

# Sommaire / Contents

## PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS

**115-120** Caractérisation zootechnique et formule baryométrique de la race zébu Azawak à Ménaka au nord du Mali. *Zootechnical characterization and barymetric formula of the Azawak zebu breed in Menaka, Northern Mali.* Touré A., Antoine-Moussiaux N., Kouriba A., Leroy P., Moula N. (en français)

**121-125** Effet du poids de l'œuf de pintade (*Numida meleagris*) sur les paramètres de reproduction et de croissance des pintadeaux au Burkina Faso. *Effect of the egg weight of guinea fowl (Numida meleagris) on growth and reproduction parameters of chicks in Burkina Faso.* Sanfo R., Traoré F., Yougbare B., Ouali W. (en français)

## SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

**127-130** Altérations biochimiques sériques et hématologiques chez les bovins Peuhls Blancs présentant des lésions tuberculeuses. *Hematological and serum biochemical alterations in White Fulani cattle with tuberculous lesions.* Ihedioha J.I., Udeani I.J., Ezeasor C.K. (in English)

**131-136** Infections mycobactériennes dans les carcasses de ruminants abattus dans les deux abattoirs de Kassala au Soudan. *Mycobacterial infections in carcasses of ruminants slaughtered at the two slaughterhouses of Kassala, Sudan.* Shuaib Y.A., Niemann S., Khalil E.A.G., Schaible U., Wieler L.H., Bakheit M.A., Mohamed-Noor S.E., Abdalla M.A., Richter E. (in English)

**137-141** Variation saisonnière de l'infestation de brebis par les strongles respiratoires à l'abattoir de Sidi Bouzid (Tunisie centrale). *Seasonal variation of lungworm infestation of ewes at Sidi Bouzid slaughterhouse (Central Tunisia).* Elati K., Aloui S., Dhibi M., Rekik M., Gharbi M. (in English)

ISSN 1951-6711

Publication du

Centre de coopération internationale  
en recherche agronomique pour le développement  
<http://revues.cirad.fr/index.php/REMT>  
<http://www.cirad.fr/>

Directeur de la publication / *Publication Director:*  
Michel Eddi, PDG / *President & CEO*

Rédacteurs en chef / *Editors-in-Chief:*  
Gilles Balança, Denis Bastianelli, Frédéric Stachurski

Rédacteurs associés / *Associate Editors:*  
Guillaume Duteurtre, Bernard Faye, Flavie Goutard,  
Vincent Porphyre

Coordinatrice d'édition / *Publishing Coordinator:*  
Marie-Cécile Maraval

Traductrices/*Translators:*  
Marie-Cécile Maraval (anglais),  
Suzanne Osorio-da Cruz (espagnol)

Webmestre/*Webmaster:* Christian Sahut

Maquettiste/*Layout:* Alter ego communication, Aniane, France

### COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC ADVISORY BOARD*

Hassane Adakal (NER), Nicolas Antoine-Moussiaux (BEL),  
Michel Doreau (FRA), Mohammed El Khasmi (MAR),  
Philippe Lescoat (FRA), Hamani Marichatou (NER),  
Ayao Missohou (SEN),  
Harentsoaniaina Rasamoelina-Andriamanivo (MDG),  
Jeremiah Saliki (USA, CMR), Jeewantee Sunita Santchum (MUS),  
Hakim Senoussi (DZA), Taher Srairi (MAR),  
Hussaini Tukur (NGA), Jean Zoundi (BFA, FRA)



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Cirad, Montpellier, avril 2018



# Caractérisation zootechnique et formule barymétrique de la race zébu Azawak à Ménaka au nord du Mali

Abdoulaye Touré<sup>1</sup> Nicolas Antoine-Moussiaux<sup>1,2</sup>  
Aly Kouriba<sup>3</sup> Pascal Leroy<sup>1,2</sup> Nassim Moula<sup>1,2\*</sup>

## Mots-clés

*Bos indicus*, bovin Azawak, croissance, performance de reproduction, poids corporel, Mali

Submitted: 26 May 2016  
Accepted: 1 February 2018  
Published: 23 April 2018  
DOI : 10.19182/remvt.31528

## Résumé

L'objectif de cette étude était de participer à la sauvegarde et à l'amélioration des performances du zébu Azawak au Mali en proposant une estimation des performances de croissance et de reproduction de cette race bovine élevée au nord du pays. Le suivi a concerné 1129 animaux dans quatre communes du cercle de Ménaka, entre novembre 2009 et février 2010. A 30 jours, les mâles pesaient en moyenne  $39 \pm 10$  kg et les femelles  $32 \pm 4$  kg. Aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a été enregistrée entre les poids adultes des taureaux ( $370 \pm 88$  kg) et des vaches ( $327 \pm 46$  kg). L'âge au premier vêlage a été de  $50 \pm 11$  mois avec un intervalle entre vêlages de  $16 \pm 4$  mois. Les corrélations du poids avec le périmètre thoracique ( $r = 0,95$ ) et la hauteur au garrot ( $r = 0,94$ ) ont été les plus élevées. Des équations barymétriques ont été établies pour chaque catégorie animale (veau/velle, génisse/taurillon, vache/taureau) au moyen de régressions polynomiales du poids ( $y$ ) sur le périmètre thoracique ( $x$ ). Celles-ci pourront servir à établir une table de conversion du périmètre thoracique en poids vif ou un ruban barymétrique à l'attention des agents de l'élevage, afin de faciliter un suivi zootechnique et sanitaire des animaux sur le terrain.

■ Comment citer cet article : Touré A., Antoine-Moussiaux N., Kouriba A., Leroy P., Moula N., 2017. Zootechnical characterization and barymetric formula of the Azawak zebu breed in Menaka, Northern Mali. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **70** (4): 115-120, doi: 10.19182/remvt.31528

## ■ INTRODUCTION

Dans le nord du Mali, l'élevage bovin est soumis à des contraintes climatiques (aridité) et socioéconomiques (accès à l'eau potable et abris de nuit, parc de vaccination, marché à bétail) freinant son essor. De plus, dans un milieu aride, où la ressource alimentaire évolue fortement au cours de l'année, les éleveurs sont en quête permanente de satisfaction des besoins alimentaires des animaux (petite transhumance, séjour sur terres salées). En fin de saison sèche, les animaux

sont très amaigris, ce qui affecte la viande en termes de flaveur et de qualité. Des études ont été menées au Niger, en Côte d'Ivoire et au Burkina Faso pour évaluer les performances de production de la race Azawak (Dodo et al., 2001 ; Marichatou et al., 2005 ; Sokouri et al., 2010). Cependant, rares sont celles qui ont concerné la race zébu Azawak au Mali.

La race Azawak est à présent de plus en plus métissée avec les races Peuhle et M'bororo venant des cercles d'Ansongo et de Gao au Mali, voire du Burkina Faso ou du Niger. C'est donc pour faire face à la disparition de cette race bovine locale présentant d'intéressantes caractéristiques en termes de rusticité, d'adaptation et de production que le gouvernement malien a mis en œuvre le Projet d'appui à la sélection et à la multiplication du zébu Azawak au Mali (PASMZAM) visant à conserver la race Azawak.

La présente étude s'inscrit dans ce programme et vise à caractériser le système d'élevage de la race Azawak, à déterminer ses caractéristiques de croissance et de reproduction dans son milieu d'élevage, ainsi qu'à déterminer une formule barymétrique permettant d'estimer facilement le poids vif des animaux sur le terrain.

1. Fundamental and Applied Research for Animal and Health (FARAH), Productions animales durables, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, Quartier Vallée 2, avenue de Cureghem 6, 4000 Liège, Belgique.

2. Institut vétérinaire tropical, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, Liège, Belgique.

3. Institut d'économie rural (IER), Bamako, Mali.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : +32 43 66 41 24 ; fax : +32 43 66 41 22

Email : Nassim.Moula@ulg.ac.be



■ MATERIEL ET METHODES

**Zone d'étude**

L'étude a été réalisée dans la région de Gao (cercle de Ménaka), située dans la vallée fossile de l'Azawak (figure 1). Le relief de la commune est essentiellement constitué de dunes de sables, de vallées, de bas-fonds et de plaines. Le climat se caractérise par l'alternance d'une longue saison sèche (huit à neuf mois) et d'une courte saison des pluies (quatre mois de juin à septembre) avec une forte variabilité interannuelle. C'est une zone aride avec une pluviométrie annuelle comprise entre 100 et 250 millimètres et des températures maximales moyennes élevées, plus de 40 °C en avril et mai. La végétation est de type désertique où prédominent les épineux du genre *Acacia* spp. Dans la strate herbacée prédominent les graminées annuelles comme *Aristida mutabilis*, *Cenchrus biflorus* et *Eragrostis tremula*.

**Modes d'élevage**

Dans cette région, et plus particulièrement dans le cercle de Ménaka, le zébu Azawak est le principal capital pour les communautés touarègues. L'Azawak est soumis à un élevage de type extensif, caractérisé par une longue période de mobilité (octobre à juin) et une population contrainte à une agriculture de subsistance (Beeler, 2006). Les animaux se déplacent sur les vastes pâturages naturels de la zone sahélienne sous la conduite d'un gardien à la recherche de ressources alimentaires et d'eau (Turner et al., 2014). La transhumance et le nomadisme sont les deux modalités générales de ces déplacements (Beeler, 2006). La culture du bourgou (*Echinochloa stagnina*) visant à affourager les bovins est pratiquée aux abords du fleuve et des grands lacs permanents. L'importance de l'élevage au nord du Mali a poussé le gouvernement à lancer plusieurs programmes de vulgarisation associés à des projets de développement

local basés sur les productions animales (bovin et dromadaire) et végétales (mil, sorgho et riz).

**Echantillonnage**

L'étude a concerné cinq communes du cercle de Ménaka. Pour inclure un élevage (selon les termes du PASMZAM) l'éleveur devait a) être reconnu comme sélectionneur de la race zébu Azawak, et b) avoir un troupeau résidant dans la zone d'étude. Au total 1129 bovins dont 67 % de femelles ont été concernés par l'étude.

**Elevages bovins**

Les vaches allaitantes et leurs veaux sont gardés à la ferme et conduits par de jeunes bouviers. Les veaux et velles sont attachés la nuit pour les empêcher de téter leur mère pour les besoins de la traite. Le surplus de lait produit par les vaches en lactation qui ne font pas la transhumance (20 %) est autoconsommé ou vendu pour les besoins de trésorerie. Les veaux sont mis au pâturage lorsqu'ils atteignent l'âge de trois à quatre mois.

En saison sèche, les troupeaux broutent les résidus de récoltes. Ces zones constituent l'essentiel du territoire pastoral. Les résidus de récoltes constituent une source de biomasse non négligeable pour les bovins. Les pratiques locales admettent qu'après les récoltes l'espace champêtre soit ouvert à la pâture. La vente des résidus et des tas de bourgou aux éleveurs procure des revenus aux producteurs. Après épuisement des résidus, ils sont menés dans les bourgoutières. En saison des pluies, les animaux sont dans les pâturages des zones exondées avec un minimum de main-d'œuvre. Le pouvoir traditionnel est l'interlocuteur principal et incontournable dans les actions de décisions et des règles foncières qui en découlent.



Figure 1 : carte du Mali montrant la zone d'étude.

## Suivi des élevages bovins

Dès l'installation du projet, chaque animal était bouclé et accompagné d'une fiche individuelle de suivi sur la période 2001–2010. Des informations d'identification relatives à chaque animal (numéro, date de naissance, sexe, rang de mise bas et site) ont été collectées lors d'une visite.

Les pesées étaient réalisées tôt le matin avant le départ des animaux au pâturage. Lors des pesées, les animaux traversaient d'abord le couloir de contention du parc de vaccination sur une bascule pèse-bétail d'une capacité de 1500 kg et d'une précision de 1,5 kg.

## Méthode

Une bascule mobile d'une portée maximale de 300 kg avec une précision de 500 g a été affectée aux jeunes. Deux toises graduées en centimètres et des rubans métriques (de 1,5 m et 3 m) ont servi pour les mensurations des animaux (périmètre thoracique, hauteur au garrot et longueur scapulo-ischiale de la pointe de l'épaule à la pointe du bassin). Le périmètre thoracique et la hauteur au garrot (distance verticale entre le sol et le sommet du garrot, immédiatement en arrière de la bosse) ont été retenus pour établir la barymétrie.

## Analyses statistiques

Le modèle de prédiction du poids (statistique descriptive, équation de régression) a été estimé en utilisant le logiciel R (version 3.0.1) (Coghlan, 2011). Les effets du sexe et de l'âge ont été étudiés au départ d'une analyse de la variance (Anova). La modélisation de la courbe de croissance des bovins a été réalisée selon SAS (Statistical Analysis System, 2001) à des âges type d'après l'équation de Gompertz (France et al., 1996 ; Martin, 1967) :

$$Y = \alpha \times \exp(-\beta \times \exp[-\gamma \times t])$$

où Y est le poids des animaux (en kg),  $\alpha$  le poids asymptotique (en kg),  $\beta$  la constante d'intégration,  $\gamma$  le paramètre de vitesse de croissance (facteur de maturation) et t l'âge (en mois). L'âge à l'inflexion (t) correspond à la période où la croissance est maximale et est calculé par la formule  $t = (1/\gamma) \times \ln|\beta|$  où  $\gamma$  correspond au poids à l'âge t (Porter 2010). Ces paramètres ont été estimés par la procédure de la régression non linéaire selon la méthode Marquardt (Proc nln, SAS, 2001).

L'équation de prédiction du poids a été déterminée à partir des différents paramètres morphologiques mesurés en appliquant la procédure statistique Stepwise (Linear regression, *proc reg, option stepwise*).

## ■ RESULTATS

### Caractérisation des exploitations et des troupeaux

Parmi les éleveurs enquêtés 83 % pratiquaient l'élevage comme activité unique, et 17 % combinaient l'élevage et l'agriculture de subsistance. L'effectif moyen de bovins a été de  $12 \pm 6$  têtes (médiane 16 ; min-max 3–31). L'âge moyen des taureaux a été de 4 ans et 2 mois  $\pm 1$  an et 5 mois, alors que chez les vaches il a été de 6 ans et 7 mois  $\pm 1$  an et 6 mois. Les adultes de plus de trois ans d'âge représentaient 46 % de l'effectif, dont 39 % étaient des vaches laitières en production et 7 % des taureaux. A partir de six ans les mâles représentaient 1 % de l'effectif et les femelles 26 %.

### Performances

#### Croissance

La figure 2 présente les courbes de croissance par sexe. A 12 mois (veau/velle), les poids moyens des mâles et des femelles ont été respectivement de  $118 \pm 25$  kg et  $113 \pm 36$  kg. A 2 ans et 8 mois (taurillons),

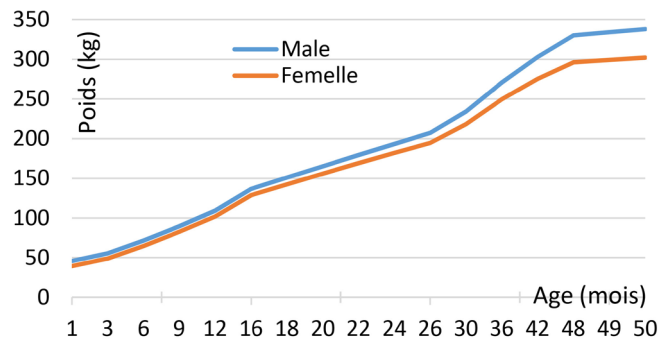


Figure 2 : courbe de croissance de la race Zébu Azawak estimée par l'équation de Gompertz dans les conditions d'élevage extensif à Ménaka au Mali.

et 3 ans et 4 mois (génisses) ces valeurs ont été respectivement de  $274 \pm 57$  kg et  $242 \pm 52$  kg. A ce stade le gain moyen quotidien a été de  $245 \pm 77$  g pour les mâles et de  $214 \pm 83$  g pour les femelles. La croissance observée chez les jeunes entre 3 et 9 mois a été respectivement pour les mâles et les femelles de  $219 \pm 42$  g/j et de  $199 \pm 53$  g/j. La courbe de croissance a été différente selon le sexe ( $p < 0,01$ ). Les paramètres relatifs à la courbe de croissance de Gompertz diffèrent entre les sexes (Dibanzilua et al., 1995). Le poids asymptotique ( $\alpha$ ) ainsi que la constante d'intégration ( $\beta$ ) des mâles ont été supérieurs à ceux des femelles, respectivement de 438 contre 363, et de 2,4 contre 2,3. Les paramètres de la courbe de croissance estimés par l'équation de Gompertz sont :

$$\text{Equation mâle, } Y = 437,8e^{(-2,36e^{-0,0442 t})}$$

$$\text{Equation femelle, } Y = 363,4e^{(-2,34e^{-0,0508 t})}$$

#### Reproduction

L'âge moyen au premier vêlage, déterminé chez 363 primipares, a été de  $50 \pm 11$  mois (médiane 48). Il a été entre 33 et 40 mois chez 14 % des animaux (tableau I). L'âge minimum au premier vêlage signifie une saillie fécondante à 20 mois. L'intervalle moyen entre vêlages a été de  $16 \pm 5$  mois avec des extrêmes allant de 10 à 31 mois et une médiane de 15 mois. L'intervalle entre vêlages (IVV) a varié d'un an à un an et demi chez 53 % des vaches.

#### Equation de régression du poids

Le périmètre thoracique a été retenu pour la détermination de formules baryométriques en raison de sa corrélation plus élevée avec le poids ( $r = 0,95$ ) par rapport à la hauteur au garrot. Chez les mâles et les femelles, le poids prédit avec la régression polynomiale de y sur x à deux degrés était très proche du poids observé (tableau II). Le coefficient de détermination du modèle de régression du poids des taureaux a été de 84 %.

Tableau I

Age moyen au premier vêlage et intervalle entre vêlages des zébus Azawak à Ménaka au Mali

	Age au premier vêlage (mois)	Intervalle entre vêlages (mois)
n	363	164
Moyenne	50,1	16,2
Ecart-type	11,2	4,5
Médiane	47,9	15,4
Minimum	33,1	12,2
Maximum	94,2	18,2



**Tableau II**  
Equations de régression par catégorie d'âge des zébus Azawak à Ménaka au Mali

	Age	Equation de régression	R <sup>2</sup>	Sy
Veau et velle n = 296	< 1 an	$Y = 0,024997X^2 - 2,612304X + 93,177691$	94	12,32
Taurillon et génisse n = 279	1-3 ans	$Y = 0,01899X^2 - 1,912098X + 101,335727$	78	18,22
		$Y = 2,6942X - 174,0277$	57	24,7
Vache n = 379	> 3 ans	$Y = 0,038932X^2 - 8,243556X - 640,534367$	55	35,45
Taureau n = 175		$Y = 0,036282X^2 - 5,740076X + 309,491414$	84	44,81

Y : poids estimé (kg) ; X : périmètre thoracique (cm)  
R<sup>2</sup> : coefficient de détermination ; Sy : écart-type résiduel (kg)

■ DISCUSSION

**Performance de reproduction et de croissance**

La distribution globale des paramètres étudiés présentée aux figures 3 et 4 indique que plus de la moitié des bovins avaient un intervalle entre vêlages compris entre 12 et 18 mois. L'âge au premier vêlage et l'IVV calculés ont été largement plus élevés que ceux observés chez le bovin zébu Azawak dans son berceau au Niger (33,6 ± 1,0 mois et 11,9 ± 2,2 mois ; Achard et Chanono, 2006) mais en deçà par exemple de la race Boran en Ethiopie (57,6 ± 2,4 mois et 20,7 ± 0,5 mois ; Denbarga et al., 2012).

