

REPUBLICQUE DU SENEGAL

ZV0001493

*D. Diop*

-----  
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT  
RURAL ET DE **L'HYDRAULIQUE**  
-----

INSTITUT SENEGALAIS DE **RECHERCHES**  
AGRICOLES (**I.S.R.A**)  
-----

**DEPARTEMENT DE RECHERCHES SUR LES**  
PRODUCTIONS ET LA SANTE ANIMALES

LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE  
ET DE RECHERCHES VETERINAIRES  
B.P. 2057

**DAKAR-HANN**

**ETUDE DE LA PUBERTE CHEZ LA FEMELLE**

ZEBU GOBRA

Par

Mamadou **MBAYE**

Mamadou DIOP

**Meïssa** NDIAYE

REF. N°036/ZOOT.

MAI 1991.

## RESUME

Cette étude se rapporte à 21 velles de race zébu Gobra âgées de 6 mois et nées aux mois de septembre et d'octobre 1988. Elle vise à déterminer l'âge et le poids d'apparition des premières manifestations sexuelles et de cerner les facteurs de variation. Les observations menées jusqu'à l'âge de 20 mois ont porté sur le suivi de modifications comportementales et celui du niveau de la progestérone plasmatique.

Globalement, 80,9 % soit 17 femelles ont manifesté des signes d'activité sexuelle ; l'âge moyen d'apparition de la première élévation du niveau de progestérone plasmatique est de l'ordre de  $412,8 \pm 63,7$  jours avec un poids moyen de  $175,6 \pm 22,2$  kg. Cet âge d'apparition est corrélé avec le poids à 7 mois ( $p = 0,1$ ).

Il existe des différences de poids et d'âge entre les animaux manifestant leurs premiers signes en saison sèche froide, en début d'hivernage et en fin d'hivernage.

## MOTS-CLES

Velle - Zébu Gobra - Modifications comportementales - Progestérone plasmatique - Poids - Age - Saison.

## 1. INTRODUCTION

Les résultats des suivis du système traditionnel de production bovine dans la zone sylvo-pastorale et ceux obtenus en station confèrent au zébu Cobra **un** âge au premier vêlage assez tardif, 51 mois (**12,40**) et 45 mois (9) ; d'où le fait que la femelle zébu était considérée comme peu précoce. Avec l'objectif d'intensification visé par la Nouvelle Politique de **l'Élevage**, il est nécessaire d'étudier les voies et moyens permettant d'améliorer entre autres, la productivité numérique par une réduction de l'âge au premier vêlage. **Or, cet** âge est lié à celui de la première conception, en rapport avec la puberté.

Cependant , il n'y a pas actuellement de données disponibles sur la maturation sexuelle à la puberté qui permettent d'asseoir une stratégie d'amélioration de l'âge au premier vêlage. Mais selon les études menées ailleurs, les ovaires de velles **impubères** peuvent réagir à des gonadotrophines et présenter une croissance folliculaire (MAC FARLANE et al., **19**), (DESJARDIN et al., **10**), (**ONUMA** et al., 25). Toujours, dans ce cadre (**RUSSEL** et al., 35) ont noté que, des ovaires de velles âgées de 3 **mois, transférés** sur des femelles mûres se sont mis à fonctionner.

D'autres observations faites sur des rates impubères ont montré l'existence **d'un** système endocrinien apparemment fonctionnel très **tôt** après la naissance (32).

Comparativement à ces observations, qu'en est-il au niveau de la velle zébu Cobra ?

C'est pour répondre à cette question qu'une étude sur la puberté a été menée afin de déterminer l'âge d'apparition des premières manifestations sexuelles et de cerner les facteurs de variation.

.../...

## II. MATERIEL ET METHODE

### 2.1 - Le milieu

L'étude a été menée au niveau du Centre de Recherches zootechniques de Dahra (CRZ) en zone sylvo-pastorale. Le climat y est du type sahélo-continentale. La végétation, base essentielle de l'alimentation est composée de graminées (*Cenchrus eragrostis*, *Schoenefeldia*, *Pennisetum*,..) et de légumineuses (*Zornia glochidiata*, *Alysicarpus*...) et d'autres espèces (*Tribulus*, *Borreria*). Son utilisation et son développement sont fortement tributaires des pluies et elle peut assurer des niveaux de productivité en matière sèche variant de 100 à 1 500 voire 2 000 kg/ha (11).

