



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 16(2): 713-720, April 2022

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal  
of Biological and  
Chemical Sciences**

**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Caractérisation morpho-biométrique du testicule du bouc sahélien

Moïse HARO, Moussa ZONGO\* et Balé BAYALA

*Laboratoire de Physiologie Animale, UFR/SVT, Université Joseph KI-ZERBO,  
03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.*

*\*Auteur correspondant ; E-mail: [moussa\\_zongo59@yahoo.fr](mailto:moussa_zongo59@yahoo.fr) / [moussa\\_zongo@ujkz.bf](mailto:moussa_zongo@ujkz.bf);  
Tél.: 0022670259047*

Received: 07-07-2021

Accepted: 18-02-2022

Published: 30-04-2022

### RESUME

Une meilleure connaissance de l'appareil génital du bouc permet d'appliquer les biotechnologies de la reproduction correctement telle que la technologie de la semence chez les caprins. Ce travail visait à décrire les caractéristiques anatomiques et biométriques des testicules du bouc du sahel. L'étude a concerné 130 boucs sahéliens d'âge et de poids variant respectivement entre 8 et 36 mois et entre 25 et 40 kg. Le poids des testicules, la longueur de l'épididyme et du canal déférent, la longueur et la largeur du scrotum, l'écart entre les deux membres postérieurs et la hauteur des testicules ont été appréciés respectivement avec une balance et un ruban métrique. Le volume testiculaire a été déterminé par orchidométrie. Le poids moyen des testicules, la longueur moyenne de l'épididyme et du canal déférent ont été respectivement de  $40,91 \pm 8,52$  g, de  $11,5 \pm 1,57$  cm et de  $11,75 \pm 1,80$  cm. Les volumes moyens testiculaires ont été de  $94,27 \pm 16,78$  cm<sup>3</sup> et de  $93,96 \pm 16,89$  cm<sup>3</sup> respectivement pour le testicule gauche et le testicule droit. La hauteur moyenne des testicules au sol a été de  $27,65 \pm 5,53$  cm. L'écart moyen entre les membres postérieurs a été de  $14,15 \pm 1,72$  cm. Ces caractéristiques montrent que le bouc sahélien pourrait être un excellent animal d'exploitation dans la technologie de la semence. © 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** Anatomie testiculaire, boucs, mensurations, biotechnologies.

## Morpho-biometric characterization of testicle from sahelian goat

### ABSTRACT

A better knowledge of the male goat's genitalia allows the proper application of reproductive biotechnologies like semen technology in goats. This work aimed to describe the anatomical and biometric characteristics of the Sahel goat testes. The study involved 130 sahelian bucks of age and weight varying between 8 and 36 months and between 25 and 40 kg respectively. The weight of the testes, the length of the epididymis and the vas deferens, the length and width of the scrotum, the distance between the two rear legs and the height of the testes were respectively assessed with a balance and a metric tape. Testicular volume was determined by orchidometry. The mean weight of the testes, the mean length of the epididymis and the vas deferens were  $40.91 \pm 8.52$  g,  $11.5 \pm 1.57$  cm and  $11.75 \pm 1.80$  cm, respectively. The mean testicular volumes were  $94.27 \pm 16.78$  cm<sup>3</sup> and  $93.96 \pm 16.89$  cm<sup>3</sup> respectively for the left testis and the right testis. The mean height of the testes from

the ground was  $27.65 \pm 5.53$  cm. The mean distance between the rear legs was  $14.15 \pm 1.72$  cm. These characteristics show that the sahelian goat could be an excellent farm animal in semen technology.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Testicular anatomy, bucks, measurements, biotechnologies.