Habib et al. (2010), et Kibwana et al. (2012) suggèrent que des différences d'âge au premier vêlage et d'IVV sont d'ordre physiologique, sanitaire ou relatives à la conduite de la mise à la reproduction. L'IVV (487 ± 133 jours) a été plus long que celui obtenu chez le zébu Gobra au Sénégal (473,2 ± 7,8 jours ; Denis, 1971) et chez le zébu Azawak au Niger (432 jours ; Achard et Chanono, 2006). Cette différence pourrait être liée à la mesure pratiquée sur un troupeau en station où les conditions d'élevage sont meilleures que celles en milieu paysan

(Boujenane et Aissa, 2008 ; Denbarga et al., 2012). Quant au gain moyen quotidien, les valeurs observées ont été élevées en comparaison avec celles obtenues par Youssao et al. (2000) chez la race Borgou au Benin qui étaient de 224 g et 201,7 g respectivement pour les mâles et les femelles de 3-6 mois. Ce résultat reste inférieur au gain moyen de poids de 500 g observé chez le zébu Azawak à la station de Toukounous au Niger (Achard et Chanono, 1995) et de 306 g chez le zébu Goudali au Burkina Faso (Marichatou et al., 2005).

Le pourcentage de femelles âgées de six ans et plus (26 % de l'effectif des vaches) indique un regain d'intérêt des éleveurs pour cette race ; au Niger seulement 6 % de l'effectif avait au moins douze ans (Achard et Chanono, 1995). Après la sécheresse des années 1980-1985 la race Azawak était en voie de disparition dans cette zone du Mali mais en la sélectionnant sur les critères phénotypiques et en évitant son croisement avec d'autres races qui transhumant dans la zone elle a commencé à s'imposer.

L'équation de Gompertz utilisée dans cette étude a montré un âge d'inflexion de la croissance respectivement à 19 et 17 mois chez les mâles et les femelles. Les femelles du groupe d'analyse ont présenté le poids asymptotique le plus faible (363 kg). Cet âge indique le moment où les animaux atteignent leur croissance maximale (Porter et al., 2010). C'est l'âge idéal où le rapport coût de l'alimentation / croissance est optimal, et où il est conseillé de garder ou de sortir les animaux du lot de testage (Poivey et al., 1980).

**Choix de formules de prédiction pour la barymétrie**

La détermination rapide et facile du poids vif des bovins est souvent nécessaire pour faire face à certaines exigences techniques comme la détermination des besoins d'entretien des animaux et le contrôle de l'aptitude à la production de viande (Akouango et al., 2010 ; Symoens et Hounsou-Ve, 1991).

La valeur du coefficient de détermination (R<sup>2</sup>) obtenue par l'utilisation de la régression multiple reste faible pour les vaches (0,55). Selon Symoens et Hounsou-Ve (1991), les formules linéaires sembleraient être plus adaptées aux jeunes dont le poids vif se situe entre 150 et 250 kg. Au-delà de ces limites, elles tendraient à le sous-estimer. Cela revient à dire que plusieurs facteurs comme l'âge et l'état physiologique de l'animal interviennent dans l'estimation du poids vif des bovins (Akouango et al., 2010).

De toutes les mesures et équations proposées, il apparaît clairement que le périmètre thoracique est le meilleur estimateur du poids (Kashoma et al., 2011 ; Poivey et al., 1980). Des droites de régression fractionnée, établies pour des intervalles de variation du poids correspondant aux différentes catégories animales (Denis, 1971 ; Nicholson

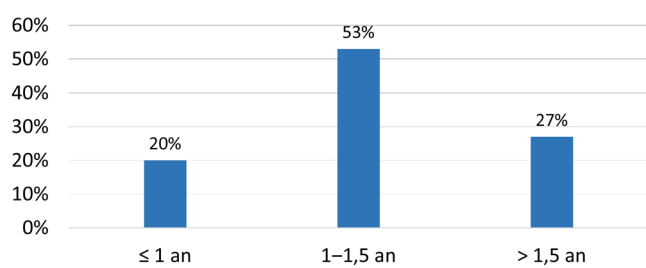


Figure 3 : distribution par tranches d'âges des fréquences des intervalles entre vêlages chez le zébu Azawak à Ménaka au Mali.

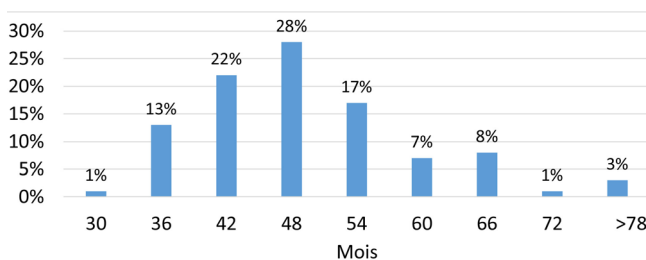


Figure 4 : distribution de fréquence des âges à la première mise bas chez le zébu Azawak dans le cercle de Ménaka.

et Sayers, 1987), permettent de suivre toutes les phases de croissance bovine. Elles sembleraient être pratiques dans les conditions d'élevage extensif notamment du Sahel pour des raisons liées aux déplacements fréquents et à la contention des animaux. Poivey et al. (1980) ont utilisé la liaison de curvilinéarité entre le poids et le tour de poitrine en les comparant avec des droites de régression linéaire et multiple qui tenaient compte de la mesure de la hauteur au garrot. Elles ont montré plus de précision au regard de leur  $R^2$  observé. Dans l'ensemble, l'erreur dans l'estimation du poids par les équations linéaires s'avère plus importante que celle des régressions polynomiales proposées.

## ■ CONCLUSION

La modélisation de la croissance par l'équation de Gompertz a permis de choisir des animaux pour le testage. Le périmètre thoracique, paramètre facilement mesurable, a constitué un élément estimant le mieux

le poids des animaux. Bien que les animaux aient été conduits dans un environnement non contrôlé (suivi vétérinaire et zootechnique approprié), les résultats de l'évaluation des performances de reproduction relatives à l'âge au premier vêlage et à l'intervalle entre vêlages ont révélé que la race locale zébu Azawak présentait de bonnes aptitudes pour l'amélioration de la productivité d'un élevage. A cet effet, elle constitue un atout considérable pour la valorisation et le développement de l'élevage bovin au Mali.

Les différentes formules baryométriques établies en fonction du sexe et de l'âge chez le zébu Azawak fournissent une précision suffisante pour un suivi pondéral plus rapide et fréquent sur un nombre d'animaux plus élevé que par un système de pesage classique. Pour la mise en œuvre d'un programme de sélection basé sur les performances de croissance, il faudra alors choisir les animaux dont l'âge à l'inflexion (croissance maximale) soit de 19 mois pour un poids de 161 kg chez les mâles contre 17 mois pour un poids de 134 kg chez les femelles.

## REFERENCES

- Achard F., Chanono M., 1995. Un système d'élevage performant bien adapté à l'aridité à Toukounous, dans le sahel Nigérien. *Sécheresse*, **2** (6) : 215-222
- Achard F., Chanono M., 2006. Exemple d'une gestion pastorale réussie au Sahel : la station d'élevage de Toukounous (Niger). *Sécheresse*, **17** (1-2) : 76-82
- Akouango F., Ngokaka F., Monpoundza C.P., Emmanuel K., 2010. Barymetrie formulas and control of growth of breed cattle at Dihessé breeding farm in Congo Brazzaville. *Pak. J. Nutr.*, **9** (5): 475-480, doi: 10.3923/pjn.2010.475.480
- Beeler S., 2006. Conflits entre agriculteurs et éleveurs au nord-ouest du Mali, dossier n° 141. IIED, Londres, UK
- Boujenane I., Aissa H., 2008. Reproductive and milk performances of Holstein and Montbeliarde cows in Morocco. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (3-4): 191-196, doi: 10.19182/remvt.9988
- Coghlan A., 2011. A little book of R for Bioinformatics. Release 0.1. Wellcome Trust Sanger Institute, Cambridge, UK
- Denbarga Y., Woldegebriel B., Sheferaw D., 2012. Reproductive performance of Boran cows at Tates, a cattle breeding center. *Adv. Bio. Res.*, **6** (3): 101-105
- Denis J.P., 1971. Interval between calvings in Gobra zebu cattle (Senegalese Peulh). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **24** (4): 635-647, doi: 10.19182/remvt.7725
- Dibanzilua M.N.M., Tandu S.F., Ngomo L.A., Compere R., 1995. Performances pondérales des veaux issus de trois races locales de l'Ituri (Haut-Zaïre). *Tropicultura*, **13** (2) : 74-78
- Dodo K., Pandey V.S., Illiassou M.S., 2001. Weight estimation from body measurements of the Azawak zebu in Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **54** (1): 63-68, doi: 10.19182/remvt.9808
- France J., Dijkstra J., Dhanoa M.S., 1996. Growth functions and their application in animal sciences. *Ann. Zootech.*, **45**: 165-174, doi: 10.1051/animes:19960637
- Habib M.A., Bhuiyan A.K.F., Amin M.R., 2010. Reproductive performance of Red Chittagong cattle in a nucleus herd. *Bangladesh J. Anim. Sci.*, **39**. [www.banglajol.info/index.php/BJAS/article/view/9673/71](http://www.banglajol.info/index.php/BJAS/article/view/9673/71)
- Kashoma I.P.B., Luziga C., Werema C.W., Shirima G.A., Ndossi D., 2011. Predicting body weight of Tanzania shorthorn zebu cattle using heart girth measurements. *Livest. Res. Rural Dev.*, **23**: e94
- Kibwana D.K., Makumyaviri A.M., Hornick J.L., 2012. Extensive farming practices and cattle performances of the local breed or crossed with exotic dairy breeds in the Democratic Republic of Congo. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **65** (3-4): 67-74, doi: doi.org/10.19182/remvt.10125
- Marichatou H., Abdoulaye S.G., Kanwe A.B., 2005. Production laitière de la race Gudhali et croissance des jeunes purs et croisés, en zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Cah. Agric.*, **14** (3) : 291-296
- Martin P., 1967. Une application des fonctions de Gompertz à l'étude de la fécondité d'une cohorte. *Population*, **22** (6) : 1085-1096, [www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pop\\_0032-4663\\_1967\\_num\\_22\\_6\\_11238](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pop_0032-4663_1967_num_22_6_11238)
- Nicholson M.J., Sayers A.R., 1987. Relationships between body weight, condition score and heart girth changes in Boran cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, **19**: 115-120, doi: 10.1007/BF02297329
- Poivey J.P., Landais E., Seitz J.L., 1980. Use of body measurements to estimate liveweight in local taurine breeds of Ivory Coast. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **33** (3): 311-317, doi: doi.org/10.19182/remvt.8217
- Porter T., Kebread E., Darmani K.H., Lopez S., Strathe A.B., France J., 2010. Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. *Poult. Sci.*, **89** (2): 371-378, doi: 10.3382/ps.2009-00141
- Sokouri D.P., Yapi-Gnaore C.V., N'guetta A.S.P., Loukou N.E., Kouao B.J., Toure G., Kouassi A., Sangare A., 2010. Performances de reproduction des races bovines locales de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **36** : 2353- 2359
- Symoens C., Hounsou-Ve G., 1991. Barymetric data in Borgou cattle breed in Northeast Benin. *Rev. Elev. Med. vet. Pays trop.*, **44** (4): 487-490, doi: 10.19182/remvt.9158
- Turner M.D., Mcpeak J.G., Ayantunde A., 2014. The role of livestock mobility in the livelihood strategies of rural peoples in semi-arid West Africa. *Hum. Ecol.*, **42** (2): 231-247, doi: 10.1007/s10745-013-9636-2
- Youssao A.K.I., Ahissou A., Toure Z., Leroy P.L., 2000. Productivity of the Borgou breed at the Okpara breeding farm in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **53** (1): 67-74, doi: 10.19182/remvt.9766

## Summary

**Touré A., Antoine-Moussiaux N., Kouriba A., Leroy P., Moula N.** Zootechnical characterization and barymetric formula of the Azawak zebu breed in Menaka, Northern Mali

The objective of this study was to contribute to the preservation and improvement of the performance of the Azawak zebu in Mali by proposing an estimation of the growth and reproduction performances of this cattle breed reared in the north of the country. Monitoring involved 1129 animals in four townships in Menaka Circle, between November 2009 and February 2010. At 30 days, males weighed on average  $39 \pm 10$  kg and females  $32 \pm 4$  kg. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were recorded between the adult weights of bulls ( $370 \pm 88$  kg) and cows ( $327 \pm 46$  kg). The age at first calving was  $50 \pm 11$  months with a calving interval of  $16 \pm 4$  months. The correlations of weight with the thoracic girdle ( $r = 0.95$ ) and the height at the withers ( $r = 0.94$ ) were the highest. Barymetric equations were developed for each animal category (male calf / female calf, heifer / young bull, cow/bull) using polynomial weight regressions ( $y$ ) on the thoracic girdle ( $x$ ). These could enable livestock agents to establish a conversion table of the thoracic girdle into live weight or a barymetric measuring tape to facilitate husbandry and sanitary monitoring of animals in the field.

**Keywords:** *Bos indicus*, Azawak cattle, growth, reproductive performance, body weight, Mali

## Resumen

**Touré A., Antoine-Moussiaux N., Kouriba A., Leroy P., Moula N.** Caracterización zootécnica y fórmula barimétrica de la raza Cebú Azawak en Menaka, Norte de Mali

El objetivo del presente estudio fue contribuir a la preservación y mejoramiento del rendimiento del cebú Azawak en Mali, mediante la propuesta de una estimación del rendimiento del crecimiento y la reproducción de esta raza de ganado, criado en el norte del país. El monitoreo incluyó 1129 animales en cuatro pueblos en el Círculo de Menaka, entre noviembre 2009 y febrero 2010. A los 30 días, los machos pesaron en promedio  $39 \pm 10$  kg y las hembras  $32 \pm 4$  kg. No se registraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los pesos adultos de los toros ( $370 \pm 88$  kg) y las vacas ( $327 \pm 46$  kg). La edad al primer parto fue  $50 \pm 11$  meses con un intervalo entre partos de  $16 \pm 4$  meses. Las correlaciones entre el peso y la faja torácica ( $r = 0,95$ ) y la altura a la cruz ( $r = 0,94$ ) fueron las más elevadas. Se desarrollaron ecuaciones barimétricas para cada categoría animal (ternero/ternera, novilla/torete, vaca/toro) utilizando regresiones de peso poli nominales ( $y$ ) para la faja torácica ( $x$ ). Estas pueden ayudar a los agentes ganaderos a establecer una tabla de conversión de la faja torácica en peso vivo o una cinta de medida barimétrica para facilitar el seguimiento de cría y sanitario de los animales en el campo.

**Palabras clave:** *Bos indicus*, ganado bovino Azawak, crecimiento, reproductividad, peso corporal, Malí



# Effet du poids de l'œuf de pintade (*Numida meleagris*) sur les paramètres de reproduction et de croissance des pintadeaux au Burkina Faso

Rahamane Sanfo<sup>1\*</sup> Fabiola Traoré<sup>1</sup> Bernadette Yougbare<sup>1</sup>  
Weremé Ouali<sup>1</sup>

## Mots-clés

*Numida meleagris*, pintade, caractéristique de l'œuf, éclosabilité, fertilité, croissance, Burkina Faso

Submitted: 24 April 2015  
Accepted: 5 April 2018  
Published: 23 April 2018  
DOI: 10.19182/remvt.31527

## Résumé

Deux mille trois cents œufs de pintades collectés à la station de Gampéla au Burkina Faso ont été pesés puis répartis en six catégories allant de 20–25 g à 45–50 g. Les œufs ont été incubés et les paramètres suivants ont été enregistrés : les taux de fertilité et d'éclosion, le poids des pintadeaux, les mortalités, et la croissance pondérale jusqu'à 56 jours d'âge. Le poids moyen des œufs a été de  $35,2 \pm 1,3$  g avec une répartition inégale dans les six catégories ; le plus grand nombre d'œufs était dans la catégorie des 35–40 g. Le taux de fertilité moyen des œufs a été de 84,4 % ; il était corrélé ( $r = 0,81$  ;  $p < 0,05$ ) au poids de l'œuf. Le taux d'éclosion apparent a été de 65,7 % et le taux réel de 82,7 % ; ce dernier était corrélé ( $r = 0,85$  ;  $p < 0,05$ ) au poids de l'œuf. Le poids vif moyen du pintadeau à l'éclosion a été de  $25,3 \pm 4,3$  g ; il était également significativement lié au poids de l'œuf ( $r = 0,96$  ;  $p < 0,05$ ). Le taux de mortalité des pintadeaux a été en moyenne de 16,5 % ; il était lié au poids de l'œuf et donc du pintadeau. Le poids moyen des pintadeaux à 56 jours (PDS56) a été de  $152,5 \pm 20,3$  g ; il était lié au poids de l'œuf (PO) selon la régression :  $PDS56 = -279,1 + 11,8 PO$  avec  $R^2 = 0,87$ . Cette étude montre que dans la perspective de production de pintadeaux performants il importe de rejeter les œufs de calibre faible (< 35 g).

■ Comment citer cet article : Sanfo R., Traoré F., Yougbare B., Ouali W., 2017. Effect of the egg weight of guinea fowl (*Numida meleagris*) on growth and reproduction parameters of chicks in Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 70 (4): 121-125. doi: 10.19182/remvt.31527

## ■ INTRODUCTION

Au Burkina Faso, l'élevage de la pintade locale a une grande importance et de grandes opportunités de développement. En revanche, cette volaille n'a pas encore fait l'objet d'études approfondies tant de la part des techniciens de développement rural que de celle de

la recherche dans ce pays. L'absence de recommandations techniques adaptées restreint la valorisation de cette production et de nombreuses contraintes limitent les producteurs dans leurs activités.

L'un des problèmes importants de l'élevage de pintades au Burkina Faso est le taux de mortalité très élevé des pintadeaux, de 73 % à 100 % (Bessin et al., 1998 ; Hien et al., 2002). Les performances de reproduction (fertilité, fécondité) sont également souvent déficientes (Alkan et al., 2008 ; Ayorinde et al., 1988). En outre l'hétérogénéité des performances est également préjudiciable à l'élevage (Ayorinde et al., 1986). Ces facteurs peuvent être liés aux caractéristiques des œufs. Chez la poule, Ramaphala et Mbajjorgu (2013) rapportent une corrélation négative entre la fertilité des œufs et leurs dimensions. Ces résultats sont confirmés par Sahin et al. (2009), contrairement aux

1. Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA), Direction régionale de l'environnement agricole et de formation de Kamboinsé, 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso.