Pour les années 1989 et 1990, les niveaux d'eau enregistrés sont respectivement de 548,7 mm pour 30 jours de pluie, 230 mm pour 21 jours de pluie.

### 2.2 - Les animaux

Les observations ont concerné 21 vaches zébu Cobra ou zébu **Peul** sénégalais, âgées de 6 à 7 mois, appartenant au troupeau du CRZ.

Elles ont porté sur la période allant de juillet 1989 à septembre 1990. Le mode de conduite appliqué dans ce centre est du type extensif avec cependant un abreuvement à volonté.

### 2.3 - Méthode

Il a été procédé à des suivis :

- des modifications comportementales par détection des chaleurs, deux fois par jour (8 h et 18 h) grâce à un taureau muni d'un tablier ; les signes retenus sont : le chevauchement mutuel, les tentatives de saut par le taureau et immobilisation de la femelle,
- du niveau de la progestérone plasmatique, par des prises de sang hebdomadaires et dosage selon la méthode radio-immunologique (RIA) préconisée par l'Agence Internationale pour l'**Energie** Atomique (AIEA). Conformément à POST et al. (29), le taux de 1 ng/ml de progestérone plasmatique a été retenu comme révélateur de l'initiation d'une activité ovarienne à la puberté,

- de l'évolution pondérale par des pesées mensuelles.

Pour l'analyse des données, les tests statistiques suivants ont été utilisés :

- le test de Student pour étudier les rapports entre l'état général apprécié par le biais de l'évolution pondérale et l'activité ovarienne,
- l'étude de la corrélation entre l'âge d'apparition des premiers signes de puberté et les poids à âges types : 3 mois et 7 mois.

Enfin, l'année a été subdivisée en quatre saisons (4) :

- . début d'hivernage : juin à septembre
- . fin d'hivernage : octobre à novembre
- . saison sèche froide : décembre à février
- . saison sèche chaude : mars à mai.

### III. RESULTATS

#### 3.1 = Premières manifestations du comportement d'oestrus et d'activité ovarienne (tableau 1)

La totalité des velles ont manifesté les premiers signes du comportement d'oestrus à un âge moyen de l'ordre de  $362,2 \pm 90$  jours, soit environ 12 mois et avec un poids moyen de l'ordre de  $163,6 \pm 25,8$  kg.

La première élévation du niveau de progestérone à un taux au moins égal à 1 ng/ml est observée sur 17 velles soit 80,9 % de l'effectif à un âge moyen de  $412,8 \pm 63,7$  jours, soit environ 13 mois et avec un poids moyen de l'ordre de  $175,65 \pm 22,2$  kg.

Ces deux âges sont corrélés au poids à 7 mois avec  $P = 0,1$ .

Par rapport aux saisons retenues dans cette étude, les premières manifestations du comportement d'oestrus ont été observées au cours de chacune des quatre saisons, avec cependant un taux plus élevé en hivernage.

Par contre, les premières manifestations de l'activité ovarienne ont eu lieu au cours de l'hivernage et en saison sèche froide. (tableau 2).

#### 3.2 = Evolution de l'activité cyclique après la première augmentation de la progestéronémie

Globalement, sur les 17 génisses ayant manifesté une première élévation de la progestéronémie plasmatique, 10, soit 58,8 % ont présenté une deuxième augmentation du niveau de la progestérone dans un intervalle moyen de 64,7 jours, lequel est variable selon la saison durant laquelle la première élévation s'est produite et les individus.

Parmi ces 10 génisses, 4 ont présenté une troisième augmentation de la progestéronémie dans un intervalle moyen de 87,7 jours, variable selon la saison et les individus.