---

## INTRODUCTION

Les caprins possèdent des performances particulièrement intéressantes pour l'optimisation de leur production animale. Ils ont de grandes tolérances aux conditions climatiques difficiles comme les zones arides et semi-arides (Zaitoun et al., 2004). En outre, ils ont un cycle court, une forte prolificité (Güney et al., 2006), une habilité à réduire leur métabolisme, une forte résistance au stress hydrique, une grande capacité de digestion des matières azotées (Morand-Fehr et al., 2004). De plus, l'élevage caprin constitue une activité génératrice de revenus pour les ménages pauvres ruraux notamment les femmes et les enfants (Lebbie, 2004). Il constitue un moyen de diversification des revenus et de lutte contre l'insécurité alimentaire (Onakpa et al., 2010 ; Nantoumé et al., 2011 ; Boukhliq et al., 2018).

En élevage caprin, la fertilité du bouc influence beaucoup la performance du troupeau et l'efficacité de la reproduction. Les examens physiques des testicules du bouc sont essentiels pour détecter les problèmes susceptibles d'entraver la fonction de reproduction (Tibary et al., 2018). Un grand nombre de ces problèmes peut être détecté par la palpation des testicules avant un examen de la semence du bouc (Ridler et al., 2012 ; Van Metre et al., 2012). De même, la sélection de boucs hautement fertiles est très importante pour l'amélioration de la production. Le poids corporel est généralement utilisé pour l'évaluation de la performance reproductive des mâles (Akinyemi et al., 2014). Les caractéristiques morphologiques telles que le diamètre testiculaire, la longueur du testicule, la circonférence du scrotum, la longueur et la forme du scrotum sont indirectement

considérés comme des critères d'amélioration génétique de la fertilité (Koyuncu et al., 2005 ; Omari et al., 2018). De plus, la circonférence du scrotum et la consistance testiculaire sont aussi utilisées pour prédire la capacité reproductive du bouc (Mekasha et al., 2008 ; Akinyemi et al., 2014).

Chez le bouc du Sahel, les travaux récents portant sur la reproduction ont concerné la caractérisation de la semence (Souley, 2013 ; Haro et al., 2019). Sauf que, les travaux sur les caractéristiques anatomiques des organes génitaux n'ont pas encore été abordés chez le bouc sahélien. La présente étude vise à décrire l'organisation, les dimensions du testicule et de conduits génitaux.

## MATERIEL ET METHODES

### Animaux

L'étude a été réalisée en deux étapes. La première partie a porté sur 130 boucs du sahel qui provenait d'un troupeau villageois de la zone sahélienne. Les critères de sélection des animaux retenus pour les mensurations ont été la présence des deux testicules, la taille des testicules et la symétrie testiculaire. L'âge et le poids vifs étaient compris respectivement dans les intervalles de 8 à 36 mois et de 25 à 40 kg. L'âge des boucs a été déterminé en utilisant la table dentaire selon la méthodologie décrite par Desta (2009) et le poids a été déterminé à l'aide d'un ruban zoométrique. La deuxième partie de l'étude a concerné 50 testicules des boucs collectés *post-mortem* à l'abattoir frigorifique de Ouagadougou. Les testicules de la race sahélienne ont été différenciés des autres races par leur morphologie (plus longue et plus large). La majorité des enveloppes testiculaires

ont d'abord été disséquées, puis les paramètres biométriques ont été mesurés au Laboratoire de Physiologie Animale de l'Université Joseph KI-ZERBO au Burkina Faso.

### La biométrie testiculaire

Le volume (cm<sup>3</sup>) des 130 testicules a été apprécié par orchidométrie selon la méthodologie décrite par Avdi et al. (2004). Les poids (g) des testicules ont été relevés par pesé au moyen d'une balance de précision au 1/100<sup>e</sup> (Sartorius, max 2100 g) sur des testicules prélevés à l'abattoir (Sahi et al., 2019). Ces testicules ont été regroupés en 3 classes de poids compris respectivement dans les intervalles de 30 g à 40 g pour les plus jeunes (8 à 14 mois), 40 g à 50 g pour les moyens en âge (14 à 25 mois) et 50 g à 70 g pour les plus avancés en âge (25 à 36 mois). La longueur de l'épididyme et du canal déférent ont été mesurés au moyen d'un ruban métrique (cm). La détermination de la longueur et de la largeur du scrotum, de l'écart entre les membres postérieurs et de la hauteur des testicules par rapport au sol ont été appréciées au moyen d'un ruban métrique (cm).

### Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés en moyenne  $\pm$  écart-type au moyen des logiciels Excel 2010 et Graph Pad Prism 5. Les variations de poids des testicules selon l'âge et le poids des animaux ont été appréciées au moyen de l'analyse de variance avec un facteur (ANOVA 1). Les variations de longueur (épididyme, canal déférent, scrotum), de largeur du scrotum, de hauteur, du volume et du poids des testicules ont été appréciées à l'aide de l'analyse de variance avec un facteur (ANOVA 1). Le positionnement des testicules de boucs a été évalué au moyen des dimensions d'écartement des membres postérieurs et de la hauteur des testicules par rapport au sol. Les différences sont considérées comme significatives au seuil de probabilité  $p < 0,05$

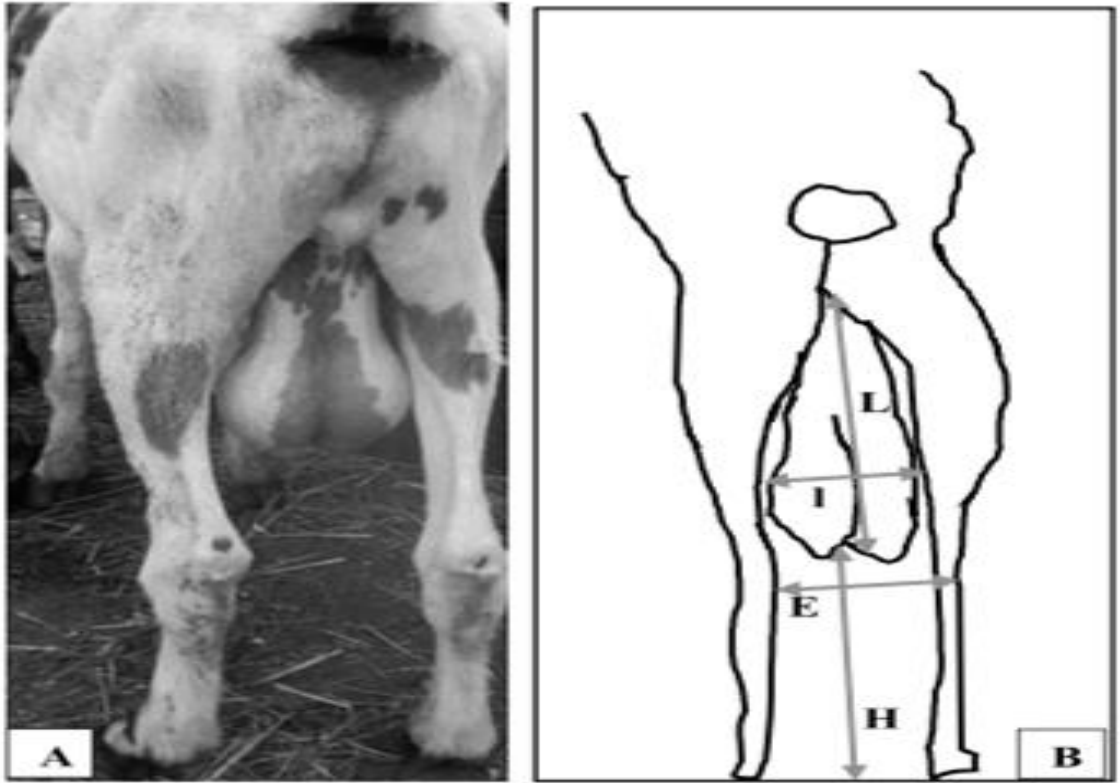
## RÉSULTATS

### Anatomie topographique des testicules

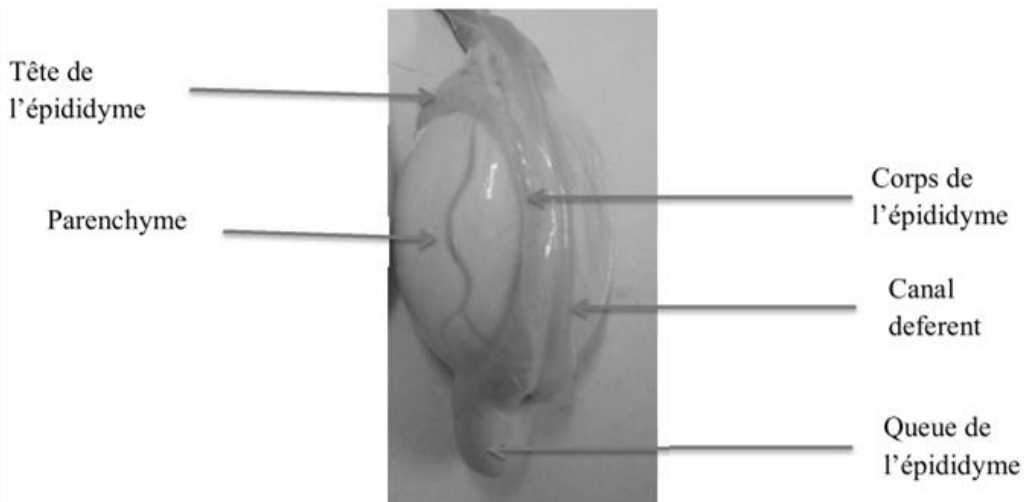
Les testicules de boucs sahéliens ont été localisés en position inguinale (Figure 1A), entre les membres postérieurs qui avaient un écart (E) moyen de  $14,15 \pm 1,72$  cm. Ce qui a illustré la position topographique des boucs. La longueur (L) et la largeur (l) moyenne du scrotum ont été respectivement de  $11,75 \pm 2,23$  cm et de  $9,45 \pm 1,15$  cm. Le schéma a montré la localisation géométrique du testicule du bouc du sahel (L = la longueur, l= la largeur, E= écart entre les membres postérieurs et H= la hauteur par rapport au sol) (Figure 1B). Les testicules de bouc sahélien ont été suspendus en position