\* Auteur pour la correspondance  
Email : r\_sanfo@yahoo.fr



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

résultats de Caglayan et al. (2009). Senapati et al. (1996) notent dans leur étude sur les poules une corrélation positive entre les dimensions des œufs et l'éclosabilité. Quant à Wilson (1991), tout en soulignant l'importance économique du poids de l'œuf, il établit une corrélation positive entre celui-ci et le poids des poussins à l'éclosion.

La relation entre le poids de l'œuf et les paramètres de reproduction chez la pintade a été étudiée au Botswana par Moreki et Mothei (2013) mais elle doit être précisée dans d'autres conditions comme celles du Burkina Faso. Notre étude a ainsi eu pour objectif de déterminer l'effet du poids de l'œuf de la pintade locale sur les paramètres de reproduction et de croissance ultérieure des pintadeaux, au centre du Burkina Faso.

## ■ MATERIEL ET METHODES

L'essai a été réalisé sur 2300 œufs de pintades de souche locale, élevées à la station de Gampéla de l'Institut de développement rural près de Ouagadougou au Burkina Faso. Les œufs ont été conservés au maximum pendant une semaine à une température de 15 °C, pesés (balance de portée 1 kg et de sensibilité  $\pm 0,001$  g) et répartis en fonction de leur poids en six catégories : de 20 à 50 g par pas de 5 g.

Les œufs ont été placés dans un incubateur (type 2-500 FH, Maino Enrico, Oltrona, Italie) d'une capacité de 2500 œufs. La température et l'hygrométrie relative de l'incubateur étaient respectivement de l'ordre de 38,2 °C et de 60 % (Ayorinde et al., 1988), et l'angle de retournement automatique des œufs a été fixé à 45°. Après 23 jours d'incubation, les œufs ont été transférés dans un éclosoir où la température était de 37 °C et l'humidité relative de 90 %.

Le taux de fertilité a été déterminé par mirage au neuvième jour après incubation. Le taux moyen apparent d'éclosion se calcule par : nombre total d'œufs éclos / nombre total d'œufs incubés  $\times 100$ . Et le taux moyen réel d'éclosion s'obtient ainsi : nombre d'œufs éclos / nombre d'œufs fertiles  $\times 100$ .

A deux jours d'âge, les pintadeaux ont été identifiés par des bagues alaires, gardés dans des éleveuses munies d'une lampe tempête à une température avoisinant 38 °C jusqu'à huit semaines d'âge. A partir de la neuvième semaine, ils ont été élevés au sol avec une densité environ d'un individu par mètre carré. La prophylaxie médicale a été assurée à la troisième semaine par un déparasitage puis par une vaccination contre la maladie de Newcastle. Les pintadeaux ont été nourris avec des aliments industriels standard, abreuvés puis gardés selon la catégorie du poids de l'œuf.

Les animaux ont été pesés individuellement tous les 15 jours (balance EKS de portée 5 kg et de sensibilité 5 g). Les mortalités des pintadeaux ont été enregistrées tous les jours, de l'éclosion à huit mois d'âge, selon la catégorie de poids des œufs.

Les saisies des données ont été effectuées à l'aide du logiciel Excel (2003). Les analyses de variance et la comparaison des moyennes (présentées sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type) ont été faites à l'aide du logiciel Stat View (version 4.5, SAS Institute, Cary, NC, USA). La comparaison des moyennes (au seuil de 5 %) a été faite par le test t de Student. Les corrélations entre phénomènes ont été analysées au niveau de signification de 5 % par le test Z.

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

### Poids de l'œuf

Le poids moyen des œufs a été de  $35,2 \pm 1,3$  g. La répartition par catégorie de poids est indiquée dans le tableau I. La catégorie la plus représentée était celle des 35–40 g (49,0 % des œufs), et secondairement des 40–45 g (24,4 %) et 30–35 g (19,2 %). Ces trois catégories représentaient au total 92,60 % des œufs. Il y a eu seulement 18 œufs de moins de 20 g (0,8 %). Le poids moyen de l'œuf ( $37,3 \pm 4,1$  g) a été comparable à celui de  $35,7 \pm 2,8$  g rapporté par Hien (2002) à l'ouest du Burkina Faso, et à celui de 37,3 g noté par Kuit al. (1986) au Mali central. Il a été légèrement inférieur à l'intervalle de 35,8–44,6 g noté par Ayorinde et al. (1988) au Nigeria.

### Taux de fertilité et d'éclosion

Le taux moyen de fertilité des œufs a été de 70,3 % pour l'ensemble des six catégories. Ce taux a atteint 84,4 % sans la catégorie des œufs les plus légers (20–25 g) qui ont enregistré un taux de fertilité nul (tableau II). Le taux de fertilité a augmenté avec la catégorie du poids de l'œuf (de 0,0 % à 92,5 %). Il était significativement ( $r = 0,81$ ,  $p < 0,05$ ) corrélé au poids de l'œuf.

Les éclosions se sont étalées pendant trois jours du 26<sup>e</sup> au 28<sup>e</sup> jour de la mise en incubation des œufs. Le maximum d'éclosions (80,7 %) a été relevé le 27<sup>e</sup> jour. Le taux réel d'éclosion a été significativement corrélé ( $r = 0,85$ ,  $p < 0,05$ ) avec le poids de l'œuf.

Les œufs de la catégorie des 20–25 g ont été soustraits de l'incubation par suite de l'absence d'œufs fertiles. Le taux moyen apparent d'éclosion a été de 65,7 % pour l'ensemble des œufs. Le taux moyen réel d'éclosion a été de 82,7 % (tableau II).

Un faible taux d'éclosion n'a pas été observé pour les œufs de poids moyen de 45–50 g, comme rapporté par Hien et al. (2000). Les résultats relatifs au taux d'éclosion de cette catégorie d'œufs sont en accord avec ceux de ministère de l'Economie et des Finances (MEF, 2011). Selon celui-ci, le taux d'éclosion élevé des œufs lourds s'explique par la plus grande épaisseur de leur coquille et l'importance des réserves vitellines. Les œufs lourds de la population de pintades étudiées présentaient vraisemblablement ces caractéristiques.

Tableau I

Poids moyen de l'œuf de pintade (*Numida meleagris*) selon la catégorie

Catégorie	20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50	Ensemble
Nb. d'œufs	18	108	458	1 127	561	28	2 300
% d'œufs	0,8	4,7	19,2	49,0	24,4	1,2	100
Poids (g)	22,5 <sup>a</sup>	28,1 <sup>b</sup>	33,2 <sup>c</sup>	37,7 <sup>d</sup>	41,7 <sup>e</sup>	46,3 <sup>f</sup>	37,3
$\pm$ écart-type	$\pm 1,2$	$\pm 1,3$	$\pm 1,3$	$\pm 1,4$	$\pm 1,4$	$\pm 0,9$	$\pm 4,1$

Les différences entre les valeurs suivies de la même lettre en exposant sur la même ligne ne sont pas significatives au seuil de 5 %.

Tableau II

Taux d'œufs clairs et d'œufs fertiles selon la catégorie de poids de l'œuf de pintade (*Numida meleagris*)

Catégorie de poids (g)		20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50	Ensemble
Œufs	Clairs (%)	100	37,5	12,7	11,4	8,9	7,5	29,7
	Fertiles (%)	0,0	62,5	87,3	88,6	91,1	92,5	70,3
Nb. de pintadeaux		–	56	237	965	531	113	1902
Taux (%) d'éclosion	Apparent	–	33,8	71,5	70,3	76,3	76,7	65,7
	Réel	–	54,1	85,7	87,5	90,7	95,4	82,7
Ages (jours)		Poids des pintadeaux (g)						
1		–	19,6 <sup>a</sup>	22,7 <sup>b</sup>	25,2 <sup>c</sup>	28,1 <sup>d</sup>	30,6 <sup>e</sup>	25,6
			± 1,6	± 1,4	± 1,7	± 1,4	± 1,3	± 2,6
14		–	21,8 <sup>a</sup>	31,8 <sup>b</sup>	42,8 <sup>c</sup>	52,1 <sup>d</sup>	59,9 <sup>e</sup>	43,3
			± 1,8	± 3,7	± 7,7	± 7,2	± 8,9	± 10,2
28		–	28,4 <sup>a</sup>	47,1 <sup>b</sup>	65,6 <sup>c</sup>	82,2 <sup>d</sup>	111,6 <sup>e</sup>	66,7
			± 5,7	± 9,1	± 8,8	± 9,4	± 12,6	± 16,4
42		–	34,7 <sup>a</sup>	66,0 <sup>b</sup>	99,3 <sup>c</sup>	128,3 <sup>d</sup>	181,4 <sup>e</sup>	101,3
			± 7,8	± 12,6	± 13,8	± 14,1	± 15,3	± 27,8
56		–	47,5 <sup>a</sup>	100,7 <sup>b</sup>	152,1 <sup>c</sup>	190,2 <sup>d</sup>	271,8 <sup>e</sup>	153,2
			± 15,2	± 17,3	± 16,3	± 22,6	± 30,2	± 39,9
Taux de mortalité (%)			46,4	17,9	7,6	5,1	5,7	16,5

Les différences entre les valeurs suivies de la même lettre en exposant sur la même ligne ne sont pas significatives au seuil de 5 %.

Le taux d'éclosion faible (54,1 %) des œufs de la catégorie de poids inférieur à 30 g a été comparable à celui rapporté par Okaeme (1986) et Ayorinde et al. (1988). Afin d'obtenir un taux d'éclosion intéressant, les œufs de moins de 30 g seraient donc à soustraire des opérations éventuelles d'incubation. Le taux réel d'éclosion de 82,7 % a été comparable à celui de 80,9 % rapporté par Veitsman et al. (1975), et de 81,0 % noté par Ayorinde et Ayeni (1986). Il a été supérieur au taux de 44 % enregistré au Mali central par Kuit et al. (1986), et au taux de 77,45 % noté au Nigeria par Ayorinde et al. (1988).

### Poids du pintadeau, croissance et mortalités

Le poids vif moyen du pintadeau à l'éclosion a été de  $25,6 \pm 2,6$  g pour l'ensemble des catégories. Ce poids vif a crû significativement ( $p < 0,05$ ) avec le calibre de l'œuf. Il a été de  $19,6 \pm 1,6$  g dans la catégorie des 25–30 g, et de  $30,6 \pm 1,3$  g dans celle des 45–50 g (tableau II). Le poids vif moyen du pintadeau a représenté en moyenne 67,0 % du poids de l'œuf. Ce pourcentage a légèrement diminué au fur et à mesure que le poids de l'œuf augmentait. Il a été de 70,3 % dans la catégorie des 25–30 g, de 70,1 % dans celle des 30–35 g et de 66,3 % dans celle des 35–40 g. La valeur de 65,3 % a été enregistrée dans la catégorie des 40–45 g et la valeur de 64,7 % dans celle des 45–50 g. Le poids vif du pintadeau à l'éclosion a été significativement corrélé au poids de l'œuf ( $r = 0,96$ ,  $p < 0,05$ ). L'équation de régression linéaire entre le poids vif du pintadeau (Y) à l'éclosion et le poids de l'œuf (X) a été de la forme :  $Y = 5,39 + 0,45X$  avec  $R^2 = 0,72$ .

Le taux moyen de mortalité des pintadeaux de l'éclosion à huit semaines d'âge a diminué avec l'augmentation du poids de l'œuf (tableau II). Les taux de mortalité les plus bas ont été enregistrés dans les catégories de poids les plus élevés (respectivement 5,1 % et 5,7 % pour la catégorie des 40–45 g et des 45–50 g). Il a été en revanche très élevé (46,4 %) pour la catégorie des œufs les plus légers. Il a été en moyenne de 16,5 % pour l'ensemble des catégories. Cette valeur s'explique principalement par le taux de mortalité important des pintadeaux de la catégorie des

œufs de faible poids (25–30 g). Ainsi la valeur moyenne de mortalité a été ramenée à 9,1 % en excluant les données de cette catégorie.

La catégorie de poids de l'œuf a eu un effet significatif ( $p < 0,05$ ) sur le poids vif du pintadeau aux âges types. Le poids vif moyen du pintadeau est passé de  $43,3 \pm 10,2$  g à deux semaines d'âge, à  $66,7 \pm 6,4$  g à quatre semaines, à  $101,3 \pm 27,8$  g à six semaines, puis à  $153,2 \pm 39,9$  g à huit semaines (tableau II).

Les coefficients de corrélation (r) entre les poids vifs moyens des pintadeaux et la catégorie de poids des œufs ont présenté une moyenne de 0,94. La catégorie de poids des œufs a eu un effet significatif ( $p < 0,05$ ) sur le poids vif des pintadeaux, quel qu'ait été l'âge des oiseaux. A deux semaines d'âge, il a été de 0,84, à quatre semaines de 0,94, à six semaines de 0,95 et à huit semaines de 0,93. L'équation de régression, qui lie le poids vif du pintadeau (Y) à huit semaines d'âge à celui de l'œuf (X), est donnée par la fonction :  $Y (g) = -279 + 11,8X (g)$  avec  $R^2 = 0,87$ .

Les gains de poids moyens (gmq), calculés chaque deux semaines durant l'essai, sont représentés par le tableau III. La vitesse de croissance pondérale a augmenté significativement ( $p < 0,05$ ) avec la catégorie de poids de l'œuf et l'âge du pintadeau. Le gmq de zéro à huit semaines a été de  $4,3 \pm 1,1$  g pour l'ensemble des pintadeaux.

Abiola et al. (2008) rapportent que chez les poules les poussins les plus petits sont issus des œufs légers, tandis que les gros poussins proviennent des œufs plus lourds. Ces auteurs ont ainsi observé une corrélation positive entre le poids de l'œuf et celui du poussin. De même les résultats de Ramaphala et Mbajorgu (2013) indiquent que les gros œufs produisent des poussins plus lourds ( $p < 0,05$ ) que ceux des poids moyens. Alkan et al. (2008) affirment que l'éclosabilité et le poids des cailles à l'éclosion, et par la suite les performances de croissance sont étroitement liés au poids de l'œuf. L'importance des réserves nutritives de l'œuf serait en faveur du meilleur développement de l'embryon. Cette relation est observée quel que soit l'âge de l'oiseau. Mbajorgu (2011), cité par Moreki et Mothei (2013), note

Tableau III

Gain de poids moyen des pintadeaux (*Numida meleagris*) selon la catégorie de poids de l'œuf

Age (semaines)	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	Ensemble
0-2	0,3	0,7	1,3	1,7	2,1	1,2
3-4	0,5	1,1	1,6	2,2	4,0	1,8
5-6	0,5	1,4	2,4	3,3	5,0	2,5
7-8	0,9	2,5	3,8	4,4	6,5	3,6

l'effet de la taille des œufs d'incubation sur l'éclosabilité des œufs de poulets indigènes : l'éclosabilité a été plus fréquente pour les œufs de grande taille (60-69 g) que pour les œufs moyens (< 50-59 g) et que pour les œufs de petite taille (< 49 g) au seuil de signification de 5%.

Il est bien établi que la mortalité des pintadeaux est l'un des problèmes majeurs de la mélagriculture au Burkina Faso. En effet, les taux de mortalité atteignent 89 % (Bessin et al., 1998) et parfois 100 % (Hien et al., 2000). Au Nigeria, Ayorinde et al. (1988), Oke et Ayorinde (1999), et Narushin et Romanov (2002) rapportent que la mortalité des pintadeaux est également importante (60 %). Nwagu et Alawa (1995) attribuent la forte mortalité des pintadeaux principalement au froid. La réduction du taux de mortalité embryonnaire à l'éclosion, lorsque le poids de l'œuf varie entre 30 g et 50 g, pourrait s'expliquer par une meilleure vigueur des embryons, résultant d'un apport nutritionnel plus important.

## CONCLUSION

Le poids des œufs de pintade a été très variable, de la catégorie des 20-25 g à celle des 45-50 g. Le maximum d'œufs a été noté dans la catégorie des 30-35 g. Les catégories de poids des œufs ont été corrélées positivement aux paramètres de reproduction : taux de fertilité et taux d'éclosion. Le poids de l'œuf a été positivement relié à celui du pintadeau et aux performances de croissances ultérieures de celui-ci. En outre, le taux de mortalité a été supérieur chez les animaux légers, provenant d'œufs légers. Le poids de l'œuf pourrait être un critère de sélection intéressant pour la pintade, aussi bien pour des raisons de performances de reproduction que pour les performances de croissance ultérieures des animaux. A court terme, on peut recommander d'écartier les œufs de poids inférieur à 35 g de la reproduction, et de les utiliser pour la consommation.