Tableau 1 : Age et poids d'apparition des premières manifestations du comportement d'oestrus et d'activité ovarienne

	lères manifestations de l'oestrus			lère élévation de la progestérone > 1 ng/ml			Poids à 7 mois
	Nombre	âge moyen (jours)	Poids moyen (kg)	Nombre	âge moyen (jours)	Poids moyen (kg)	
oyenne du lot	21	362,2 ± 90	163,6 ± 25,8	17	412,8 ± 63,7	175,65 ± 22,24	125,76 ± 34,8
énisses avec l'oestrus + 2 augmentations de la pro-estéronémie	10	372,4 ± 88,2	165,27 ± 24,7	10	388,5 ± 84	173,29 ± 19,6	132,6 ± 33,9
énisses avec chaleur + une seule élévation de la pro-estéronémie	7	323,4 ± 55,8	52,34 ± 23,45	7	422 ± 61,19	178,48 ± 26,8	129,5 ± 32,8
énisses avec oestrus uniquement	4	468,5 ± 03	179,8 ± 29,5	-	-	-	102 ± 30,90

Tableau 2 : Saison d'apparition des lères manifestations du comportement d'oestrus et de l'activité ovarienne

Saison de lères manifestations Activité sexuelle	Saison sèche froide	Saison sèche chaude	Début hivernage	Fin hivernage
Première élévation de la progestérone >1 ng/ml	47,05 % (8)		35,3 % (6)	17,6 % (3)
Premières manifestations du comportement d'oestrus	4,7 % (1)	14,2 % (3)	66,6 (14)	14,2 (3)

Cependant, les intervalles constatés entre deux manifestations du comportement d'oestrus sont de 36,44 jours entre les premiers et deuxième oestrus observés sur 18 génisses, 40,2 jours entre les troisième et quatrième oestrus extériorisés par 6 génisses.

### 3.3 - Evolution de l'activité sexuelle et état général des animaux

Au moment de la première manifestation des signes d'activité ovarienne, les poids moyens étaient de l'ordre de  $173,29 \pm 19,4$  et  $178,48 \pm 26,8$  respectivement pour les génisses ayant manifesté après d'autres augmentations de la progestéronémie et celles qui n'ont présenté que cette seule manifestation.

L'évolution pondérale qui s'en suit se caractérise par des gains de poids moyens mensuels de l'ordre de 6,51 kg et 3,32 kg respectivement par les deux groupes de génisses cités ci-dessus. Toutefois, la différence constatée n'est pas significative, en effet, pour  $\alpha = 0,05$  au ddl = 15 la valeur de t lue sur la table est supérieure à celle que nous avons trouvée : 0,82.

#### IV. DISCUSSION

##### 4.1 - Age à la puberté

Les premières manifestations de l'activité ovarienne apparaissent à l'âge moyen de  $412,8 \pm 63,7$  jours, soit environ 13 mois. Cet âge semble plus précoce que ceux cités (16 à 40 mois d'âge) pour des zébus d'Afrique (2, 4, 8, 22, 27, 31, 34) et ceux d'Asie et d'Amérique (1, 3, 6, 13, 17, 18, 20, 30). Toutefois, il reste dans la fourchette de 10 - 15 mois obtenue sur des bovins en zone tempérée (24).

Certes, dans cette présente étude, la première augmentation de la progestéronémie plasmatique a été suivie d'une activité cyclique très irrégulière avec des intervalles assez longs entre deux pics de progestérone. L'installation difficile de l'activité ovarienne à la puberté doit être en rapport avec l'effet des conditions de l'environnement (température élevée, appauvrissement qualitatif du pâturage naturel) déjà signalé par THIMONIER et al. (43) et SAUYER et al. sur la brebis (37).

La corrélation mise en évidence entre cet âge et le poids à 7 mois est conforme aux observations faites par WERRE (44), ARIJE et al. (5) et STEFFAN et al. (42) comme quoi les génisses avec une vitesse de croissance plus grande atteignent la puberté plus tôt.

##### 4.2 - Poids à la puberté

Le poids de  $175,65 + 22,2$  kg à l'âge d'apparition des premiers signes d'une activité ovarienne représente  $54 - 58 \%$  du poids moyen cité de la femelle zébu à l'âge adulte enregistré au CRZ de Dahra (300 - 320 kg). Ce rapport est proche de celui obtenu sur le zébu éthiopien,  $60 \%$  (24) et se situe en partie dans la fourchette retenue pour les bovins à viande ( $45 - 55 \%$ ) (15).