médiane entre les membres postérieurs d'une hauteur (H) moyenne du sol de  $27,65 \pm 5,53$  cm. Cette hauteur a permis aux testicules d'échapper à la chaleur dégagée du sol. Le volume moyen du testicule de bouc a été de  $94,27 \pm 16,78$  cm<sup>3</sup> et de  $93,96 \pm 16,89$  cm<sup>3</sup> respectivement pour le testicule gauche (tg) et le testicule droit (td). Ce volume a varié selon l'âge et le poids de manière non significative ( $p > 0,05$ ).

### Anatomie descriptive des testicules

Le testicule de bouc a été un organe ovale. Son poids moyen était de  $40,91 \pm 8,52$  g et celui du parenchyme était de  $27,59 \pm 6,90$  g. Ces poids ont varié en fonction de l'âge et du poids de l'animal. Les boucs les plus jeunes d'âges compris entre 8 et 25 mois ont des testicules plus légers (30-40 g) que les boucs les plus âgés de 25 et 36 mois. La différence de variation n'était pas significative ( $p > 0,05$ ). La longueur moyenne de l'épididyme a été de  $11,5 \pm 1,57$  cm. La tête de l'épididyme recouvre sous forme de capuchon la partie antérieure du testicule. La queue de l'épididyme s'est accrochée en tube à la partie postérieure du testicule (Figure 2). La longueur moyenne du canal déférent a été de  $11,75 \pm 1,80$  cm. Il s'est embouché à l'épididyme et a conduit les sécrétions testiculaires.



**Figure 1 :** Anatomie topographique (A) et position géométrique (B) des testicules du bouc sahélien. L = la longueur, I= la largeur, E= écart entre les membres postérieurs et H= la hauteur par rapport au sol.