## REFERENCES

- Abiola S.S., Meshioye O.O., Oyerinde B.O., Bamgbose M.A., 2008. Effect of egg size on hatchability of broiler chicks. *Arch. Zootech.*, **57** (217): 83-86
- Alkan S., Karabag K., Galic A., Balcioglu M.S., 2008. Effects of genotype and egg weight on hatchability traits and hatching weight in Japanese quail. *South Afr. J. Anim. Sci.*, **38** (3)
- Ayorinde K.L., Ayeni J.S.O., 1986. The reproductive performance of indigenous and exotic varieties of the guinea fowl (*Numida meleagris*) during different seasons in Nigeria. *J. Anim. Prod. Res.* **6** (2): 127-140
- Ayorinde K.L., Oluyemi J.A., Ayeni J.S.O., 1988. Growth performance of four indigenous helmeted guinea fowl varieties (*Numida meleagris galeata Pallas*) in Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **36**: 356-360
- Bessin R., Belem A.M.G., Boussini H., Compaore Z., Kaboret Y., Dembélé M.A., 1998. Causes of young guinea fowl mortality in Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **51** (1): 87-93, doi: 10.19182/remvt.9658
- Caglayan T.S., Alasahan K., Gunlu A., 2009. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poult. Sci.*, **88** (6): 1330-1333
- Hien O.C., 2002. Effets de l'amélioration des conditions sanitaires sur le développement testiculaire, la LH et la ponte de la pintade locale au Burkina Faso. Thèse Doct., UFR-SVT, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 126 p.
- Hien O.C., Boly H., Diarra B., Sawadogo L., 2000. Influence du mode d'élevage sur la mortalité et la croissance des pintades en saison hivernale dans la zone sub-humide du Burkina Faso. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **48**: 236-245
- Kuit H.G., Traore A., Wilson R.T., 1986. Livestock production in Central Mali: ownership, management and productivity of poultry in traditional sector. *Trop. Anim. Health Prod.*, **18**: 222-231, doi: 10.1007/BF02359538
- Mbajiorgu C.A., 2011. Effect of egg weight on hatchability and chick hatch weight of indigenous Venda chickens. *Indian J. Anim. Sci.*, **45** (4): 300-304
- Ministère de l'Economie et des Finances, 2011. Stratégie de croissance accélérée et de développement durable. Ouagadougou, Burkina Faso, 108 p.
- Moreki J.C., Mothei K.M., 2013. Effect of egg size on hatchability of guinea fowl Keets. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, **2** (10)
- Narushin V.G., Romanov M.N., 2002. Caractéristiques physiques et éclosabilité de l'œuf. *World Poult. Sci. J.*, **58**: 297-304
- Nwagu B.I., Alawa C.B.I., 1995. Guinea fowl production in Nigeria. *World Poult. Sci. J.*, **51**: 261-270, doi: 10.1079/WPS19950018
- Okaeme A.N., 1986. Diseases of economic importance in guinea fowl (*N. meleagris*). In: Proc. 11th Annu. Conf. Nigerian Society for Animal Production, Ahmadu Bello University, Zaria, 23-27 March, 64-68
- Oke U.K., Ayorinde K.L., 1999. Effect of photo-induction on egg production characteristics in the Nigerian local guinea fowl (*Numida meleagris galeata Pallas*). In: Proc. 26th Annu. Conf. Nigerian Society for Animal Production, Enhancing livestock production in Nigeria, 337-339
- Ramaphala N.O., Mbajiorgu C.A., 2013. Effect of egg weight on hatchability and chick hatch-weight of COBB 500 broiler chickens. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, **8** (7): 885-892, doi: 10.3923/ajava.2013.885.892
- Sahin E.H., Sengor E., Cetingul I.S., Yardimeci M., 2009. Relationship between pre-incubation egg parameters from old breeder hens, egg hatchability and chick weight. *J. Anim. Vet. Adv.*, **8**: 115-119
- Senapati P.K.K.G., Dask A.K., Chatterjee, 1996. Relationship between egg weight, shape index, fertility and hatchability of Japanese quail eggs. *Environ. Ecol. Stat.*, **14**: 547-577
- Veitsman L., Derevyanchenko A., Mishin A., Mitskevich N., 1975. Incubation of guinea-fowl eggs [Russian]. *Ptitsevodstvo* (4): 31-32
- Wilson H.R., 1991. Interrelationships of egg size, chick size and post-hatching growth and hatchability. *World Poult. Sci. J.*, **47**: 5-20



## Summary

**Sanfo R., Traoré F., Yougbare B., Ouali W.** Effect of the egg weight of guinea fowl (*Numida meleagris*) on growth and reproduction parameters of chicks in Burkina Faso

Two thousand three hundred guinea fowl eggs collected at Gampela Station in Burkina Faso were weighed, then divided into six classes ranging from 20–25 g to 45–50 g. The eggs were incubated and the following parameters were recorded: fertility and hatching rates, guinea fowl weight, mortality, and weight growth up to 56 days of age. The average egg weight was  $35.2 \pm 1.3$  g with unequal distribution in the six classes; the highest number of eggs was in class 35–40 g. The average egg fertility rate was 84.4%; it was correlated ( $r = 0.81$ ;  $p < 0.05$ ) to egg weight. The apparent hatching rate was 65.7% and the actual rate was 82.7%; the latter was correlated ( $r = 0.85$ ;  $p < 0.05$ ) to egg weight. The average hatching live weight of guinea fowl was  $25.3 \pm 4.3$  g; it was also significantly related to egg weight ( $r = 0.96$ ;  $p < 0.05$ ). The average mortality rate for guinea fowl was 16.5%; it was related to the weight of the egg and therefore of the chick. The average weight of guinea fowl at 56 days (PDS56) was  $152.5 \pm 20.3$  g; it was related to egg weight (EW) according to the regression:  $PDS56 = -279.1 + 11.8 \text{ EW}$  with  $R^2 = 0.87$ . This study shows that it is important to reject low-grade eggs ( $< 35$  g) in order to produce high-performance chicks.

**Keywords:** *Numida meleagris*, guinea fowl, egg characters, egg hatchability, fertility, growth, Burkina Faso

## Resumen

**Sanfo R., Traoré F., Yougbare B., Ouali W.** Efecto del peso del huevo de la gallina de Guinea (*Numida meleagris*) sobre los parámetros de crecimiento y de reproducción de los pollos en Burkina Faso

Se recolectaron 2300 huevos de gallina de Guinea en la estación Gampela en Burkina Faso, se pesaron, luego dividieron en seis clases, con un rango de 20–25 g hasta 45–50 g. Los huevos fueron incubados y se recolectaron los siguientes parámetros: tasa de fertilidad y de eclosión, peso de los pollitos, mortalidad, y crecimiento en peso hasta los 56 días de edad. El peso promedio de los huevos fue de  $35,2 \pm 1,3$  g, con una distribución desigual entre las seis clases; el número más elevado de huevos estuvo en la clase 35–40 g. La tasa promedio de fertilidad de los huevos fue 84,4%; estuvo correlacionada ( $r = 0,81$ ;  $p < 0,05$ ) con el peso del huevo. La tasa de eclosión aparente fue de 65,7% y la tasa real fue de 82,7%; esta última estuvo correlacionada ( $r = 0,85$ ;  $p < 0,05$ ) con el peso del huevo. El peso vivo promedio a la eclosión de la gallina de Guinea fue de  $25,3 \pm 4,3$  g; estuvo también relacionado significativamente con el peso del huevo ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ). La tasa promedio de mortalidad de la gallina de Guinea fue de 16,5%; estuvo relacionada con el peso del huevo y por lo tanto del pollo. El peso promedio de la gallina de Guinea a los 56 días (PDS56) fue de  $152,5 \pm 20,3$  g; estuvo relacionado con el peso del huevo (PH) según la regresión:  $PDS56 = -279,1 + 11,8 \text{ PH}$  con  $R^2 = 0,87$ . Este estudio muestra que es importante rechazar los huevos de bajo peso ( $< 35$  g), con el fin de producir pollos de alto rendimiento.

**Palabras clave:** *Numida meleagris*, gallina de Guinea, características del huevo, eclosabilidad del huevo, fertilidad, crecimiento, Burkina Faso





# Hematological and serum biochemical alterations in White Fulani cattle with tuberculous lesions

John I. Ihedioha<sup>1\*</sup> Ikechukwu J. Udeani<sup>1</sup>  
Chukwunonso K. Ezeasor<sup>1</sup>

## Keywords

*Bos indicus*, White Fulani cattle, tuberculosis, hematology, biochemistry, Nigeria

Submitted: 10 January 2017  
Accepted: 5 February 2018  
Published: 23 April 2018  
DOI: 10.19182/remvt.31531

## Summary

This study assessed hematological and serum biochemical alterations associated with the occurrence of tuberculous lesions in slaughtered White Fulani cattle at Nsukka abattoir, Enugu State, Nigeria. Diagnosis was confirmed by the immunochromatographic technique and histopathology. Out of 567 cattle examined, ten (1.76%) had tuberculous lesions. The tuberculous cattle had normocytic normochromic anemia, leukocytosis, lymphocytosis, eosinophilia and an increased erythrocyte sedimentation rate. They also had significantly lower ( $p < 0.05$ ) serum alanine aminotransferase, albumin and urea, and significantly higher ( $p < 0.05$ ) serum globulin than the apparently healthy control animals. We concluded that the occurrence of tubercles in cattle was associated with alterations in hematological and serum biochemical parameters, which may be relevant to the establishment of an antemortem diagnosis of tuberculosis.

■ How to quote this article: Ihedioha J.I., Udeani J.J., Ezeasor C.K., 2017. Hematological and serum biochemical alterations in White Fulani cattle with tuberculous lesions. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 70 (4): 127-130. doi: 10.19182/remvt.31531

## ■ INTRODUCTION

Bovine tuberculosis (TB) is a chronic infectious disease of animals and humans, caused by *Mycobacterium bovis* (Ayele et al., 2004). The disease in cattle occurs worldwide. It is associated with severe economic losses caused by the depreciation in cattle production, cattle mortality and condemnation of carcasses at slaughter (Abubakar

et al., 2011). Although clinical signs of the disease may not be obvious and specific in affected cattle, the development of tubercles in organs such as the lymph nodes, lungs, intestines, liver, spleen, pleura and peritoneum of affected cattle is characteristic (Corner, 1994; Varello et al., 2008).

Hematological and serum biochemical evaluations are important in the diagnosis of diseases because of their predictive value of pathological changes in vital internal organs and deviation from normal caused by invasion of the body by pathogens (Stockham and Scott, 2008). There have been many reports on hematological and serum biochemical changes associated with TB in cattle (Amin et al., 1990; Rao et al., 1992; Kumar et al., 1994; Javed et al., 2006; Olivia et al., 2008), but the present study assessed hematological and serum biochemical alterations in slaughtered cattle with gross tuberculous lesions at Nsukka abattoir.

1. Department of Veterinary Pathology and Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.

\* Corresponding author

Tel.: +234 80 35 38 71 56; Email: john.ihedioha@unn.edu.ng



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## MATERIALS AND METHODS

We carried out a postmortem TB survey on trade cattle, consisting mostly (93%) of White Fulani Zebu, slaughtered between March 2012 and March 2013 at Nsukka abattoir, Enugu State, Southeastern Nigeria, located within the derived savanna belt, at 6° 51' 24" N and 7° 23' 45" E, with an average elevation of approximately 550 meters (1810 feet). The sample population comprised 567 cattle, slaughtered during the 27 abattoir visits (once every two weeks) during the 13-month study period. Cattle scheduled for slaughter were physically examined at the lairage and marked.

Blood samples were collected from the jugular vein. They were anti-coagulated with sodium ethylene diamine tetra-acetic acid (EDTA) for hematology, whereas those for serum biochemistry were collected in plain glass test tubes and allowed to clot. A postmortem examination was performed on the carcasses for presence of tubercles (Corner, 1994), and blood samples from cattle with tubercles (positive cases) were retained. For each positive case, blood samples from four apparently healthy (non-tuberculous) cattle were also collected as control. The diagnosis of bovine TB was further confirmed by the histopathological evaluation of organs with tubercles (Varello et al., 2008) and the immunochromatographic technique using Anigen Rapid Bovine TB Antibody Test Kit (Bionote, South Korea), as its sensitivity and specificity are very high (Okoro et al., 2014).

The packed cell volume (PCV) was determined by the microhematocrit method (Thrall and Weiser, 2002). Hemoglobin (Hb) concentration was measured by the cyanmethemoglobin method (Burtis et al., 2008). Red blood cell (RBC) and total leukocyte counts were conducted with the hemocytometer method. Differential leukocyte counts were performed on air-dried thin blood smears stained by the Leishman technique and enumerated with the battlement method (Thrall and Weiser, 2002). The mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) of the erythrocytes were calculated with the standard formula (Thrall and Weiser, 2002). The erythrocyte sedimentation rate (ESR) was determined with the modified Wintrobe method (Thrall and Weiser, 2002). All serum biochemical determinations were carried out with the standard colorimetric method using commercial test kits (Quimica Clinica Aplicada, Spain). Serum aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) activities were determined by the Reitman-Frankel colorimetric method, and the alkaline phosphatase (ALP) activity by the phenolphthalein monophosphate method (Burtis et al., 2008). Serum total bilirubin was determined by the modified Jendrassik-Grof method, and total protein by the direct Biuret method (Burtis et al., 2008). Serum albumin was determined by the bromocresol green method, and globulin was calculated by subtraction of the value of albumin from that of total serum protein (Burtis et al., 2008). Serum total cholesterol was determined by the enzymatic colorimetric method, serum urea by the modified Berthelot-Searcy method, and creatinine by the modified Jaffe method (Burtis et al., 2008).

Data analysis was performed with the statistical Software Package for Social Sciences (SPSS) version 16. The hematological and serum biochemical parameters of control and tuberculous cattle were compared with Student's t-test (significance level of  $p < 0.05$ ).

## RESULTS AND DISCUSSION

Out of the 567 cattle, ten (1.76%) had tubercles on the lungs, liver, spleen, gall bladder and/or lymph nodes which were confirmed by the histopathology and immunochromatographic technique. The positive cases were six male and four female adult White Fulani cattle. The 1.76% prevalence of tuberculosis in the present study was comparable to the reported prevalences of 1.1% in Maiduguri (Raufu and Ameh,

2010) and 1.9% in Makurdi (Ejeh et al., 2014a), in Nigeria. It was, however, relatively lower than those of 2.8% (Igbokwe et al., 2001), 4.05% (Aliyu et al., 2009) and 2.9–6.5% (Ejeh et al., 2014b) reported in areas of Northern Nigeria. These differences may be associated, on one hand, with climatic conditions that facilitate bovine tuberculosis persistence and transmission, as they vary from north to south of Nigeria depending on the geographical location, and, on the other hand, with the methods of diagnosis of positive cases.

The hematological parameters are summarized in Table I. Mean PCV, RBC count and Hb concentration were significantly lower ( $p < 0.05$ ) in tuberculous cattle than in apparently healthy control animals, whereas mean ESR was significantly higher ( $p < 0.05$ ) in tuberculous cattle than in control animals. Mean total leukocyte, lymphocyte and eosinophil counts were significantly higher ( $p < 0.05$ ) in tuberculous cattle than in control, but the basophil count of tuberculous cattle was significantly lower ( $p < 0.05$ ) than that of control. There were no significant ( $p > 0.05$ ) differences between means of MCV, MCH, MCHC, neutrophil and monocyte counts in tuberculous cattle and in control cattle.

Erythrocytic alterations in tuberculous cattle showed normocytic normochromic anemia, indicated by significantly lower means of PCV, RBC count, and Hb concentration without any significant changes in their MCV, MCH and MCHC (Stockham and Scott, 2008). The anemia could have been caused by the chronic disease condition and the suppression of erythropoiesis by inflammatory mediators (Weiss, 2002; Lee et al., 2006). The finding of normocytic normochromic anemia is in agreement with other reports in cattle (Rao et al., 1992; Kumar et al., 1994) and humans with tuberculosis (Lee et al., 2006). The higher ESR could have been caused by tissue destruction associated with the formation of granulomas in the parenchyma of the lungs, liver, spleen and lymph nodes (Stockham and Scott, 2008). It agreed with reports on buffaloes (Amin et al., 1990) and humans (Olaniyi and Aken'ova, 2003; Olivia et al., 2008), but disagreed with another report on buffaloes (Javed et al., 2006). Leukocytosis associated with lymphocytosis and eosinophilia in the present study could have been due to an antigenic

Table I

Hematological values (mean  $\pm$  standard error) of apparently healthy and tuberculous slaughtered cattle at Nsukka abattoir, Nigeria

Hematology	Tuberculous cattle (n = 10)	Apparently healthy cattle (n = 40)
Packed cell volume (%)	24.95 $\pm$ 1.06 <sup>a</sup>	34.75 $\pm$ 0.52 <sup>b</sup>
Red blood cell count ( $10^6/\mu\text{l}$ )	6.00 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>	7.90 $\pm$ 0.30 <sup>b</sup>
Hemoglobin concentration (g/dl)	9.56 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	13.15 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>
Mean corpuscular volume (fl)	44.08 $\pm$ 3.25	45.19 $\pm$ 1.46
Mean corpuscular hemoglobin concentration (pg)	17.00 $\pm$ 1.51	17.74 $\pm$ 0.75
Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dl)	38.57 $\pm$ 2.28	37.96 $\pm$ 0.82
Erythrocyte sedimentation rate (mm / 24 h)	29.96 $\pm$ 5.26 <sup>a</sup>	8.13 $\pm$ 0.78 <sup>b</sup>
Total leukocyte count ( $10^3/\mu\text{l}$ )	16.75 $\pm$ 2.85 <sup>a</sup>	8.88 $\pm$ 0.54 <sup>b</sup>
Neutrophil ( $10^3/\mu\text{l}$ )	4.41 $\pm$ 0.58	3.87 $\pm$ 0.35
Lymphocyte ( $10^3/\mu\text{l}$ )	10.71 $\pm$ 6.08 <sup>a</sup>	4.42 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>
Monocyte ( $10^3/\mu\text{l}$ )	0.08 $\pm$ 0.06	0.17 $\pm$ 0.04
Eosinophil ( $10^3/\mu\text{l}$ )	1.42 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup>	0.40 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>
Basophil ( $10^3/\mu\text{l}$ )	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.02 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Different superscripts in a row indicate significant differences between means ( $p < 0.05$ )

stimulation caused by active chronic *Mycobacterium bovis* infection (Stockham and Scott, 2008). This finding agreed with earlier reports in humans (Morris et al., 1989) and cattle (Javed et al., 2006) with tuberculosis.

Serum biochemical parameters are summarized in Table II. Means of serum ALT activity, albumin and urea levels of tuberculous cattle were significantly lower ( $p < 0.05$ ) than those of control, but serum globulin levels were significantly ( $p < 0.05$ ) higher in tuberculous cattle than in control. Means of serum AST and ALP activities, total protein, total cholesterol, creatinine and total bilirubin levels showed no significant ( $p > 0.05$ ) differences between tuberculous and control cattle. The alterations in serum ALT activity, albumin and urea levels could have been caused by lesions in the liver and loss of its synthetic capacity (Stockham and Scott, 2008). Hypoalbuminemia has been reported in humans with tuberculosis (Morris et al., 1989). Increased serum globulin levels could have been caused by high levels of immunoglobulin production stimulated by chronic antigenic challenge by tubercle bacilli, similarly to what has been reported in humans with tuberculosis (Damburam et al., 2012).

**Table II**

Serum biochemical values (mean  $\pm$  standard error) of apparently healthy and tuberculous slaughtered cattle at Nsukka abattoir, Nigeria

Serum biochemistry	Tuberculous cattle (n = 10)	Apparently healthy cattle (n = 40)
Aspartate aminotransferase (IU/L)	83.00 $\pm$ 5.67	91.51 $\pm$ 4.62
Alanine aminotransferase (IU/L)	33.48 $\pm$ 2.85 <sup>a</sup>	39.07 $\pm$ 2.14 <sup>b</sup>
Alkaline phosphatase (IU/L)	30.05 $\pm$ 1.52	33.25 $\pm$ 1.99
Total protein (g/dl)	6.61 $\pm$ 0.20	6.60 $\pm$ 0.15
Albumin (g/dl)	3.28 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	3.46 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>
Globulin (g/dl)	3.30 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	3.15 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>
Total cholesterol (mg/dl)	112.25 $\pm$ 4.09	114.11 $\pm$ 3.68
Total bilirubin (mg/dl)	1.11 $\pm$ 0.36	1.55 $\pm$ 0.17
Creatinine (mg/dl)	1.55 $\pm$ 0.26	1.45 $\pm$ 0.15
Urea (mg/dl)	5.28 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>	9.98 $\pm$ 0.97 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Different superscripts in a row indicate significant differences between means ( $p < 0.05$ )

## CONCLUSION

Bovine tuberculosis was associated with normocytic normochromic anemia, increased ESR, total leukocyte, lymphocyte and eosinophil counts, and serum globulin levels, as well as decreased serum ALT activity, albumin and urea levels. Therefore, blood tests may be useful to establish the diagnosis of bovine tuberculosis in endemic areas.

## Acknowledgments

The authors acknowledge the assistance of Nsukka abattoir staff, Enugu State, Nigeria, Dr. O.J. Okorie-Kanu for assistance in the immunochromatographic confirmation of bovine tuberculosis, and the Biomedical Research Support Unit of the Foundation for Education and Research on Health, Nsukka, for support in the hematological and serum biochemical analyses.

