit opvallend dat die Bonsmaraverse wat die oudste en swaarste was met puberteit die hoogste GDT aangeteken het. Die totale voerinnamme van die Nguniverse was ook hoogs betekenisvol

( $P < 0,01$ ) laer as die Drakensberger- en Bonsmaraverse (327 teenoor 780 en 1 151 kg respektiewelik) (Tabel 1). In totaal was die Nguniverse vir 'n heelwat korter periode (120,47 dae) in die voerkraal gevolg deur die Bonsmaraverse (138,43 dae), terwyl die Drakensbergervse die langste tydperk (178,64 dae) in die voerkraal deurgebring het. Die feit dat die Drakensbergervse op 'n vroeër ouderdom (227 teenoor 284 dae) as die Bonsmaraverse die voerkraalperiode begin het, is waarskynlik grootliks die rede vir die verskil.

Faktore wat onder andere aanleiding kon gegee het dat die Nguni vir 'n korter periode in die voerkraal was en derhalwe 'n laer totale voerinnamme gehad het, is eerstens die feit dat die Nguni puberteit op 'n heelwat vroeër ouderdom en ligter massa bereik het en tweedens, omrede die Nguni natuurlik 'n kleiner ras is wat noodwendig 'n effek op die daaglikse voerinnamme vanweë sy laer onderhoudsbehoefte gehad het. Die gekorrigeerde voeromsetverhouding van die Bonsmara- (7,46), Drakensberger- (7,03) en Nguniverse (6,87) het nie betekenisvol verskil nie (Tabel 1). Die werklike voeromsetverhouding van die Bonsmara- (6,9), Drakensberger- (7,5) en Nguniverse (7,0) het ook nie betekenisvol verskil nie. Hierdie waardes moet egter met omsigtigheid geïnterpreteer word daar dit deur faktore soos onder meer die tydperk in die voerkraal beïnvloed kon

**Tabel 3** Kleinste kwadrate gemiddeldes vir eindpuberteitsparameters van Nguniverse volgens groep en vir beide beginouderdom en -massa gekorrigeer

Eind parameters	Groep				Betekenisvolle verskille
	MN Nguni		KN Nguni		
Ouderdom 1ste estrus (dae±SF)	344,51	8,76	399,89	5,99	MN < KN**
Massa 1ste estrus (kg±SF)	237,27	5,49	234,85	3,76	-
GDT (kg±SF)	0,769	0,03	0,376	0,02	MN > KN**

\*\* =  $P < 0,01$ ;

MN = Nguni (Maksimum toenamegroep)

KN = Nguni (Kontrolegroep)

gewees het. Verder het die Nguniverse puberteit op 'n betekenisvolle ( $P < 0,01$ ) kleiner liggaamsgrootte vergeleke met Drakensberger- en Bonsmaraverse bereik (Tabel 2). Daaruit word afgelei dat die Nguni kleiner in raamwerk is as die ander twee rasse. Die MN (maksimum toenamegroep) Nguniverse in die intensiewe stelsel het puberteit gemiddeld op 'n hoogs betekenisvolle ( $P < 0,01$ ) vroeër ouderdom vergeleke met die KN (kontrolegroep) Nguniverse in die ekstensiewe stelsel bereik (345 teenoor 400 dae) (Tabel 3). Die persentasie verskil in ouderdom met die bereiking van puberteit van verse op 'n hoe voedingspeil van 16,37% in die literatuur (Joubert, 1963; Wiltbank, 1969; Short & Bellows, 1971; Penzhorn, 1975; Meaker, Coetzee, Smith & Lishman, 1980; Dreyer, 1982 & Farrell, 1982) vergelyk goed met die 16,08% in hierdie studie. Die eerste MN en KN Nguniverse het puberteit onderskeidelik op gemiddeld 10,4 en 11,2 maande ouderdom bereik. Die gemiddelde massa waarop puberteit bereik is, het nie betekenisvol tussen die MN en KN Nguniverse verskil nie (237 en 235 kg, respektiewelik) (Tabel 3). Die resultate toon dus dat voedingspeil nie 'n noemenswaardige effek op die massa van die twee groepe Nguniverse gehad het nie. Dit stem ooreen met bevindings in die literatuur (Hansson, 1956; Chrichton, Aitken & Boyne, 1959; Sorensen, Hansel, Hough, Armstrong, McEntee & Bratton, 1959; Penzhorn & Meintjies, 1968; Penzhorn, 1975). Die eerste MN en KN Ngunivers het puberteit onderskeidelik op gemiddeld 226 en 192 kg bereik. Die GDT tot met puberteitsbereiking in die geval van die MN Nguniverse was hoogs betekenisvol ( $P < 0,01$ ) hoër as die van die KN Nguniverse (770 teenoor 370 g) (Tabel 3). Dit word uit die aard van die saak aan die hoë voedingspeil waaraan die MN Nguniverse onderhewig was, toegeskryf. Met puberteitsbereiking het die twee groepe verse nie betekenisvol in liggaamsgrootte verskil nie.