**Figure 2 :** Organisation des testicules du bouc sahélien.

## DISCUSSION

L'étude a montré que les testicules sont au nombre de deux et logés dans un sac appelé scrotum. Ils sont de formes ovoïdes, allongées, symétriques et suspendues verticalement entre les membres postérieurs à  $27,65 \pm 5,53$  cm de hauteur moyenne du sol. La position du testicule est médiane et équilibrée, ce qui lui permet de réaliser une bonne spermatogénèse (Khan et Okeyo, 2016). Cette position lui permet également d'échapper au rayonnement de chaleur du sol dans les pays chauds. Le scrotum renferme l'ensemble des deux gonades et forme une dépression entre les deux testicules. Cette organisation est semblable à celle des caprins de race africaine (Ngona et al., 2012 ; Boukhliq et al., 2018). Les travaux sur les ovins, et les bovins ont montré une organisation similaire (Coursin, 2012 ; Tibary et al., 2018). La longueur moyenne du scrotum est de  $11,75 \pm 2,23$  cm. Cette valeur est comparable à la dimension de 12,91 cm obtenue chez le bouc de race *sokoto* du Nigéria (Raji et al., 2008). De même, au Bangladesh et en Malaisie les valeurs des longueurs de 9,80 cm et de 12,50 cm ont été rapportées respectivement chez les boucs *Black Bengal* et *Katjang* (Paul et al., 2011 ; Khandoker et al., 2017). L'orchidométrie est une méthode indirecte, la plus simple et la plus efficace pour estimer le volume testiculaire et la prédiction de la production spermatique chez le bouc (Avdi et al., 2004). Le volume des testicules traduit qu'il y a une relation entre la taille des testicules et la production spermatique (Brito et al., 2004). Les volumes des testicules ont été de  $94,27 \pm 16,78$  cm<sup>3</sup> et de  $93,96 \pm 16,89$  cm<sup>3</sup> respectivement pour le testicule gauche (tg) et le testicule droit (td). Ce volume est largement supérieur pour une production spermatique nécessaire pour l'application de la technologie de la semence (Souley, 2013 ; Tankpinou, 2017). La taille des testicules est un critère de sélection important pour les boucs. Les testicules normaux sont de tailles similaires, et

glissent librement dans le scrotum (Ridler et al., 2012 ; Ouchene-Khelifi et al., 2020). Les travaux antérieurs ont montré que plus la taille des testicules est importante, plus la production spermatique est importante (Ngona et al., 2012 ; Osasanya et al., 2014). L'écart moyen entre les membres postérieurs du bouc sahélien a été de  $14,15 \pm 1,72$  cm. Cette mesure permet de mettre en évidence la position médiane des testicules par rapport aux membres postérieurs. L'écartement entre les membres postérieurs est plus important, car elle constitue un critère de sélection d'un bon reproducteur. Ainsi, les membres postérieurs doivent être droit et bien placé vu de l'arrière et droit quand c'est vu de côté (Khan et Okeyo, 2016). Aussi, la position médiane du testicule de bouc sahélien a démontré le fonctionnement normal de cet organe. Car une spermatogénèse adéquate est possible que dans un testicule de position adéquate (Sakamoto et al., 2008). L'anatomie interne a présenté l'épididyme (tête, corps, queue), le canal déférent et le parenchyme du testicule. L'organisation de l'anatomie interne est similaire aux testicules des petits et des gros ruminants (Boukhliq et al., 2018). La longueur moyenne de l'épididyme a été de  $11,5 \pm 1,57$  cm. Cette valeur détermine la durée du transit épididymaire des spermatozoïdes. La valeur obtenue est supérieure à la moyenne de  $8,03 \pm 0,93$  cm obtenue chez le bouc Arabia d'Algérie (Ouchene-Khelifi et al., 2020). Le poids moyen des testicules du bouc sahélien a été de  $40,91 \pm 8,52$  g. Le poids des testicules détermine la production spermatique. Dans des travaux antérieurs, Haro et al. (2019) ont rapporté une production spermatique de  $1,28 \pm 0,85$  ml et une concentration en spermatozoïdes de  $3,35 \pm 0,91 \times 10^9$ /ml chez le bouc du sahel. Le poids des testicules obtenu dans notre étude est inférieur à  $70,0 \pm 5,66$  g et  $71,94 \pm 13,02$  g chez le bouc en Éthiopie et en Algérie (Amare et Keefelegn, 2017 ; Sahi et al., 2019).