## REFERENCES

- Abubakar U.B., Aneh J.I., Abdulkadir I.A., Salisu I., Okaiyeto S.O., Kudi A.C., 2011. Bovine tuberculosis in Nigeria: A review. *Vet. Res.*, **4**: 24-27
- Aliyu M.M., Adamu J.U., Bilyaminu Y.A., 2009. Current prevalence of tuberculosis lesions among slaughtered cattle in northeastern states of Nigeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **62** (1): 13-16, doi: 10.19182/remvt.10088
- Amin S., Khan M.A., Hashmi H.A., Rashid J., Khan M.S., 1990. Effects of tuberculosis on certain blood indices in buffaloes. *Pak. Vet. J.*, **10**: 92-93
- Ayele W.Y., Neill S.D., Zinsstagg J., Weiss M.G., Pavlik I., 2004. Bovine tuberculosis: An old disease but a new threat to Africa. *Int. J. Tuberculosis Lung Dis.*, **8**: 924-937
- Burtis C.A., Ashwood E.R., Bruns D.E., 2008. Tietz fundamentals of clinical chemistry, 6th Edn. Saunders, Elsevier, MO, USA
- Corner L.A., 1994. Post mortem diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle. *Vet. Microbiol.*, **40**: 53-63, doi: 10.1016/0378-1135(94)90046-9
- Damburam A., Garbati M.A., Yusuph H., 2012. Serum proteins in health and in patients with pulmonary tuberculosis in Nigeria. *J. Infect. Dis. Immun.*, **4**: 16-19, doi: 10.5897/JIDI11.055
- Ejeh E.F., Raji M.A., Bello M., Lawan F.A., Francis M.I., Kudi A.C., Cadmus S.I.B., 2014a. Prevalence and direct economic losses from bovine tuberculosis in Makurdi, Nigeria. *Vet. Med. Int.*: e904861, doi: 10.1155/2014/904861
- Ejeh E.F., Adeshokan H.K., Raji M.A., Bello M., Musa J.A., Kudi A.C., Cadmus S.I.B., 2014b. Current status of bovine tuberculosis in Otukpo Nigeria. *J. Anim. Prod. Adv.*, **4**: 501-507, doi: 10.5455/japa.20140821112921
- Igbokwe I.O., Madaki I.Y., Danburam S., Ameh J.A., Aliyu M.M., Nwosu C.O., 2001. Prevalence of pulmonary tuberculous lesions in cattle slaughtered in abattoirs in northeastern Nigeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **54** (3-4): 191-195, doi: 10.19182/remvt.9771
- Javed M.T., Usman M., Irfan M., Cagiola M., 2006. A study on tuberculosis in buffaloes: Some epidemiological aspects along with haematological and serum protein changes. *Vet. archiv*, **76**: 193-206
- Kumar G.S., Lyer P.K.R., Prasad M.C., Sharma A.K., 1994. Tuberculosis in cattle: hematobiochemical studies. *Indian J. Vet. Pathol.*, **38**: 20-42
- Lee S.W., Kang Y.A., Yoon Y.S., Um S., Lee S.M., Yoo C., Kim Y.W., et al., 2006. The prevalence and evolution of anaemia associated with tuberculosis. *J. Korean Med. Sci.*, **21**: 1028-1032, doi: 10.3346/jkms.2006.21.6.1028
- Morris C.D., Bird A.R., Nell H., 1989. The haematological and biochemical changes in severe pulmonary tuberculosis. *Quart. J. Med.*, **73**: 1151-1159
- Okoro O.J., Anosa G.N., Oboegbulem S.I., Nwanta J.A., Ezenduka E.V., 2014. Comparative assessment of post mortem inspection and immunochromatographic techniques for the detection of bovine tuberculosis in slaughter cattle in Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **46**: 831-836, doi: 10.1007/s11250-014-0573-x
- Olaniyi J.A., Aken'Ova Y.A., 2003. Haematological profile of patients with pulmonary tuberculosis in Ibadan, Nigeria. *Afr. J. Med. Sci.*, **32**: 239-242
- Olivia V.M., Cezario G.A.G., Cocato R.A., Marcondes-Machado J., 2008. Pulmonary tuberculosis: haematology, serum biochemistry and the relation with the disease duration. *J. Venom Anim. Toxins Trop. Dis.*, **14**: 71-81, doi: 10.1590/S1678-91992008000100006
- Rao V.N.A., Radmadas P., Dhinakran M., 1992. A study on the effect of tuberculosis on body weight and haemogram values of cattle. *Cheiron*, **21**: 19-22
- Raufu I.A., Ameh J.A., 2010. Prevalence of bovine tuberculosis in Maiduguri, Nigeria – an abattoir study. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **58**: 119-123, doi: 10.4314/bahpa.v58i2.62045
- Stockham S.L., Scott M.A., 2008. Fundamentals of veterinary clinical pathology, 2nd Edn. Blackwell Publishing, IA, USA
- Thrall M.A., Weiser M.G., 2002. Haematology. In: Laboratory procedures for veterinary technicians, 4th Edn. (Ed. Hendrix C.M.). Mosby, MO, USA, 29-74
- Varello K., Pezzolato M., Mascarino D., Ingravalle F., Caramelli, M., Bozetta E., 2008. Comparison of histologic techniques for the diagnosis of bovine tuberculosis in the framework of eradication programs. *J. Diagn. Invest.*, **20**: 164-169, doi: 10.1177/104063870802000204
- Weiss G., 2002. Pathogenesis and treatment of anaemia of chronic diseases. *Blood Rev.*, **16**: 87-96, doi: 10.1054/blre.2002.0193

## Résumé

**Ihedioha J.I., Udeani I.J., Ezeasor C.K.** Altérations biochimiques sériques et hématologiques chez les bovins Peuhls Blancs présentant des lésions tuberculeuses

Cette étude a évalué les altérations biochimiques hématologiques et sériques associées à la présence de lésions tuberculeuses chez des bovins zébus Peuhls Blancs à l'abattoir de Nsukka, dans l'État d'Enugu, au Nigeria. Le diagnostic a été confirmé par la technique immunochromatographique et l'histopathologie. Sur 567 bovins examinés, dix (1,76 %) avaient des lésions tuberculeuses. Les bovins tuberculeux ont présenté une anémie normochrome normocytaire, une leucocytose, une lymphocytose, une éosinophilie et une augmentation de la vitesse de sédimentation des érythrocytes. Les valeurs d'alanine aminotransférase sérique, d'albumine et d'urée ont été par ailleurs significativement plus faibles ( $p < 0,05$ ) et les valeurs de globuline sérique significativement plus élevées ( $p < 0,05$ ) que celles des témoins apparemment en bonne santé. Nous avons conclu que la présence de tubercules chez les bovins était associée à une altération des paramètres biochimiques sériques et hématologiques, qui peuvent être pertinents pour établir le diagnostic *ante mortem* de la tuberculose.

**Mots-clés :** *Bos indicus*, bovin Peuhl Blanc, tuberculose, hématologie, biochimie, Nigeria

## Resumen

**Ihedioha J.I., Udeani I.J., Ezeasor C.K.** Alteraciones serológicas bioquímicas y hematológicas en el ganado Fulani Blanco con lesiones tuberculosas

Este estudio asesoró las alteraciones serológicas bioquímicas y hematológicas asociadas con la incidencia de lesiones tuberculosas en el ganado Fulani Blanco, sacrificado en el matadero del estado de Enugu, en Nigeria. El diagnóstico se confirmó mediante la técnica de inmuno cromatografía e histopatología. De los 567 animales examinados, diez (1,76%) presentaron lesiones tuberculosas. El ganado tuberculoso tenía anemia normocrómica normocítica, leucocitosis, linfocitosis, eosinofilia y una tasa de sedimentación eritrocítica elevada. También presentaron un nivel significativamente ( $p < 0,05$ ) bajo de alanina aminotransferasa, albumina y urea, y globulina sérica significativamente ( $p < 0,05$ ) elevada, con respecto a los animales controles aparentemente sanos. Se concluye que la ocurrencia de tubérculos en el ganado estuvo asociada con alteraciones en los parámetros bioquímicos séricos y hematológicos, los cuáles puede ser importantes para establecer un diagnóstico de tuberculosis *ante mortem*.

**Palabras clave:** *Bos indicus*, ganado bovino Fulani Blanco, tuberculosis, hematología, bioquímica, Nigeria



# Mycobacterial infections in carcasses of ruminants slaughtered at the two slaughterhouses of Kassala, Sudan

Yassir A. Shuaib<sup>1,2,3\*</sup> Stefan Niemann<sup>1</sup>  
Eltahir A. G. Khalil<sup>4</sup> Ulrich Schaible<sup>1</sup> Lothar H. Wieler<sup>3,5</sup>  
Mohammed A. Bakheit<sup>6</sup> Saad E. Mohamed-Noor<sup>2</sup>  
Mohamed A. Abdalla<sup>2</sup> Elvira Richter<sup>1,7</sup>

## Keywords

Ruminant, *Mycobacterium*, tuberculosis, slaughterhouse, Sudan

Submitted: 2 January 2017  
Accepted: 29 January 2018  
Published: 23 April 2018  
DOI: 10.19182/remvt.31530

## Summary

Tuberculosis (TB) is a chronic bacterial disease of humans and animals. It is characterized by the progressive development of specific granulomatous lesions in affected organs. Human TB is endemic in Eastern Sudan. However, knowledge on the epidemiology of TB in ruminants is scarce. In a six-month study from June to November 2014, a total of 2304 carcasses of cattle, sheep, goats and camels slaughtered at the East and West Gaash slaughterhouses of Kassala were inspected to investigate TB prevalence. Only 0.1% (n = 2) of the carcasses had suspicious TB lesions. These lesions were solely found in carcasses of sheep, in the liver, lungs, and peritoneal cavity. The samples collected from the lesions were investigated for the presence of mycobacteria, which were found in one of the two carcasses. The grown bacteria were subjected to a line probe assay (GenoType Mycobacterium CM), and to 16S rDNA and ITS gene sequencing, and whole genome sequencing (WGS). However, none of these methods identified this isolate as a valid *Mycobacterium* species. Nevertheless, 16S sequence allocated this isolate to slow growing mycobacteria. Neither *Mycobacterium bovis* nor *M. caprae* nor *M. tuberculosis* were found in the collected granulomatous lesions. In conclusion, the overall prevalence of TB-suggestive lesions in ruminants in Kassala was very low. Extended studies combining the use of a tuberculin skin test and slaughterhouse-based investigations should be adopted for TB surveillance in ruminants in Sudan.

■ How to quote this article: Shuaib Y.A., Niemann S., Khalil E.A.G., Schaible U., Wieler L.H., Bakheit M.A., Mohamed-Noor S.E., Abdalla M.A., Richter E., 2017. Mycobacterial infections in carcasses of ruminants slaughtered at the two slaughterhouses of Kassala, Sudan. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 70 (4): 131-136, doi: 10.19182/remvt.31530

## ■ INTRODUCTION

Tuberculosis (TB) is a chronic infectious disease of both humans and animals. It is characterized by progressive development of granulomatous lesions in affected tissues and organs (Shitaye et al., 2006; Theon et al., 2006). TB is caused by slow growing non-pigmented bacilli that belong to the *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTBC). *Mycobacterium bovis*, *M. caprae*, and *M. tuberculosis* are responsible for causing TB in cattle, goats, and humans respectively and occasionally in other animal species (Malone et al., 2003; Smith et al., 2006; Radostits et al., 2007; Marianelli et al., 2010; Mamo et al., 2011). Moreover, different species of non-tuberculous mycobacteria are able to cause infections in different species of animals (Radostits et al., 2007; Asil et al., 2013; Aljameel et al., 2014).

1. Research Center Borstel, Parkallee 1-40, 23845 Borstel, Germany.
2. College of Veterinary Medicine, Sudan University of Science and Technology, Khartoum, Sudan.
3. Institute of Microbiology and Epizootics, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany.
4. Institute of Endemic Diseases, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
5. Robert Koch Institute, Berlin, Germany.
6. Faculty of Veterinary Medicine, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
7. Labor Limbach, Heidelberg, Germany.

\* Corresponding author  
Tel.: +49 453 71 88 27 50; Email: vet.aboamar@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Worldwide prevalence of TB in cattle and other ruminants varies greatly by region and country. The disease has been effectively controlled in many countries but it is still prevalent in many others (Schiller et al., 2010). In Africa, around 85% of cattle and 82% of human populations live in areas where bovine TB is poorly controlled. In these areas, zoonotic TB caused by *M. bovis* is common (Ayele et al., 2004; Smith et al., 2006; Kulchavenya, 2014). Human TB is endemic in Eastern Sudan, however, knowledge on the prevalence of TB in ruminants is scarce and its epidemiology is not very well understood. This is attributed to the lack of systemic surveys and monitoring programs (Asil et al., 2013). Inadequate animal health infrastructures, traditional extensive grazing system for rearing animals, and a lesser interest in TB are other significant reasons (Asil et al., 2013; Ehsan and Nganwa, 2014).

Several diagnostic techniques can be used to investigate TB prevalence in livestock and to understand better its epidemiology and dynamics (Ramos et al., 2015). Tuberculin skin test and postmortem inspection remain the most important and economically affordable techniques, especially in resource-limited countries (Schiller et al., 2010; Ramos et al., 2015). Recently, few studies have investigated the prevalence of TB-suggestive lesions in cattle carcasses in the central and western parts of Sudan (Osman, 2007; Manal et al., 2010; Asil et al., 2013; Ehsan and Nganwa, 2014; Aljameel et al., 2014). The aim of the present study was to provide a better understanding of the epidemiology of TB and other mycobacterial infections in carcasses of ruminants slaughtered in Kassala in Eastern Sudan, as well as to identify the *Mycobacterium* species causing the infections.

■ MATERIALS AND METHODS

**Study area**

Kassala State is located in the eastern part of Sudan at latitude 14°–17° N, and longitude 34°–37° E (Figure 1). It is delimited by a border with Eritrea (235 kilometers) in the east, and by national borders with the Red Sea State in the north, Khartoum State and the River Nile State in the west, and Al-Gadarif State in the southwest. It covers an area of 42,282 square kilometers. It falls within the Sahelian climate zone of Africa. Soils are dark, heavy, deep cracking Vertisol. Rainfall is concentrated in a single relatively short autumn season from June to September and reaches about 680 millimeters per year. Temperature ranges from a mean minimum of 17°C in January to a mean maximum of 47°C in April and May (Sulieman and Buchroithner, 2006). During the rainfall season, Kassala State is rich in fodder, grazing areas, by-products of sorghum and sesame. Moreover, the State has abundant amounts of water. Gaash, Siteet

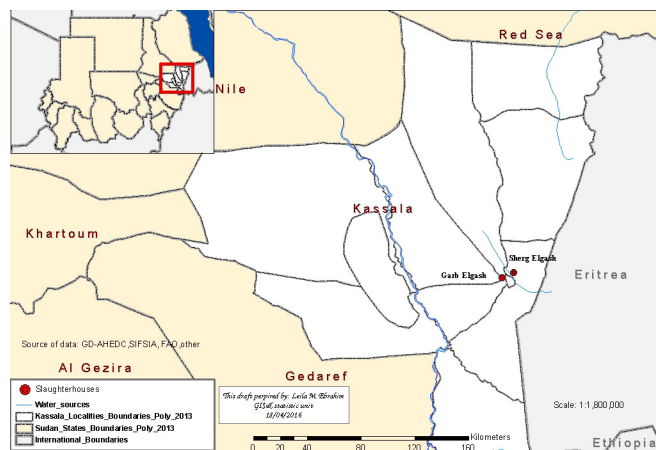


Figure 1: Location of the study area in Eastern Sudan.

and Atbrah seasonal rivers, and Halfa Al-Gadeedydah canal are full of water during the rainfall season. Port Sudan, the main port for exportation of livestock and livestock products, is located 575 kilometers to the northeast of Kassala. Mixed crop-livestock, nomadic and semi-nomadic production systems predominate in the State. Animals are bred in Kassala for domestic consumption and for exportation to international markets (Omar et al., 2009). The State has an estimated livestock population of about 4.5 million head (MARF, 2008).

**Study design, sample size and sampling**

A cross-sectional study was conducted from June to November 2014 in Kassala State. This State was selected as it is one of the animal production sites in Sudan. The main town of the State has two slaughterhouses: East and West Gaash. On average, around 7500 head of animals are slaughtered per month in these slaughterhouses, among which about 2500 cattle, 4000 sheep, 950 goats, and 50 camels. The two slaughterhouses were conveniently included in this survey.

The sample size (n) was calculated based on the standard formula of Thrusfield (2007). The parameters of the formula were as follows: 95% confidence level, ± 5% desired level of precision, an assumed expected prevalence of 50% as the prevalence of TB in ruminants was unknown in Kassala. We used:

$$n = \frac{(1.96)^2 \times P^{exp} \times (1 - P^{exp})}{d^2}$$

where n was the required sample size, (1.96)<sup>2</sup> the constant, P<sup>exp</sup> the expected prevalence rate of 50%, and d the desired precision level of ± 5%.

The required sample size n was determined to be 384 animals from each of the two slaughterhouses. This number was inflated three-fold to account for the effect of randomness and representativeness (Thrusfield, 2007). Thus, total n was 1152 animals from each slaughterhouse.

Convenient stratification according to species and systematic random sampling were used to select animals (Thrusfield, 2007). Selected animals were identified using permanent markers, kept in a separate place and released for slaughter one after another. The sampling interval was obtained by dividing the total number of slaughtered animals on that day by the estimated daily sample size (Thrusfield, 2007). Four animals were selected each study day from each of the four species. Each of the two slaughterhouses was visited 72 times (three visits per week). Therefore, the total number of animals slaughtered on a particular day from a particular species was divided by four and every n<sup>th</sup> animal was selected after random selection of the first animal. Accordingly, n comprised a total of 710 cattle, 729 sheep, 700 goats, and 165 camels. Fewer than four camels were slaughtered per day in each slaughterhouse. To account for this, the required n per day was achieved by selecting more animals from other species.

**Postmortem inspection**

Postmortem inspection was performed as described by Corner et al. (1990), and Corner (1994). This included visual inspection, palpation and *in situ* slicing of lymph nodes, organs of the thoracic and abdominal cavities, and the head. Additionally, lymph nodes of the fore and hind limbs and the inguinal region were also inspected.

**Laboratory procedures**

Samples that were collected from the suspected granulomatous lesions were frozen at -20°C until shipping to the National Reference Laboratory (NRL) for mycobacteria, Research Center Borstel (FZB), Germany. At NRL, samples were minced, then homogenized and

decontaminated using sodium hydroxide, and the mucolytic agent N-acetyl-L-cysteine (NALC-NaOH) according DIN's guidelines (2011). Smears were prepared from the decontaminated and resuspended specimens according to Kinyoun's method in conjunction with an automated staining system (ZN Aerospray TB Slide Stainer/Cyto centrifuge, Wescor, Logan, USA). Moreover, cultures were made by inoculation into a mycobacteria-growth indication tube (MGIT) liquid medium (Bactec MGIT 960 system) (Becton-Dickinson, Heidelberg, Germany) and onto solid Löwenstein-Jensen and Stonebrink media (own production). Cultures were incubated at 37°C and 31°C for six (MGIT) or eight (solid media) weeks, respectively.