Ongeveer 72% van die verse in die ondersoek het eerste estrus in die laat middag, deur die nag en vroeg oggend vertoon, terwyl sowat 28% eerste estrus gedurende die dag vertoon het. Nagenoeg 38% van die ovulasies het op die linker ovaria en gemiddeld 62% op die regter ovaria plaasgevind. Die grootte van ovaria (indekswaarde) met eerste estrus in Bonsmara-, Drakensberger- en Nguniverse was onderskeidelik 3,2, 2,6 en 2,2. Die gemiddelde lengte van estrussiklusse van die Nguni-, Drakensberger- en Bonsmaraverse was 19,0, 19,7 en 20,15 dae respektiewelik.

### Gevolgtrekking

Die studie toon duidelik dat beide ras en voedingspeil (intensiewe vs ekstensiewe stelsels) faktore is wat 'n betekenisvolle effek op die ontwikkeling van geslagsrypheid het. Hoewel die Nguniverse in die intensiewe stelsel puberteit op 'n heelwat vroeër ouderdom, ligter massa en kleiner liggaamsgrootte as die Bonsmara- en Drakensbergervere bereik het, behoort al drie die rasse suksesvol vroeg gepaar te kan word in 'n produksiestelsel waar die doelwit is om verse op 'n gemiddelde ouderdom van ongeveer 24 maande te laat kalf. Die groot variasie gevind in puberteitsmassa bied die geleentheid vir seleksie. Die Nguniverse wat die laagste GDT gehandhaaf het, was beide die jongste en ligste met puberteit. In 'n stelsel van intensifikasie behoort Nguniverse relatief tot die ander twee

rasse, heelwat vroeër en meer ekonomies in produksie gebring te kan word daar die Nguni ook heelwat minder voer tot met die bereiking van puberteit verbruik het.

Dit is duidelik uit die studie dat 'n hoë voedingspeil (intensiewe stelsel) puberteitsouderdom van verse verlaag, geen betekenisvolle effek op massa en liggaamsgrootte met puberteit het nie, terwyl die GDT tot met die bereiking van puberteit verhoog. Nguniverse op natuurlike soetveldweiding (ekstensiewe stelsel) was instaat om puberteit op 'n ietwat vroeër ouderdom te bereik, vergeleke met Bonsmara en Drakensbergervere wat 'n hoë energie rantsoen (intensiewe stelsel) ontvang het.

Dit blyk verder uit die studie dat verse in die meeste gevalle estrus in die laat middag, deur die nag en vroeg oggend vertoon, terwyl ovulasie meestal op die regter ovarium plaasvind. Daarby wil dit voorkom asof daar rasverskille in die grootte van ovaria met eerste waarneembare estrus bestaan, terwyl voedingspeil klaarblyklik ook 'n invloed daarop het.

Die gevolgtrekking is dus dat die Nguni onder optimale voedingstoestande (intensief sowel as ekstensief) vroeg geslagsryp is. Derhalwe blyk verdere navorsing nodig te wees ten einde te bepaal hoe die vroeë vrugbaarheid van die ras deur suiwerteling of deur middel van die kombinasie van rasse benut kan word om produksiedoeltreffendheid te verhoog.