## Conclusion

L'examen des testicules chez le bouc est une pratique importante pour les éleveurs des petits ruminants. Il permet d'avoir un aperçu sur la capacité de reproduction du bouc. L'anatomie et les paramètres biométriques ont montré que la position médiane des testicules est une position compatible avec une bonne production spermatique. Le volume et le poids des testicules sont des paramètres importants pour déterminer de manière indirecte la production en spermatozoïdes.

## CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt pour cet article.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les auteurs ont participé à la réalisation des travaux et à la lecture du manuscrit.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'équipe de travail du Laboratoire de Physiologie Animale pour leur franche collaboration.

## REFERENCES

- Akinyemi MO, Aina AJ, Ewuola EO, Osaiyuwu OH, Ajao EO. 2014. Relationships between body morphometrics and testicular biometrics of West Africa dwarf bucks in Southwestern Nigeria. *Inter. J. Agri. Biosci.*, **3**(6): 283-287. DOI: 20153041978
- Amare EG, Kefelegn W. 2017. Body Weight and Scrotal-Testicular Biometry in Three Indigenous Breeds of Bucks in Arid and Semiarid Agroecologies, Ethiopia. *Hindawi J. Vet. Med.*, **2017**: 9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/5276106>
- Avdi M, Banos G, Stefos K, Chemineau P. 2004. Seasonal variation in testicular volume and sexual behavior of Chios and Serres rams. *Theriogenology*, **62**: 275–

282. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.10.004>

- Boukhliq R, El Allali K, Tibary A. 2018. Anatomie et examen échographique des organes génitaux chez le bélier et le bouc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, **6**(2): 226-240.
- Brito LF, Silva AE, Unanian MM, Dode MA, Barbosa RT, Kastelic JP. 2004. Sexual development in early and late maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* × *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. *Theriogenology*, **62**: 1198–1217. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.01.006>
- Coursin. 2012. Prédiction du potentiel reproducteur de jeunes taureaux par échographie testiculaire et mesure de la circonférence scrotale. Thèse médecine vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Toulouse, p. 74.
- Desta H. 2009. Estimation of weight and age of sheep and goats: Ethiopia Sheep and Goat Productivity Improvement Program (ESGPIP). *Technical Bulletin*, **23**: 1–11.
- Güney O, Torun O, Özuyanık O, Darcan N. 2006. Milk production, reproductive and growth performances of Damascus goats under northern Cyprus conditions. *Small Rumin. Res.*, **65**: 176–179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.026>
- Haro M, Zongo M, Soudre A, Pitala W, Sanou DS. 2019. Caractéristiques du sperme du bouc sahélien au Burkina Faso. *Tropicicultura*, **37**(2): 557. DOI: 10.25518/2295-8010.557
- Khan MS, Okeyo AM. 2016. Judging and selection in beetal goats. GEF-UNEP-ILRI FAnGR Asia Project, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan, 32 p.
- Khandoker M, Syafiee M, Rahman M. 2017. Morphometric characterization of Katjang goat of Malaysia. *Bangladesh Journal of Animal Science*, **45**(3): 17-24. DOI: 10.3329/bjas.v45i3.31035