For molecular characterization of the isolate of the positive cultures, DNA was extracted with Tris-EDTA (TE) boiling/sonication extraction technique or the cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) method, respectively. Commercially available line probe assay (LPA) (GenoType Mycobacterium CM, HAIN Lifescience GmbH, Nehren, Germany) and 16S rDNA and ITS gene sequencing were conducted from TE buffer prepared samples. In addition, whole genome sequencing (WGS) was carried out with Illumina MiSeq sequencer, Nextera XT library preparation kits, and MiSeq reagent kits according to the manufacturer's instructions (Illumina, San Diego, CA, USA). Classification of the reads was done by Kraken and reads were mapped to the *M. tuberculosis* H37Rv genome and *M. intracellulare* MOTT-64 with the exact alignment program Saruman.

**Prediction of the complete sequence of 16S gene by WGS**

To predict the complete sequence of 16S gene, *de novo* genome assembly was carried out. Reads were trimmed with Trimmomatic version 0.35 for Q30 in a sliding window of 20 bp and nextera adapter contamination discarding all reads shorter than 100 bp (Bolger et al., 2014). Trimmed paired and unpaired reads were assembled with SPAdes version 3.6.2 using the built-in read error correction based on k-mer frequencies and the 'careful' option (Bankevich et al., 2012; Caverly et al., 2016). The 16S gene sequence was predicted by the RNAmmer Prediction Server from the assembled contigs which were filtered for containing ribosomal sequences (Lagesen et al., 2007).

**RESULTS**

In total 40,089 animals were slaughtered in the two surveyed slaughterhouses during the study period. More than three quarters (81.0%) were slaughtered at East Gaash slaughterhouse and 19.0% at West Gaash. The male to female ratio was 1:1 for cattle, goats and camel, whereas it was 1:2 for sheep. Only animals older than one year in the case of cattle, sheep and goats, and older than five years in the case of camels had been slaughtered. The animals were mostly of indigenous breeds, e.g. Gaash cattle, and Garrage, Dubassy and Gaash sheep, Baladi, Garrage and Nubi goats, and Bushari and Anaafy camels. A few were exogenous from Eritrea and Ethiopia, e.g. Karour and Barka cattle, and Arrit and Horro sheep.

The overall prevalence of granulomatous lesions in all inspected carcasses was 0.1% (2/2304). The two carcasses that had suggestive TB lesions were carcasses of sheep. No TB-suggestive lesions were detected in carcasses of cattle (0/710), goats (0/700), and camels (0/165). The detected granulomatous lesions were typical caseous necrosis, with a whitish or yellowish color. They were of various sizes congregating together, or scattered and enclosed in light congested grey fibrous tissue. They were found in the liver and lungs, and in the peritoneal cavity covering the whole abdomen and viscera (Figure 2).

Cultures revealed growth of mycobacteria from samples collected from one carcass. Samples collected from the other carcass were

extensively contaminated with bacteria and yeast, and no mycobacterial growth could be found. Furthermore, MTBC isolates including *M. bovis*, *M. caprae*, and *M. tuberculosis* could not be grown from any of the samples.

LPA revealed a banding pattern (bands 1, 2, 3, and 10) that was not specific for any of the mycobacterium species identified by the assay (Figure 3). Moreover, 16S rDNA and ITS sequences of the isolated mycobacteria did not align with any known validly described *Mycobacterium* species in NCBI Blast database.

The fully sequenced genome had 4.8 mbp. Metagenomics classification by Kraken showed that 71.6% of the reads were unclassified and the closest relative was *Mycobacterium sinense* JDM601. Moreover, Kraken showed that only 0.2% and 0.1% of the sequenced genome was identical to the genome of *M. tuberculosis* H37Rv and *M. intracellulare* MOTT-64, respectively.

The complete sequence of 16S allocated this isolate to slow growing mycobacteria with the closest similarity to members of the *M. terrae* group. The alignment of the sequence of 16S in the NCBI Blast database is shown in Figure 4.



Figure 2: Granulomatous lesions in the liver and lungs (left), and peritoneal cavity (right) of two carcasses of slaughtered sheep in Eastern Sudan.

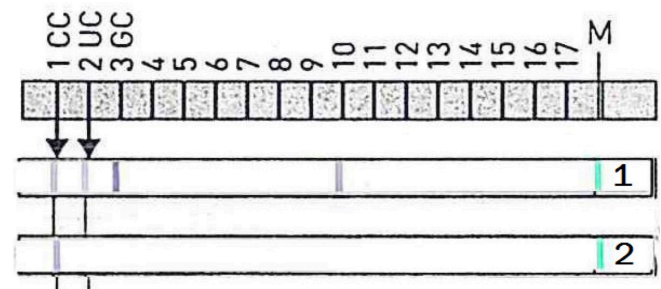


Figure 3: LPA (GenoType Mycobacterium CM) showing the unique banding pattern of the unknown Mycobacterium species isolated from the granulomatous lesions collected from a carcass of a slaughtered sheep in Eastern Sudan; 1: isolate; 2: negative control.

**DISCUSSION**

TB and other mycobacterial infections in animals are economically significant. The consequential production losses from these infections include lower milk production, loss of body weight, and condemnation of infected organs and carcasses. Animal reproduction and breeding as well as livestock trade at national and international levels are directly and adversely affected by mycobacterial infections (Radosits et al., 2007; Ehsan and Nganwa, 2014; Ramos et al., 2015). TB and other mycobacterial infections are quite prevalent in dairy



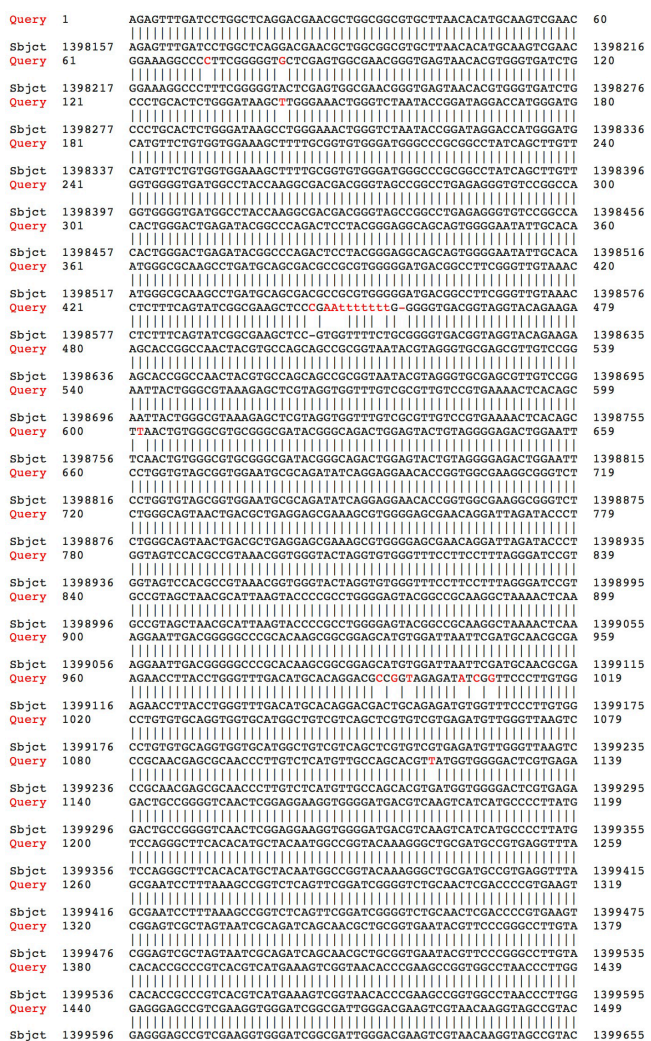


Figure 4: Alignment of the 16S rRNA gene sequence of the isolate (Query) and Mycobacterium sinense strain JDM601 (Sbjct) sampled from the carcass of a slaughtered sheep in Eastern Sudan.

and meat animals in countries where control and management measures are not in place (Cousins, 2001; Humblet et al., 2009).

This study revealed a very low prevalence of granulomatous lesions (0.1%) in carcasses of cattle, sheep, goats, and camels slaughtered at the two slaughterhouses of Kassala in Eastern Sudan. Overall in Sudan, the prevalence of granulomatous lesions suggestive of TB in slaughtered ruminant carcasses has been reported to range from 0.01% to 8.0% in different parts of the country. Lesions have been found in organs or lymph nodes, or generalized in the whole carcass (Manal et al., 2010; Asil et al., 2013; Aljameel et al., 2014; Ehsan and Nganwa, 2014). With the exception of one study that reported a small number of dairy cattle (11/569) that were positive by the tuberculin skin test in Eastern Sudan (Ayman et al., 2014), prevalence of TB in dairy and fattening farms has not been investigated in Sudan. Moreover, in neighboring and other African countries, prevalence of granulomatous lesions in slaughtered food animal carcasses has been up to 16% (Mohamed et al., 2009; Biffa et al., 2010; Manal et al., 2010; Kassa et al., 2012; Youssef and Ahmed, 2014; Okoro et al., 2014; Worku and Abreham, 2016; Nalapa et al., 2017).

Different Mycobacterium species have been isolated from granulomatous lesions collected from carcasses in Sudan and elsewhere. The main identified bacteria are M. bovis, M. farcinogenes, M. tuberculosis, M. avium, and Nocardia species. Unidentified rapidly and slowly

growing mycobacterium species have also been detected (Suliman and Hamid, 2002; Oloya et al., 2007; Osman, 2007; Manal et al., 2010; Asil et al., 2013; Aljameel et al., 2014; Nalapa et al., 2017). Environmental risk factors, malnutrition, presence of other diseases, and heavy infestation with endoparasites are important factors that increase the susceptibility of animals to TB (Radostits et al., 2007; Ehsan and Nganwa, 2014). Environmental risk factors have not been investigated in this study; therefore, any solid conclusion regarding their effect in the low observed prevalence of granulomatous lesions could not be made. On the other hand, emaciated animals that are likely to have TB-suggestive lesions in their organs had been excluded during antemortem examination and were not slaughtered for human consumption, in accordance with public health and animal welfare regulations. Nonetheless, some of these excluded emaciated animals might be illegally slaughtered and prepared for human consumption. This practice is common in Sudan and is locally called 'Keery slaughtering'. TB-suggestive lesions might be more prevalent in carcasses of ruminants that are illegally slaughtered for human consumption.

Sensitivity of postmortem inspection for detection of TB-suggestive lesions in animal carcasses is between 28% and 64% (Biffa et al., 2010; Schiller et al., 2010; Okoro et al., 2014; Ramos et al., 2015; Worku and Abreham, 2016). However, this technique is cost-effective for passive surveillance and TB monitoring in animals. Besides, it is affordable in resource-limited countries (Schiller et al., 2010). The very low prevalence of TB-suggestive lesions in animal carcasses reported in this study could be attributed to the limited sensitivity of postmortem inspection. Furthermore, this study was conducted over a period of six months. Such period is short, especially in case of seasonal variations in the prevalence of animal TB. The sensitivity of the postmortem inspection technique is improved when animals are tested using the tuberculin skin test before slaughtering. Granulomatous lesions are likely to be detected in internal organs of animals that are positive by the tuberculin skin test. Moreover, extended slaughterhouse-based surveys should explore whether there are seasonal variations in the prevalence of granulomatous lesions suggestive of TB or not.

In this study, neither M. bovis nor M. caprae nor M. tuberculosis have been isolated from the detected granulomatous lesions. It suggests that zoonotic transmission of these mycobacteria from animals to humans via the consumption of contaminated meat is unlikely, although it cannot be completely ruled out, especially when the meat is prepared through unsupervised Keery slaughtering. A very slight potential risk of zoonotic transmission of unknown species of mycobacteria to humans via consumption of contaminated meat exists. It is not likely that local and international trade in livestock from Eastern Sudan is going to be restricted or hindered because of animal TB. Nevertheless, occurrence of this disease in animals that are reared on farms and in animals that are grazing in pastures should be monitored.

There is no control program directed against TB in animals in Kassala. Conversely, none of the carcasses inspected at the two slaughterhouses of Kassala had been infected with any of the MTBC bacteria. Radostits et al. (2007) indicate that the overall incidence and prevalence of TB are low in indigenous animals such as zebu type cattle and this might be due to natural resistance. Furthermore, these authors specify that low overall incidences of TB have also been observed in countries where cattle are at pasture all year round. These might probably explain the findings of this study. In Sudan, most of the slaughtered ruminants are indigenous breeds, and animals are at pasture for the whole year in search of fodder and water.

One of the strengths of this study was the investigation of a large number of different animal species at the two slaughterhouses of Kassala. Therefore, the findings might be generalized to the same animal species slaughtered and prepared for human consumption in other slaughterhouses in Eastern Sudan. Nonetheless, the study had limitations. No dairy farms have been investigated, hence, TB prevalence could

not be compared between animals raised for meat and animals raised for milk. Additionally, the study was conducted in a short period. Perhaps TB prevalence was underestimated because of seasonal variations. Furthermore, only postmortem inspection was used as a mean to investigate TB, but granulomatous lesions are small during early stages of the disease and might not be visible with naked eyes.

## CONCLUSION

TB was not detected in carcasses of slaughtered ruminants in Kassala. This indicates that TB incidence in animals is very low in Kassala, and zoonotic transmission of MTBC bacteria is unlikely. One of the carcasses that was found with typical granulomatous lesions was infected with an unknown *Mycobacterium* species. This isolate could be pathogenic to humans. Slaughterhouse-based surveys combined with pre-slaughtering testing using the tuberculin skin test would help to explore TB epidemiology in animals in Sudan.

## Acknowledgments

The authors wish to thank the Ministry of Animal Resources, Kassala, the Sudan, the Center Research Borstel, Borstel, Germany, and Dahlem Research School, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany, for their contribution in accomplishing this work. The first author is a DAAD stipend recipient.

## REFERENCES

- Aljameel M.A., Abdel Wahab M.B., Fayza A.O., El Tigani A.E., Abdellatif M.M., 2014. Occurrence of bovine tuberculosis at Nyala abattoirs in South Darfur State, Sudan. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **67** (2): 61-65, doi: 10.19182/remvt.10185
- Asil T.A., El Sanousi S.M., Gameel A., El Beir H., Fathelrahman M., Terab N.M., Muaz M.A., et al., 2013. Bovine tuberculosis in South Darfur State, Sudan: an abattoir study based on microscopy and molecular detection methods. *Trop. Anim. Health Prod.*, **45** (2): 469-72, doi: 10.1007/s11250-012-0241-y
- Ayele W.Y., Neill S.D., Zinsstag J., Weiss M.G., Pavlik I., 2004. Bovine tuberculosis: an old disease but a new threat to Africa. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.*, **8** (8): 924-937
- Ayman E.A., Salih D.A., Gumaa M.M., Omer M.M., Abbas F., Ahmed A.M., 2014. Prevalence of bovine tuberculosis in Kassala State. *Inter. J. Adv. Sci. Techn. Res.*, **4** (1): 238-249
- Bankevich A., Nurk S., Antipov D., Gurevich A.A., Dvorkin M., Kulikov A.S., Lesin V.M., et al., 2012. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *J. Com. Biol.*, **19** (5): 455-77, doi: 10.1089/cmb.2012.0021
- Biffa D., Bogale A., Skjerve E., 2010. Diagnostic efficiency of abattoir meat inspection service in Ethiopia to detect carcasses infected with *Mycobacterium bovis*: Implications for public health. *BMC Public Health*, **10**: 1-12, doi: 10.1186/1471-2458-10-462
- Bolger A.M., Lohse M., Usadel B., 2014. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*, **30** (15): 2114-20, doi: 10.1093/bioinformatics/btu170
- Caverly L.J., Spilker T., LiPuma J.J., 2016. Complete genome sequences of 17 rapidly growing nontuberculous mycobacterial strains. *Genome Announc.*, **4** (5), doi: 10.1128/genomeA.01009-16
- Corner L.A., 1994. Postmortem diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle. *Vet. Microbiol.*, **40** (1-2): 53-63, doi: 10.1016/0378-1135(94)90046-9
- Corner L., Melville L., McCubbin K., Small K.J., McCormick B.S., Wood P.R., Rothel J.S., 1990. Efficiency of inspection procedures for the detection of tuberculous lesions. *Aust. Vet. J.*, **67** (11): 389-92, doi: 10.1111/j.1751-0813.1990.tb03020.x
- Cousins D.V., 2001. *Mycobacterium bovis* infection and control in domestic livestock. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, **20** (1): 71-85, doi: 10.20506/rst.20.1.1263
- DIN, 2011. Medical microbiology - Diagnosis of tuberculosis. Part 3: Detection of mycobacteria by culture methods. Deutsches Institut für Normung, Berlin, Germany
- Ehsan A., Nganwa D., 2014. Factors contributing to the transmission of bovine tuberculosis caused by *Mycobacterium bovis* and its control status in Sudan. In: Zoonotic tuberculosis: *Mycobacterium bovis* and other pathogenic mycobacteria, 3rd Edn (Eds Charles O.T., James H.S., John B.K.). John Wiley, USA
- Humblet M.F., Boschirollo M.L., Saegerman C., 2009. Classification of worldwide bovine tuberculosis risk factors in cattle: a stratified approach. *Vet. Res.*, **40** (5), doi: 10.1051/vetres/2009033
- Kassa G.M., Abebe F., Worku Y., Legesse M., Medhin G., Bjune G., Ameni G., 2012. Tuberculosis in goats and sheep in Afar pastoral region of Ethiopia and isolation of *Mycobacterium tuberculosis* from Goat. *Vet. Med. Int.*: 869146, doi: 10.1155/2012/869146
- Kulchavenya E., 2014. Extrapulmonary tuberculosis are statistical reports accurate. *Ther. Adv. Infect. Dis.*, **2** (2): 61-70, doi: 10.1177/2049936114528173
- Lagesen K., Hallin P., Rodland E.A., Staerfeldt H.H., Rognes T., Ussery D.W., 2007. RNAmmer: consistent and rapid annotation of ribosomal RNA genes. *Nucleic Acids Res.*, **35** (9): 3100-8, doi: 10.1093/nar/gkm160
- Malone F.E., Wilson E.C., Pollock J.M., Skuce R.A., 2003. Investigations into an outbreak of tuberculosis in a flock of sheep in contact with tuberculous cattle. *Zoonoses Public Health*, **50** (10): 500-504, doi: 10.1046/j.1439-0450.2003.00714.x
- Mamo G., Bayleyegn G., Sisay Tessema T., Legesse M., Medhin G., Bjune G., Abebe F., et al., 2011. Pathology of camel tuberculosis and molecular characterization of its causative agents in pastoral regions of Ethiopia. *PLoS One*, **6** (1): e15862, doi: 10.1371/journal.pone.0015862
- Manal H.S., Zakia A.M., El Eragi A.M., Hamaad H., 2010. Bovine tuberculosis at Omdurman Central Abattoir, Khartoum State and Wau slaughterhouses (Bahr El-Ghazal) State, Sudan. *Sudan J. Vet. Res.*, **25**: 1-8
- MARF, 2008. Number of animals in the Sudan. Department of Information and Statistics, Ministry of Animal Resources and Fisheries, Khartoum, Sudan
- Marianelli C., Cifani N., Capucchio M.T., Fiasconaro M., Russo M., La Mancusa F., Pasquali P., et al., 2010. A case of generalized bovine tuberculosis in a sheep. *J. Vet. Diagn. Invest.*, **22** (3): 445-448, doi: 10.1177/104063871002200319
- Mohamed A.M., Abou El-Ella G.A., Nasr E.A., 2009. Phenotypic and molecular typing of tuberculous and nontuberculous *Mycobacterium* species from slaughtered pigs in Egypt. *J. Vet. Diagn. Invest.*, **21** (1): 48-52, doi: 10.1177/104063870902100107
- Nalapa D.P., Muwonge A., Kankya C., Olea-Popelka F., 2017. Prevalence of tuberculous lesion in cattle slaughtered in Mubende district, Uganda. *BMC Vet. Res.*, **13** (1): 73, doi: 10.1186/s12917-017-0991-x
- Okoro O.J., Anosa G.N., Oboegbulem S.I., Nwanta J.A., Ezenduka E.V., 2014. Comparative assessment of postmortem inspection and immunochromatographic techniques for the detection of bovine tuberculosis in slaughter cattle in Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **46** (5): 831-6, doi: 10.1007/s11250-014-0573-x
- Oloya J., Kazwala R., Lund A., Opuda-Asibo J., Demelash B., Skjerve E., Johansen T.B., et al., 2007. Characterisation of mycobacteria isolated from slaughter cattle in pastoral regions of Uganda. *BMC Microbiol.*, **7**: 95, doi: 10.1186/1471-2180-7-95
- Omar H.E., Mohammad A.J., Babiker I.B., 2009. Constraints in the market chains for export of Sudanese sheep and sheep meat to the Middle East. CGSpace/ CGIAR, <https://cgspace.cgiar.org/discover>
- Osman A.B., 2007. Caseation in lymph nodes of slaughtered cattle with a special reference to bovine tuberculosis. *Vet. Med. J. Giza*, **55**: 1101-1109
- Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hincheliff K.W., 2007. Diseases associated with bacteria - IV - *Mycobacterium* spp. In: Veterinary medicine: A text book of disease of cattle, sheep, pig, goat and horses, 10<sup>th</sup> Edn. Harcourt, London, UK, 1007-1044
- Ramos D.F., Silva P.E.A., Dellagostin O.A., 2015. Diagnosis of bovine tuberculosis: review of main techniques. *Braz. J. Biol.*, **75** (4): 830-837, doi: 10.1590/1519-6984.23613
- Schiller I., Oesch B., Vordermeier H.M., Palmer M.V., Harris B.N., Orloski K.A., Buddle B.M., et al., 2010. Bovine tuberculosis: a review of current and emerging diagnostic techniques in view of their relevance for disease control and eradication. *Transbound. Emerg. Dis.*, **57** (4): 205-20, doi: 10.1111/j.1865-1682.2010.01148.x