### Verwysings

- BARNARD, J.P. & VENTER, J.P., 1983. Die vleisproduksiepotensiaal van die inheemse Sanga. *Swalurama*. 11, 19-29.
- BONSMARA, F.N., BISSCHOP, J.H.R., CURSON, H.H., VAN RENSBURG, J.A., VAN WYK, H.P.D., BARNARD, W.G. & WATERMEYER, F., 1950. Ngunibeeste: Verslag oor inheemse vee in Suid Afrika. *Pamp. Dept. Landb. S. Afr.* 311.
- BOSMAN, D.J., 1981. Nasionale vleisbeesprestasie- en nageslagtoetskema. *Nuusbrief* 30.
- BOSMAN, D.J., HUNLUN, C. & GIBSON, R.G., 1984. Development of the Beef Cattle Performance and Progeny Testing Scheme. *Vleisraadfokus* 3: 2, 44-45.
- CHRICHTON, J.S., AITKEN, J.N. & BOYNE, A.W., 1959. The effects of plane of nutrition during weaning on growth, production, reproduction and health of dairy cattle. 1. Growth to 24 months. *Anim. Prod.* 1, 145-162.
- DREYER, C.J., 1982. Die teelstruktuur van die Drakensberger en faktore wat die doeltreffendheid van produksie beïnvloed. D.Sc.(Agric)-proefskrif, Universiteit van Pretoria.
- FERRELL, C.L., 1982. Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. *J. Anim. Sci.* 55, 6, 1 272-1 283.
- GROENEWALD, J.A., 1975. Ekonomiese aspekte van vrugbaarheid by herkouers. Proc. Symp. Reproductive Disorders and Fertility of Ruminants. *S. Afr. Vet. Assoc.* Pretoria.
- HANSSON, A., 1956. Influence of rearing intensity on body development and milk production. *Proc. Brit. Soc. Anim. Prod.* 51-66.
- JOUBERT, D.M., 1954. The influence of high and low nutritional planes on the estrus cycle and conception rate of heifers. *J. Agric. Sci.* 45, 164-172

- JOUBERT, D.M., 1963. Puberty in female farm animals. *Anim. Breed. Abstr.* 31: 3, 295-306.
- KLOSTERMAN, E.W., 1981. Measuring beef production in the cow herd. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 11, 195-198.
- LEPEN, J.M., 1988. 'n Vergelykende produksie-evaluering van die Nguni in intensiewe- en ekstensiewe stelsels. M.Sc.(Agric)-verhandeling, Univ. Pretoria.
- MADDOX, L.A., THOMPSON, U.D. & PRATER, T., 1966. Cow and calf business. Texas Agric EXT. Service. 969.
- MAREE, C. & HARWIN, G.O., 1971. Nutritional effects on ovarian activity, puberty and the early mating of beef heifers under extensive grazing conditions. *Agroanimalia*. 3, 103-106.
- MEAKER, H.J., 1976. The influence of different planes of nutrition during winter on the conception rate of heifers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 6, 21-23.
- MEAKER, H.J., COETZEE, T.P.N., SMITH, M. & LISHMAN, A., 1980. The relationship between body mass and fertility of beef cows of different ages. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 10, 83-89.
- MILLER, R.G., 1966. Simultaneous Statistical inference. McGraw-Hill Book Company, New York.
- PENZHORN, E.J. & MEINTJIES, J.P., 1968. Preliminary results with regard to early reproduction in Afrikaner heifers. *Proc. S. Afr. Soc. Anim. Prod.* 155-156.
- PENZHORN, E.J., 1975. Wintering levels and reproduction in Afrikaner heifers. *Agroanimalia*. 7, 49-60.
- SCHOLTZ, M.M. & LOMBARD, P.E., 1984. Potential of the Nguni. *Genetic Research Indigenous Breeds Exhibition 2nd World Congr. Sheep Beef Cattle Breed.*
- SHORT, R.E. & BELLOWES, R.A., 1971. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *J. Anim. Sci.* 32, 127.
- SORENSEN, A.M., HANSEL, W., HOUGH, W.H., ARMSTRONG, D., McENTEE, K. & BRATTON, R.W. 1959. Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. I. Influence of underfeeding and overfeeding on growth and development of Holstein heifers. *Bull. Cornell. Agric. Exp. Sta.* 935, 51. *Anim. Breed. Abstr.* 29, 134.
- SPICKETT, A.M., DE KLERK, D., HEYNE, H., ENSLIN, C.B. & SCHOLTZ, M.M., 1984. Assessments of the resistance of three cattle breeds to tick infestation under minimal control conditions. *Genetic Research Indigenous Breeds Exhibition. 2nd World Congr. Sheep Beef Cattle Breed.*
- SWIERSTRA, E.E., RAHNEFELD, G.W., CLIPLEF, R.L. & STRAIN, J.H., 1977. Age and weight at puberty of crossbred heifers sired by Charolais, Limousin and Simmental bulls. *Can. J. Anim. Sci.* 57, 697-703.
- TOPPS, J.H., 1977. The relationship between reproduction and undernutrition in beef cattle. *World Rev. Anim. Prod.* 12: 2, 43-49.
- WILTBANK, J.N., KASSON, C.W. & INGALLS, J.E., 1969. Puberty in crossbred and straightbred heifers on two levels of feed. *J. Anim. Sci.* 29, 602-605.