Les premières manifestations de l'activité ovarienne ont surtout coïncidé avec la saison d'hivernage (début et fin) et la saison sèche froide, durant lesquelles le pâturage naturel est de bonne qualité et en quantité suffisante, d'où un effet possible du niveau alimentation, qui, du reste a été mis en évidence par MORALES et al. (23), MANCO et al. (21), OYEDIPE

et al. (27), JOUBERT (16), SORENSEN et al. (39), BEDRAK (7), SHORT et al. (38), WILTBANK (45) et GARCIA et al. (14).

#### 4.3 - Activité ovarienne et comportement d'oestrus

L'analyse des intervalles entre deux oestrus et entre deux élévations de la progestéronémie informe sur une certaine dissociation en ovulation et chaleur. Une telle observation semble identique à celle faite en Tanzanie sur le zébu Boran et son croisé avec le Sahiwal (36) où il a été mis en évidence des périodes de comportement d'oestrus sans développement d'un corps jaune fonctionnel.

#### 3.4 - Activité ovarienne et niveau de la progestérone

Les élévations de la progestéronémie plasmatique ont atteint des pics moyens de  $2,64 \pm 1,35$  ng/ml. Ce taux est très proche de la valeur de  $2,3 + 0,84$  ng/ml obtenue sur des croisés zébu (6).

CONCLUSION

Avec un âge moyen au premier vêlage de 45 mois, la femelle zébu Cobra semble être peu précoce. Cependant, le suivi de l'activité ovarienne faite sur 21 vaches zébu à partir de l'âge de 6 mois, montre pour cette race bovine que l'activité ovarienne peut démarrer dès l'âge de 13 mois ; ce démarrage est suivi d'une certaine irrégularité voire difficulté, avec des intervalles entre augmentations de la progestéronémie assez longs. Est-ce une caractéristique de la race ou une conséquence de son adaptation aux conditions de la zone sylvo-pastorale ?

La réponse à une telle question nécessite une étude basée sur l'impact de l'amélioration des conditions d'élevage et d'alimentation.

B I B L I O G R A P H I E

---

- 1 - AHUJA (L.D.), LUKTUKE (S.N.) and BATTACHARYA (P.) (1961) - Certain aspects of physiology of reproduction in **Hariana females**.  
**Indian Journal of Veterinary Science**, 31 : 13.
- 2 - ALBERRO (M.) (1983) - Comparative performance of Fl Priesian zébu heifers in Ethiopia. **Animal Production** 37 : 247-252.
- 3 - ANTAJAEN (E.) (1988) - Analysis of published information on reproductive efficiency of cattle in Tropical Mexico. **Veterinaria, Mexico** 1988 (19) p. 71-72 (Resume).
- 4 - ARIA GAND CRISTOPORI (F.) (1980) - Reproductive Traits of zebu cattle in Somalia. **Atti della Societa Italiana delle Scienze Veterinarie** 34 : 205 (Animal Breeding Abstracts 50 : 1382).
- 5 - ARIJE (G.F.) and WILTBANK (J.N.) (1971) - Age and Weight at puberty in Hereford beifers - **Journal of Animal Sciences** 33 : 401-406.
- 6 - BALAKRISHMAN (M.), CHINNAIYO (G.P.), NAIR (P.G.), RAO (A.J.) (1986) - Studies on serum progesterone levels in zebu x **Holstein** heifers during pre and peripubertal periods.  
**Animal Reproduction Science**, 1986 (11) p. 11-15.
- 7 - BEDRAK (F.), WARNICK (A.C.), HENTGES JFJR ans GUNHA (TJ) (1969) - Effect of protein intake on gain, reproduction and blood constituents of beef heifers. Agricultural and experimental station. University of Florida, Bulletin n°678, 30 pp.
- 8 - COMPERE (R.) (1963) - A study of the first cross jersey x An Kole at Nyamiyaga **Zootechnical** station (Rwanda). Bulletin d'information de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo, 12 : 43-74 (Animal Breeding Abstracts 35 : 1041).