- Shitaye J.E., Getahun B., Alemayehu T., Skoric M., 2006. A prevalence study of bovine tuberculosis by using abattoir meat inspection and tuberculin skin testing data histopathological and IS 6110 PCR examination of tissues with tuberculous lesions in cattle in Ethiopia. *Vet. Med. Czech.*, **51** (11): 512-522
- Smith N.H., Gordon S.V., de la Rua-Domenech R., Clifton-Hadley R.S., Hewinson R.G., 2006. Bottlenecks and broomsticks: the molecular evolution of *Mycobacterium bovis*. *Nat. Rev. Microbiol.*, **4** (9): 670-81, doi: 10.1038/nrmicro1472
- Sulieman H.M., Buchroithner M.F., 2006. Assessment of natural vegetation clearing and re-growth in Southern Gadarif (Sudan) using change vector analysis based on remote sensing and field data. In: Proc. ISPRS Commission VII mid-term Symp., Remote sensing: From pixels to processes, Enschede, Netherlands, 8-11 May 2006
- Sulieman M.S., Hamid M.E., 2002. Identification of acid-fast bacteria from caseous lesions in cattle in Sudan. *J. Vet. Med. B*, **49** (9): 415-418, doi: 10.1046/j.1439-0450.2002.00565.x
- Theon C.O., Huchzermeyer H., Himies E.M., 2006. *Mycobacterium bovis* infection in animals and humans, 2nd Edn. Blackwell Publishing Professional, IA, USA, 63-72, doi: 10.1002/9780470344538
- Thrusfield M., 2007. *Veterinary epidemiology*, 3rd Edn. Wiley-Blackwell Science, London, UK, 274-282
- Worku A., Abreham S., 2016. Cross-sectional study and comparison of different diagnostic methods of bovine tuberculosis in Gondar Elfora abattoir, Ethiopia. *Mycobact. Dis.*, **6** (3), doi: 10.4172/2161-1068.1000218
- Youssef A.I., Ahmed A.M., 2014. Bovine tuberculosis survey based on meat inspection and microscopic examination in central city abattoir in Ismailia, Egypt, and its hazards to the abattoir workers. *Inter. Food Res. J.*, **21** (2): 577-582

## Résumé

**Shuaib Y.A., Niemann S., Khalil E.A.G., Schaible U., Wieler L.H., Bakheit M.A., Mohamed-Noor S.E., Abdalla M.A., Richter E.** Infections mycobactériennes dans les carcasses de ruminants abattus dans les deux abattoirs de Kassala au Soudan

La tuberculose (TB) est une maladie bactérienne chronique chez les humains et les animaux. Elle se caractérise par le développement progressif de lésions granulomateuses spécifiques dans les organes affectés. La tuberculose humaine est endémique dans l'est du Soudan. Cependant, les connaissances sur l'épidémiologie de la tuberculose chez les ruminants sont rares. Dans le cadre d'une étude de six mois menée de juin à novembre 2014, 2304 carcasses de bovins, d'ovins, de caprins et de chameaux abattus dans les abattoirs de Gaash Est et Ouest de Kassala ont été inspectées afin d'enquêter sur la prévalence de la tuberculose. Seulement 0,1 % (n = 2) des carcasses présentait des lésions suspectes de tuberculose. Ces lésions n'ont été retrouvées que dans les carcasses de moutons, dans le foie, les poumons et la cavité péritonéale. Les échantillons prélevés sur les lésions ont été analysés pour détecter la présence de mycobactéries. Celles-ci ont été retrouvées dans l'une des deux carcasses. Cet isolat a été soumis à un test par sonde linéaire (GenoType Mycobacterium CM) et à un séquençage de l'ADNr 16S et du gène ITS, ainsi qu'à un séquençage du génome entier (WGS). Cependant, aucune de ces méthodes n'a permis d'identifier cette souche comme une espèce de *Mycobacterium* valide. Néanmoins, la séquence 16S a attribué cet isolat à des mycobactéries à croissance lente. Ni *Mycobacterium bovis*, ni *M. caprae* ni *M. tuberculosis* n'ont été retrouvés dans les lésions granulomateuses collectées. En conclusion, la prévalence globale des lésions évocatrices de tuberculose chez les ruminants à Kassala était très faible. Des études approfondies combinant l'utilisation de tests cutanés à la tuberculine et des enquêtes menées dans les abattoirs devraient être conduites pour la surveillance de la tuberculose chez les ruminants au Soudan.

**Mots-clés :** ruminant, *Mycobacterium*, tuberculose, abattoir, Soudan

## Resumen

**Shuaib Y.A., Niemann S., Khalil E.A.G., Schaible U., Wieler L.H., Bakheit M.A., Mohamed-Noor S.E., Abdalla M.A., Richter E.** Infecciones micobacterianas en carcasas de rumiantes sacrificados en dos mataderos de Kassala, Sudan

La tuberculosis (TB) es una enfermedad bacteriana crónica de humanos y animales. Se caracteriza por un desarrollo progresivo de lesiones granulomatosas específicas en los órganos afectados. La TB humana es endémica en el este de Sudan. Sin embargo, los conocimientos de la epidemiología de TB en rumiantes son raros. En un estudio de seis meses, de junio a noviembre 2014, 2304 carcasas de ganado, ovejas, cabras y camellos sacrificados en los mataderos de Gaash Este y Oeste en Kassala, fueron inspeccionadas para investigar la prevalencia de TB. Solamente 0,1% (n = 2) de las carcasas presentaron lesiones sospechosas de TB. Estas lesiones solo se encontraron en carcasas de ovejas, en hígado, pulmones y cavidad peritoneal. Las muestras colectadas en estas lesiones fueron investigadas para la presencia de micobacteria. Se encontraron en una de las dos carcasas. Este aislamiento se sometió a un ensayo de sonda lineal (GenoType Mycobacterium CM), y a secuencias genéticas ITS y 16S rDNA, así como secuencia genómica completa (WGS). Sin embargo, ninguno de estos métodos identificó esta cepa como una especie válida de *Mycobacterium*. No se encontró ni *Mycobacterium bovis* ni *M. caprae* ni *M. tuberculosis* en las lesiones granulomatosas colectadas. En conclusión, la prevalencia general de lesiones sugestivas de TB en rumiantes en Kassala fue muy baja. Estudios extensivos, combinando el uso del test de tuberculina dérmica y una investigación centrada en los mataderos, debe ser adoptarse para la supervisión de TB en los rumiantes de Sudan.

**Palabras clave:** rumiante, *Mycobacterium*, tuberculosis, matadero, Sudan

# Seasonal variation of lungworm infestation of ewes at Sidi Bouzid slaughterhouse (Central Tunisia)

Khawla Elati<sup>1\*</sup> Sabrine Aloui<sup>1</sup> Mokhtar Dhibi<sup>1</sup>  
Mourad Rekik<sup>2</sup> Mohamed Gharbi<sup>1</sup>

## Keywords

Sheep, ewe, Protostrongylidae, Nematoda, seasonal variation, Tunisia

Submitted: 27 November 2016

Accepted: 30 January 2018

Published: 23 April 2018

DOI: 10.19182/remvt.31529

## Summary

Respiratory strongyloses are among the most important diseases affecting sheep reared in various farming systems in many countries. In Tunisia, farmers without any scientific background carry out the control of these parasites. A survey was performed in a slaughterhouse in Sidi Bouzid District (Central Tunisia) to assess the prevalence of sheep infestation by lungworms. The study lasted 12 months and involved 720 of the slaughtered ewes. Fecal samples from each ewe were collected and examined by Baermann's technique. Sixty-eight samples were infested with pulmonary nematode larvae ( $9.4 \pm 2.1\%$ ). The population was dominated by *Protostrongylus rufescens* ( $4.4 \pm 1.5\%$ ), followed by *Dictyocaulus filaria* ( $2.6 \pm 1.2\%$ ), *Cystocaulus ocreatus* and *Neostongylus linearis* ( $1.3 \pm 0.8\%$ ), and finally *Muelle-rius capillaris* ( $0.3 \pm 0.4\%$ ), whereas mixed infestations concerned  $0.4 \pm 0.5\%$  of samples. Lungworm infestation was observed in all age groups with no significant difference ( $p = 0.64$ ). In addition there was no significant difference in infestation between fat-tailed Barbarine ( $10.8 \pm 3.6\%$ ) and Queue fine de l'Ouest (Western Thin Tail) ( $8.5 \pm 2.6\%$ ;  $p = 0.31$ ) sheep breeds. The lowest prevalence was recorded in spring ( $6.7 \pm 3.6\%$ ) and the highest in winter ( $11.7 \pm 4.8\%$ ), but the difference between seasons was not significant ( $p = 0.32$ ). This study concerning the activity dynamics of lungworms should be completed by a monitoring project to determine the economic importance of these infestations and provide a solid basis for the establishment of specific control programs against these parasites in Tunisia.

■ How to quote this article: Elati K., Aloui S., Dhibi M., Rekik M., Gharbi M., 2017. Seasonal variation of lungworm infestation of ewes at Sidi Bouzid slaughterhouse (Central Tunisia). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **70** (4): 137-141, doi: 10.19182/remvt.31529

## ■ INTRODUCTION

Sheep are one of the most important sources of meat in Tunisia. The sheep population has been estimated at 3.763 million head producing 111,000 tons of red meat per year (Tunisian Ministry of Agriculture, 2016). With a sheep population of 662,200 head, Sidi Bouzid District ranks first in Tunisian sheep production (Tunisian Ministry of Agriculture, 2016).

Despite its importance, several constraints contribute to a low productivity of the sheep sector, such as traditional and poor

management, a long feeding gap during the dry season, and the high prevalence of diseases (mainly viral, bacterial and parasitic). In several countries and production systems, lungworms are responsible for huge economic losses in meat and milk production and cause mortality in sheep, goats and cattle (Soulsby, 1982), especially because the lesions caused by the worms may be complicated by bacterial bronchopneumonia. The life cycle of these parasites is influenced by geographic and climatic factors (Panayotova-Pencheva, 2011) leading to specific regional dynamics (Phillips et al., 2010). Infestation of small ruminants occurs through ingestion of grass contaminated by infesting larvae or hosting the intermediate hosts of the larvae of parasites with indirect life cycle (Snyder et al., 2015). The infestation impact depends on the host susceptibility, the host-parasite interaction and the number of larvae ingested.

In Tunisia, several studies have been carried out on gastrointestinal nematodes (Lahmar et al., 1990; 2004; Akkari et al., 2011; 2012; 2013; Rouatbi et al., 2016), but as far as it could be ascertained, there has been no longitudinal survey regarding respiratory lungworms, except a few veterinary theses studying

1. Laboratoire de parasitologie, Univ. Manouba, Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricoles, Ecole nationale de médecine vétérinaire de Sidi Thabet, 2020 Sidi Thabet, Tunisie.

2. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Amman 11195, Jordan.

\* Corresponding author

Tel: +216 71 55 22 00; fax: +216 71 55 24 41

Email: elati.khawla@gmail.com



the histological effects of these parasites (Aloui, 2005; Temri, 2007; Ben Said, 2008). Lungworm importance still needs to be assessed. Therefore, the aim of this study was to investigate the seasonal variation of lungworm infestation in sheep in Sidi Bouzid region.

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

Sidi Bouzid is located in the center of Tunisia (35° 02' N; 9° 29' E) (Figure 1). It covers 7405 square kilometers representing 5% of the total area of the country. The climate of Sidi Bouzid is Mediterranean continental: it is arid in the southern part of the district and semi-arid in its northern part. Winter is cold and dry (mean temperature of 11.8°C) whereas summer is hot (28.2°C). Mean annual rainfall is low (287 millimeters) with high interannual and interseasonal variations.

### Animals and coprologic samples

Monthly visits were implemented between May 2014 and April 2015 at Sidi Bouzid regional slaughterhouse. Feces were collected from 720 female sheep (60 per month) belonging to two breeds, fat-tailed Barbarine (287) and Queue fine de l'Ouest (Western Thin Tail) (433). The age of sheep was estimated by dental examination (Pavaux, 1975). Fecal samples were brought to the laboratory and stored at +4°C until analysis. For the coprological test we placed 5 g of feces in Baermann's apparatus and left them to incubate at 25°C for 24 h. Then, 10–15 ml of the sediment were collected in a tube and centrifuged for 10 min at 1500 rpm. The pellet was examined for the presence of lungworm after adding one drop of Lugol to uncoil the larvae, which were determined under a microscope, based on morphological characteristics.

### Parasitological indicators and statistical analysis

The infestation prevalence was calculated as follows: Prevalence = (100 × num. of infested sheep) / (num. of examined sheep)

To study variations in the infestation prevalence according to the age group, breed and month, a chi-square test was performed with Epi Info 6 software (Dean et al., 2011). The threshold value was  $p = 0.05$ .

## RESULTS

### Overall infestation indicators

Among the 720 samples of female sheep feces, 68 were infested, corresponding to a prevalence of  $9.4 \pm 2.1\%$ . There was no significant difference between the infestation prevalence in the two breeds ( $p = 0.31$ ) nor between age groups ( $p = 0.64$ ) (Table I). The infestation prevalence was higher in winter (December to February:  $11.7 \pm 4.7\%$ ) and lower in spring (March to May:  $6.7 \pm 3.6\%$ ). The highest infestation prevalence was reported in December ( $25.0 \pm 11.0\%$ ) ( $p = 0.004$ ; Figure 2).

### Infestation prevalence according to lungworm species

The most frequent parasite was *Protostrongylus rufescens* ( $4.4 \pm 1.5\%$ ) followed by *Dictyocaulus filaria* ( $2.6 \pm 1.2\%$ ), *Cystocaulus ocreatus* ( $1.3 \pm 0.8\%$ ) and *Neostongylus linearis* ( $1.3 \pm 0.8\%$ ), and finally *Muellerius capillaris* ( $0.3 \pm 0.4\%$ ). The co-infestation prevalence was very low ( $0.4 \pm 0.5\%$ ) and observed with i) *P. rufescens* and *C. ocreatus*, and ii) *P. rufescens* and *D. filaria*. *P. rufescens* was the most prevalent parasite in both Queue fine de l'Ouest and Barbarine sheep (4.6% and 4.2%, respectively) ( $p = 0.78$ ) (Table I). *P. rufescens* was also the dominant parasite during all seasons except spring (Table I; Figure 3). This species was present during the whole year except in March and April, with a peak in December ( $16.7 \pm 9.4\%$ ) (Figure 4).



Figure 1: Location of Sidi Bouzid District in Tunisia.

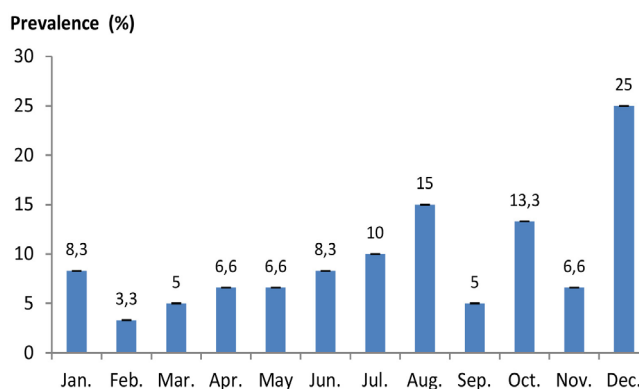


Figure 2: Monthly infestation prevalence by lungworms in slaughtered female sheep in Sidi Bouzid (Central Tunisia).

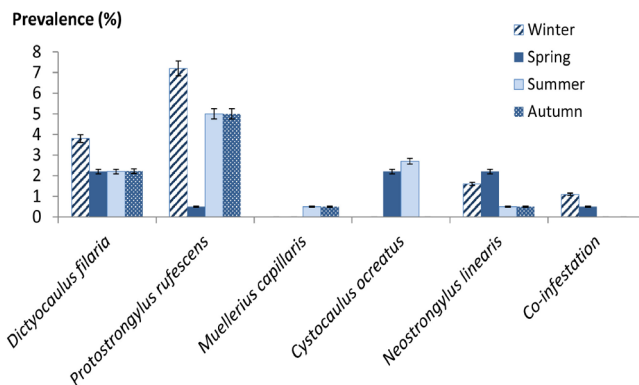


Figure 3: Seasonal infestation prevalence by lungworms in slaughtered female sheep in Sidi Bouzid (Central Tunisia).