- Koyuncu M, Kara Uzun S, Ozis S, Duru S. 2005. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age and body weight in growing Kivircik (Western Thrace) ram lambs. *Czech J. Anim. Sci.*, **50**: 243-248. DOI: <https://agris.fao.org/CZ2006000095>
- Lebbie SHB. 2004. Goats under household conditions. *Small Rumin. Res.*, **51**: 131–136. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.015
- Mekasha Y, Tegegne A, Abera A, Rodriguez-Martinez H. 2008. Body size and testicular traits of tropically-adapted bucks raised under extensive husbandry in Ethiopia. *Reprod. Dom. Anim.*, **43**: 196–206. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2007.00877.x
- Morand-Fehr P, Boutonnet JP, Devendra C, Dubeuf JP, Haenlein GFW, Holst P, Mowlem L, Capote J. 2004. Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Rumin. Res.*, **51**: 175–183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.013>
- Nantoumé H, Kouriba A, Diarra CHT, Coulibaly D. 2011. Amélioration de la productivité des petits ruminants: Moyen de diversification des revenus et de lutte contre l'insécurité alimentaire. *Livestock Research for Rural Development*, **23**(5).
- Ngonia IA, Beduin JM, Khang'Maté ABF, Hanzen C. 2012. Étude descriptive des caractéristiques morphométriques et génitales de la chèvre de Lubumbashi en République démocratique du Congo. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, **65**(3-4): 75-79. DOI:10.19182/remvt.10126
- Omari H, Al-Dawood A, Althenebat A. 2018. Testicular and epididymal sperm reserve evaluations in three Jordanian goat breeds. *Journal of Applied Animal Research*, **46**(1): 1522–1527. DOI: 10.1080/09712119.2018.1552152
- Onakpa MM, Ajagbonna OP, Onifade KI, Akande M. 2010. Effects of Diminazene aceturate and Ivermectin on semen and serum parameters of the red sokoto buck. *Int. J. Chem. Tech. Res.*, **2**(1): 738–743.
- Osasanya TO, Adewumi MK, Oyeyemi MO, Adeosun AO. 2014. Semen characteristics of pubertal West African Dwarf rams fed pineapple waste silage as replacement for dried cassava fed. *African J. Agric. Res.*, **9**(1): 501–506. DOI: 10.5897/AJAR2013.7990
- Ouchene-Khelifi NA, Ouchene N, Dahmani A. 2020. Characterization of testicular and epididymal parameters in Algerian Arabia bucks. *Agricultural Science and Technology*, **12**(4): 312-317. DOI: 10.15547/ast.2020.04.049
- Oyeyemi MO, Fayomi AP, Adeniyi DA, Ojo KM. 2012. Testicular and epididymal parameters of Sahel buck in the humid zone of Nigeria. *Int. J. Morphol.*, **30**(2): 489–492. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000200021>
- Paul S, Khandoker MAMY, Moinuddin MA, Paul RC. 2011. Characterization of Black Bengal goat. *J. Bangladesh Agril. Univ.*, **9**(1): 61–66. DOI: 8745-31954-1
- Raji AO, Igwebuikue JU, Aliyu J. 2008. Testicular biometry and its relationship with body weight of indigenous goats in semi-arid region of Nigeria. *ARPN J. Agric. Biol. Sci.*, **3**: 6–9. DOI: <https://agris.fao.org/US201301609960>
- Ridler AL, Smith SL, West DM. 2012. Ram and buck management. *Anim. Reprod. Sci.*, **130**: 180-183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.012>
- Sahi S, Afri-Bouzebda F, Bouzebda Z, Ouennes H, Djaout A. 2019. Testicular biometry and its relationship with age and body weight of indigenous bucks (Algeria). *Adv. Anim. Vet. Sci.*, **7**(10): 882-887. DOI:

- <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.10.882.887>
- Souley AM. 2013. Caractéristiques spermatiques du bouc du Sahel au Niger. Thèse de médecine vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, 106 p.
- Tankpinou MK. 2017. Effet du sexe et de l'âge sur les mesures morpho-métriques et les paramètres testiculaires et utérins des caprins nains élevés au Sud-Bénin. Mémoire de Master, Université du Sud-Benin, Benin, 70 p.
- Tibary A, Boukhliq R, El Allali K. 2018. Ram and buck breeding soundness examination. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, **6**: 241-255.
- Van Metre DC, Rao S, Kimberling CV, Morley PS. 2012. Factors associated with failure in breeding soundness examination of Western USA rams. *Prev. Vet. Med.*, **105**: 118-126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.02.002>
- Zaitoun IS, Tabbaa MJ, Bdour S. 2004. Body weight, milk production and lifetime twinning rate of the different goat breeds of Jordan. *Dirasat. Agricultural Sciences*, **31**(2): 143-149.