- 9 - DENIS (J.P.), THIONGANE (A.I.) (1973) - Caractéristiques de la reproduction chez le zébu étudiées au CRZ de Dahra.  
Communication au VIIIèmes Journées médicales de Dakar : 9-14 avril 1973.
- 10 - DESJARDIN and HAFS (H.D.) (1968) - Levels and putuitary PSH and LH in Heifers form birth Through puberty.  
Journal of Animal Science, 27 : 472.
- 11 - DIOP (A.T.), RICHARD (D.), BABENE (D.) (1990) - La constitution de réserves fourragères par fenaison. Mars 1990, réf. n°028/Agrosto.
- 12 - DIOP (M.) - Etude du système d'élevage dans la zone d'emprise du CRZ de Dahra. Mémoire de titularisation. Octobre 1987.
- 13 - FULSOUNDER (A.B.), TAJANE (K.R.), RADADIA (N.S.) and VYAS (A.P.) (1984) - The influence of HF inheritance on the performance of Kankrej cattle.  
Livestock Advisor 9 : 9-12 (Animal Breeding Abstracts, 53 : 15").
- 14 - GARCIA (P.M.) and CALDERON (V.M.) (1978) - Puberty of dairy calves in a herd on the coast in Pem.  
Animal breeding Abstracts 46 : 158.
- 15 - HAFEZ (E.S.E.) (1980) - Reproduction in farm animals lea and Febiger, Philadelphia, p. 627.
- 16 - JOUBERT (D.M.) (1954) - The influence of high and low nutritional planes on the oestrus cycle and conception rates of Heifers. Journal of Agricultural Science 45 : 164-172.
- 17 - KNUDSEN (P.N.) and SOHAEL (A.S.) (1970) - The Von Herd : a study on the performance of a mixed Friesian/zébu herd in a tropical environnement.  
Tropical Agriculture (Trinidad) 47 : 189-203.
- 18 - Mc DOWELL (R.E.), HOLLON (B.F.), CAMOENS (J.K.) a,d VAN VLECK (L.D.) (1976) - Reproductive efficiency of Jerseys, Red Sindhis and crossbreds  
Journal of Dairy Science, 59 : 127-136.

- 19 - Mac FARLANE (J.S.) and WORRAL (K/) (1970) - Observations on the occurrence of puberty in *Bos indicus* heifers. East African Agricultural and Forestry Journal, 35 : 409-410.
- 20 - MALIK (B.S.) and GHEI (G.C.) (1977) - A note on some production characteristics of Gir cattle - Indian Journal of Animal Sciences, 47 : 587.
- 21 - MANCIO (A.B.), VIANA (J.A.C.), AZAVEDO (N.A.), REHFELD (O.A.M.), RUAS (J.R.M.) and AMARAL (R.) (1982) : Effects of soyabean and urea supplement in the dry season on the reproduction potential of zebu heifers. Arquivos da Escola de Veterinaria da Universidade Federal de Minas Gerais, 34 : 573 - 585.
- 22 - MAZOUZ (A.), ASRI (A.) (1988) - Age and body weight of Moroccan local cattle at puberty : effect of season.
- 23 - MORALES (J.R.), PERON (N.), MENENDEZ (A.) and IGLESIAS (C.) (1977) - Development of reproduction characters in 3/4 zebu x 1/4 Holstein/Friesian heifers. 1 - Reproductive characters - Revista Cubana de reproduccion Animal, 3 : 37-45.
- 24 - MUKASA-MUGERWA (E.) (1989) - A review of reproductive performance of female *Bos Indicus* (zebu) cattle. ILCA Monograph n°6. August 1989.
- 25 - ONUMA (H.), HAHN (J.) and FOOTE (R.H.) (1970) - Factors affecting super-ovulation, fertilisation and recovery of super-ovulated ova in prepubertal cattle. Journal of Reproduction and Fertility, 21 : 119-126.
- 26 - ORDONEZ (J.V.), LINARES (T.C.), PLASSE (D.), VERDE (O.S.), BURGNERA (M.) and GIL (R.A.) (1974) - Performance of *Bos Taums Indicus* and their crosses VI : Estimated heterosis for age and body weight at puberty in heifers. Animal Breeding Abstracts, 43 : 1075.
- 27 - OYEDIPE (E.O.), OSORI DIK (A.), KEREJOLA (O.) and SARROR (D.) (1982) - Effect of Level on nutrition on onset of puberty and conception rates of zébu heifers. Theriogenology. 18 : 525-539.

- 28 - PLASSE (D.), WARNICK (A.C.) and KOGER (H.) (1968) - Reproduction behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. 1. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman x British heifers. *Journal of Animal Science*, 27 : 94-100.
- 29 - POST (T.B.) and REICH (M.M.) (1980) - Puberty in Tropical breeds of heifers as monitored by plasma progesterone. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 13 : 61-62.
- 30 - PYNE (A.K.), MISRA (S.K.), MAITRA (D.N.), DATTA GUPTA (R.), MAJUMDER (S.C.) (1988) - Reproductive and productive performance of Jersey x Hariana halfbreeds in humid tropical conditions of West Bengal. *Indian Journal of Animal Production and Management* (1) p : 37-39.
- 31 - RAKHA (A.M.), HALE (D.) and IGBORLI (G.) (1970) - Age at puberty in local breeds of cattle in central Africa. *Journal of reproduction and fertility*, 22 : 369.
- 32 - RAMIREZ (V.D.) and Mc CANN (S.M.) (1963) : Comparison of the regulation of luteinizing hormone (LH) secretion in immature and adult rats - *Endocrinology*, 76 : 452.
- 33 - REYNOLDS (W.L.) de ROUEN (T.M.) and HIGHJ Wjr (1963) - The age and weight at puberty of Angus, Brahman and zebu cross heifers. *Journal of Animal Sciences*, 22 : 243 (Abstracts).
- 34 - RONNINGEN (K.), LAMPKIN (K.) and GRAVIR (V.) (1972) - Zébu cattle in East Africa. 1. The influence of environmental factors on some traits in Boran cattle. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 2 : 209-217.
- 35 - RUSSEL (W.L.) and DOUGLAS (P.M.) (1945) : Offspring from unborn mothers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 31 : 402.
- 36 - RUTTER (L.M.) and RANDEL (R.D.) (1986) - Non puberal oestrus in beef heifers. *Journal of Animal Sciences*, 63 : 104-1053.

- 37 **SAWYER (G.J.), LINDSAY (D.R.), MARTIN (G.B.) (1979)** : The influence of radiant heat had en reproduction in the Merinos Ewe  
III Duration of oestrus, cyclical oestrus **activity**, plasma progesterone, levels and fertility of ewes esposed to high temperatures before matings. J. Agric. Res. 30 : 1143-1162.
- 38 - **SHORT (R.E.) and BELLOWS (R.A.) (1971)** - Relationships among weight gain, age at puberty and reproductive performance in heifers. Journal of Animal Science, 32 : 127-131.
- 39 - **SORENSEN (A.M.), HANSEL (w.), HOUGH (w.H.), AMSTRONG (D.T.) Mc ANTEE (K) and BRATTON (R.W.) (1959)** - Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. 1. The influence of underfeeding and overfeeding on growth and development of Holstein **Heifers**. Cornell University Agricultural Experiment Station Bulletin 936.
- 40 - **SOW Dame (1987)** - L'impact des projets de développement de l'élevage sur les paramètres de la reproduction des bovins : Exemples de la SODESP et du PDES0 au Sénégal. Thèse de Doctorat Vétérinaire n°11, EISMV - U.C.A.D.
- 41 - **SOW (R.S.) (1982)** - Etude de quelques problématiques de l'élevage ovin dans la zone sylvo-pastorale sénégalaise : Analyse des performances des races Peulh et Touabire au CRZ de Dahra. Thèse 3ème cycle, 142. Toulouse.
- 42 - **STEFFAN (C.A.), KRESS (D.D.), DOORBOS (D.E.) and ANDERSON (D.G.) (1983)** : Beef heifers that differ in milk production. 1. Age and weight at puberty. Proceeding of the western section of the American Journal Science Society, 34 : 78.
- 43 - **THIMONIER (J.), CHEMINEAU (P.) (1988)** : Seasonality of reproduction in female farm animal under a Tropical environment (cattle, sheep and goats). 11 th international. Dublin. Ireland, june 26-30, 1988. Vol. 5.

- 44 - WERRE (J.P.) (1980) - Relationship of age/puberty<sup>of</sup> in heifers to subsequent fertility and productivity. M.S. Thesis. Colorado State University, Fort Collin, Colorado, USA.
- 45 - WILBANK (J.N.), GREGORY (K.E.), SWIGER (L.A.), INGALLS (J.E.), ROTH LISBERGER (J.A.) and KOCH (R.M.) (1966) - Effect of Heterosis on age and weight at puberty in beef heifers. Journal of Animal Science, 25 : 744-751.