Table 1

Infestation prevalence by different lungworm species in female sheep in Sidi Bouzid District (Central Tunisia) according to age, breed and season

Risk factor	Positive/Examined (prevalence ± 95% confidence interval)						Total	P
	<i>Dictyocaulus filaria</i>	<i>Protostrongylus rufescens</i>	<i>Muellerius capillaris</i>	<i>Cystocaulus ocreatus</i>	<i>Neostongylus linearis</i>	Co-infestations		
<b>Age (year)</b>								0.64
≤ 1	8/351 (2.3 ± 1.6)	15/351 (4.3 ± 2.1)	0	7/351 (2 ± 1.5)	5/351 (1.4 ± 1.2)	1/351 (0.3 ± 0.6)	34/351 (9.7 ± 3.1)	
2	5/136 (3.7 ± 3.2)	6/136 (4.4 ± 3.5)	1/136 (0.7 ± 1.4)	0	1/136 (0.7 ± 1.4)	1/136 (0.7 ± 1.4)	12/136 (8.8 ± 4.8)	
3	4/89 (4.5 ± 4.3)	2/89 (2.2 ± 3.1)	1/89 (1.1 ± 2.2)	1/89 (1.1 ± 2.2)	1/89 (1.1 ± 2.2)	1/89 (1.1 ± 2.2)	8/89 (9.0 ± 5.9)	
4	1/89 (1.1 ± 2.2)	4/89 (4.5 ± 4.3)	0	0	1/89 (1.1 ± 2.2)	0 (6.7 ± 5.2)	6/89	
> 4	1/55 (1.8 ± 3.5)	5/55 (9.1 ± 7.6)	0	1/55 (1.8 ± 3.5)	1/55 (1.8 ± 3.5)	0 (14.5 ± 9.3)	8/55	
<b>Breed</b>								0.31
Barbarine	9/287 (3.1 ± 2.0)	12/287 (4.2 ± 2.3)	2/287 (0.7 ± 1.0)	6/287 (2.1 ± 1.7)	4/287 (1.4 ± 1.4)	2/287 (0.7 ± 1.0)	31/287 (10.8 ± 3.6)	
Queue fine de l'Ouest	10/433 (2.3 ± 1.4)	20/433 (4.6 ± 2.0)	0	3/433 (0.7 ± 0.8)	5/433 (1.1 ± 1.0)	1/433 (0.3 ± 0.5)	37/433 (8.5 ± 2.6)	
<b>Season</b>								0.32
Winter	7/180 (3.8 ± 2.8)	13/180 (7.2 ± 3.8)	0	0	3/180 (1.6 ± 1.9)	2/180 (1.1 ± 1.5)	21/180 (11.7 ± 4.7)	
Spring	4/180 (2.2 ± 2.2)	1/180 (0.5 ± 1.1)	0	4/180 (2.2 ± 2.2)	4/180 (2.2 ± 2.2)	1/180 (0.5 ± 1.1)	12/180 (6.7 ± 3.6)	
Summer	4/180 (2.2 ± 2.2)	9/180 (5.0 ± 3.3)	1/180 (0.5 ± 1.1)	5/180 (2.7 ± 2.4)	1/180 (0.5 ± 1.1)	0	20/180 (11.1 ± 4.6)	
Autumn	4/180 (2.2 ± 2.2)	9/180 (5.0 ± 3.3)	1/180 (0.5 ± 1.1)	0	1/180 (0.5 ± 1.1)	0	15/180 (8.3 ± 4.0)	
<b>Total</b>	19/720 (2.6 ± 1.2)	32/720 (4.4 ± 1.5)	2/720 (0.3 ± 0.4)	9/720 (1.3 ± 0.8)	9/720 (1.3 ± 0.8)	3/720 (0.4 ± 0.5)	68/720 (9.4 ± 2.1)	

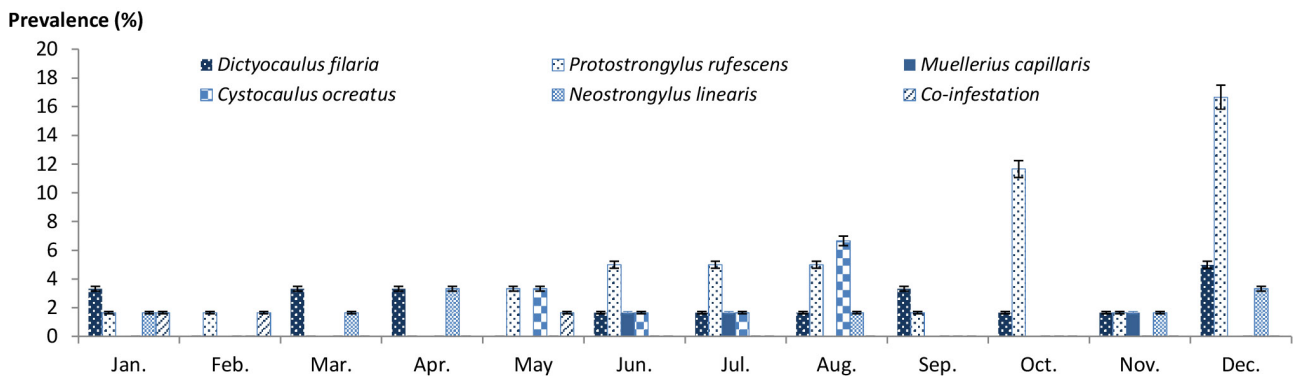


Figure 4: Monthly infestation prevalence by the various lungworm species in slaughtered female sheep in Sidi Bouzid (Central Tunisia).

## DISCUSSION

The aim of the study was to assess the prevalence of lungworm infestation in slaughtered female sheep in Sidi Bouzid District (Central Tunisia). In this region, male and female fattened lambs are very popular and

many animals are slaughtered when they are young. Because of drought and illicit import of sheep from neighboring countries in the southern area, sheep meat was in overproduction at the time of the study, and the value of female sheep decreased, prompting farmers to sell them because of high feeding costs. The choice of examining female animals



for this study was thus due to their availability; only few males had been slaughtered in this region at that time, which is rather unusual.

Farmers bringing their animals to the slaughterhouse were questioned to determine the origin of the sheep: only animals reared in Sidi Bouzid District were included in the study. The observed infestation rates therefore reflected the situation in the district. The overall infestation prevalence was estimated at 9.4%.

Until the present study, in Tunisia lungworm infestation prevalence in sheep had only been assessed by examining lung lesions during studies carried out by veterinary students. The prevalence reported in the present study was lower than those reported in Tajerouine, Northwest Tunisia (12.5%; Hammami, 1982) and Médenine, Southeast Tunisia (15.1%; Temri, 2007), similar to that recorded in Kasserine, Central West Tunisia (9.3%; Aloui, 2005), and higher than that reported in Sfax, Southeast Tunisia (7.3%; Ben Said, 2008). These variations could be explained by several factors: i) genetic resistance of animals, as it was shown that there is a difference in sheep genetic resistance to parasites (Bedhiaf-Romdhani et al., 2008; Sassi-Zaidy et al., 2014); ii) differences in breeding management from one region to another and in several cases from one farm to another (Atti et al., 2004; Ben Salem et al., 2011); iii) differences in environmental conditions leading to a high disparity in the resistance of the free larval stages and in the activity dynamics of intermediate hosts (Yildiz, 2006); and iv) the use of ivermectin that can reduce infestation. The low infestation prevalence of ewe lambs could be explained by the intensive breeding system. Indeed, Sidi Bouzid District is a steppe with poor grazing areas; the animals are therefore mainly bred under a zero grazing system.

Since sheep are continuously kept in barns with almost no grazing periods, it is rather surprising to notice that they are infested by protostrongylidae parasites as well as by *D. filaria*, because the latter has a direct life cycle although the transmission of *P. rufescens*, *C. ocreatus*, *N. linearis* and *M. capillaris* involves snails as intermediate hosts. In barns, free stages of lungworms (i.e. infecting larvae of *D. filaria*) are protected against desiccation and sun light action. On the other hand, as the infestation by protostrongylidae is related to the availability of their intermediate hosts, it was unexpected to find these species, at least during the dry season. This could be explained by the fact that sheep may harbor residual parasite populations, which infested animals during the rainy season. However, this point needs to be investigated.

The lungworm prevalence in Sidi Bouzid District was similar to those reported in Iran (10.8%; Borji et al., 2012) and in Spain (11.6%; López et al., 2011), but lower than those reported in Turkey (14%; Yildiz, 2006), in Morocco where the animals were infested by *M. capillaris* (35.5–70%) and *D. filaria* (5–30%) (Paliargues et al., 2007), and in Ethiopia (Addis et al., 2011) where a prevalence of 32.6% was observed. In this latter country, animals are reared in highlands where the climate is quite different: mean annual rainfall of 950–1750 mm and temperatures of 3–21.6°C. In Morocco, the high infestation prevalence by *M. capillaris* was recorded during autumn (69%) and winter (42%) and could be explained by the low temperature leading to a higher survival rates of free instars (larvae). The high density of sheep sharing common pastures, because extensive breeding systems are continuously used throughout the year, could also explain the high prevalence observed.

Borji et al. (2012) reported the presence in Iran of two lungworm species, *D. filaria* and *P. rufescens*. They showed that the infestation prevalence was significantly higher in young animals than in adult sheep (5.9% and 0.8%, respectively). Conversely, the present study revealed no significant difference between age groups. Borji et al. (2012) suggest that sheep could acquire immunity against respiratory nematodes with age. In the present study, the absence of difference between the infestation prevalence in young and adult sheep

was probably due to the fact that young animals did not graze and were not regularly infested by worms, preventing the acquisition of immunity.

This survey provided information about seasonal infestation dynamics by several lungworm species; sheep were more infested in winter. There is however a gap in the knowledge of the economic impact of infestation by these parasites. A cost-benefit analysis should be carried out to decide whether a control program should be implemented in Tunisia. Both cost-benefit analysis and preventive anthelmintic treatments should be based on the epidemiological data reported in this study.

### Acknowledgments

This study was funded by the 'Laboratoire d'épidémiologie des infections enzootiques des herbivores en Tunisie : application à la lutte' (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique, Tunisia). We wish to thank Messrs. Bechir Guesmi and Taoufik Lahmar for their support.

### REFERENCES

- Addis M., Fromsa A., Ebuy Y., 2011. Study on the prevalence of lungworm infection in small ruminants in Gondar town, Ethiopia. *J. Anim. Vet. Adv.*, **10** (13): 1683-1687, doi: 10.3923/javaa.2011.1683.1687
- Akkari H., Gharbi M., Darghouth M.A., 2011. Infestation of tracer lambs by *Fasciola hepatica* in Tunisia: determining periods for strategic anthelmintic treatments. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, **30** (3): 917-929, doi: 10.20506/rst.30.3.2084
- Akkari H., Gharbi M., Darghouth M.A., 2012. Dynamics of infestation of tracer lambs by gastrointestinal helminths under a traditional management system in the North of Tunisia. *Parasite*, **19** (4): 407415, doi: 10.1051/parasite/2012194407
- Akkari H., Jebali J., Gharbi M., Mhadhbi M., Awadi S., Darghouth M.A., 2013. Epidemiological study of sympatric *Haemonchus* species and genetic characterization of *Haemonchus contortus* in domestic ruminants in Tunisia. *Vet. Parasitol.*, **193** (1-3): 118-125, doi: 10.1016/j.vetpar.2012.12.014
- Aloui M., 2005. Etude lésionnelle et motifs de saisie des poumons de petits ruminants à l'abattoir de Kasserine. Thèse Doct., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisia, 86 p.
- Atti N., Bocquier F., Khaldi G., 2004. Performance of the fat-tailed Barbarine sheep in its environment: adaptive capacity to alternation of underfeeding and re-feeding periods. A review. *Anim. Res.*, **53** (3): 165-176, doi: 10.1051/animres:2004012
- Bedhiaf-Romdhani S., Djemali M., Bello A.A., 2008. Inventaire des différents écotypes de la race Barbarine en Tunisie. *Anim. Genet. Resour.*, 4341-47, doi: 10.1017/S1014233900002716
- Ben Said S., 2008. Contribution à l'étude épidémiologique et lésionnelle des strongyloses respiratoires des ovins abattus à Sfax. Thèse Doct., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisia
- Ben Salem H., Lassoued N., Rekek M., 2011. Merits of the fat-tailed Barbarine sheep raised in different production systems in Tunisia: digestive, productive and reproductive characteristics. *Trop. Anim. Health Prod.*, **43** (7): 13571370, doi: 10.1007/s11250-011-9863-8
- Borji H., Azzizadeh M., Ebrahimi M., Asadpour M., 2012. Study on small ruminant lungworms and associated risk factors in northeastern Iran. *Asian Pac. J. Trop. Med.*, **5** (11): 853-856, doi: 10.1016/S1995-7645(12)60159-X
- Dean A.G., Arner T.G., Sunki G.G., Friedman R., Lantinga M., Sangam S., Zubieta J.C., et al., 2011. Epi Info, A database and statistics program for public health professionals. CDC, Atlanta, GA, USA
- Hammami S., 1982. Contribution à l'étude parasitologique, épidémiologique et lésionnelle des pneumonies du mouton dans la région de Tajerouine. Thèse Doct., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisia



- Lahmar S., Cabaret J., Cheniti T., 1990. Land snails and periods at high risk for protostrongylid infection on a sheep-grazed pasture of northeast Tunisia. *Vet. Parasitol.*, **36** (1-2): 105-115, doi: 10.1016/0304-4017(90)90098-V
- Lahmar S., Debbek H., Zhang L.H., McManus D.P., Souissi A., Chelly S., Torgerson P.R., 2004. Transmission dynamics of the *Echinococcus granulosus* sheep-dog strain (G1 genotype) in camels in Tunisia. *Vet. Parasitol.*, **121** (12): 151-156, doi: 10.1016/j.vetpar.2004.02.016
- López C.M., Fernández G., Vi-a M., Cienfuegos S., Panadero R., Vázquez L., Díaz P., et al., 2011. Protostrongylid infection in meat sheep from Northwestern Spain: prevalence and risk factors. *Vet. Parasitol.*, **178** (1-2): 108-114, doi: 10.1016/j.vetpar.2010.12.038
- Paliargues T., Mage C., Boukalouch A., Khalayoune K., 2007. Etude épidémiologique du parasitisme digestif et pulmonaire des ovins au Maroc. *Ann. Méd. Vét.*, **151** (1) : 1-5
- Panayotova-Pencheva M.S., 2011. Species composition and morphology of protostrongylids (Nematoda: Protostrongylidae) in ruminants from Bulgaria. *Parasitol. Res.*, **109** (4): 1015-1020, doi: 10.1007/s00436-011-2337-0
- Pavaux C., 1975. Extérieur des animaux des fermes. Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisia, 88 p.
- Phillips B.L., Kelehear C., Pizzatto L., Brown G.P., Barton D., Shine R., 2010. Parasites and pathogens lag behind their host during periods of host range advance. *Ecology*, **91** (3): 872-881, doi: 10.1890/09-0530.1
- Rouatbi M., Gharbi M., Rjeibi M.R., Ben Salem I., Akkari H., Lassoued N., Rekek M., 2016. Effect of the infection with the nematode *Haemonchus contortus* (Strongylida: Trichostrongylidae) on the haematological, biochemical, clinical and reproductive traits in rams. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **83** (1), doi: 10.4102/ojvr.v83i1.1129
- Sassi-Zaidy Y.B., Maretto F., Zanetti E., Hajji G.M., Charfi-Cheikrouha F., Cassandro M., 2014. Genetic structure and variability within and among populations of the fat-tailed Barbarine sheep breed using microsatellite markers. *Afr. J. Biotechnol.*, **13** (1): 4454, doi: 10.5897/AJB2013.13363
- Snyder P.W., Hogg J.T., Ezenwa V.O., 2015. Comparison of modified Flotac and Baermann techniques for quantifying lungworm larvae in free-ranging bighorn sheep (*Ovis canadensis*) feces, Montana, USA. *J. Wildl. Dis.*, **51** (4): 843-848, doi: 10.7589/2014-10-244
- Soulsby E.J.L., 1982. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals, 7th Edn. Baillière Tindall, London, UK, 400-404
- Temri E., 2007. Etude lésionnelle des poumons de petits ruminants à l'abattoir de Médenine. Thèse Doct., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisia
- Tunisian Ministry of Agriculture, 2016. Results of the survey on the follow-up agricultural season 2015-2016: livestock
- Yildiz K., 2006. Prevalence of lungworm infection in sheep and cattle in the Kirikkale province. *Acta Parasitol. Turc.*, **30** (3): 190-193

## Resumé

**Elati K., Aloui S., Dhibi M., Rekek M., Gharbi M.** Variation saisonnière de l'infestation de brebis par les strongles respiratoires à l'abattoir de Sidi Bouzid (Tunisie centrale)

Les strongyloses respiratoires sont parmi les plus importantes maladies affectant les ovins élevés dans divers systèmes d'élevage de nombreux pays. En Tunisie, la lutte contre ces parasites est conduite par les éleveurs sans aucun fondement scientifique. Une enquête a été réalisée dans l'abattoir du gouvernorat de Sidi Bouzid (centre du pays) afin d'évaluer la prévalence d'infestation des moutons par les strongles respiratoires. L'étude a duré 12 mois et a concerné 720 des brebis abattues. La matière fécale de chaque brebis a été recueillie et examinée par la technique de Baermann. Soixante-huit échantillons étaient infestés par des larves de nématodes pulmonaires ( $9,4 \pm 2,1$  %). La population était dominée par *Protostrongylus rufescens* ( $4,4 \pm 1,5$  %) suivie de *Dictyocaulus filaria* ( $2,6 \pm 1,2$  %), *Cystocaulus ocreatus* et *Neostrongylus linearis* ( $1,3 \pm 0,8$  %), et enfin *Muellerius capillaris* ( $0,3 \pm 0,4$  %), alors que les infestations mixtes concernaient  $0,4 \pm 0,5$  % des échantillons. L'infestation par les strongles a été observée dans tous les groupes d'âge sans différence significative ( $p = 0,64$ ). Il n'y a pas eu, non plus, de différence d'infestation significative entre les brebis de races Barbarine ( $10,8 \pm 3,6$  %) et Queue fine de l'Ouest ( $8,5 \pm 2,6$  % ;  $p = 0,31$ ). La prévalence la plus faible a été enregistrée au printemps ( $6,7 \pm 3,6$  %) et la plus élevée en hiver ( $11,7 \pm 4,8$  %), mais la différence entre les saisons n'était pas significative ( $p = 0,32$ ). Cette étude concernant la dynamique d'activité des strongles pulmonaires devrait être complétée par des suivis permettant de déterminer l'importance économique de ces infestations, afin d'offrir une base solide à la mise en place de programmes de lutte spécifiques contre ces parasites en Tunisie.

**Mots-clés :** ovin, brebis, Protostrongylidae, Nematoda, variation saisonnière, Tunisie

## Resumen

**Elati K., Aloui S., Dhibi M., Rekek M., Gharbi M.** Variaciones estacionales de la infestación de parásitos pulmonares en ovejas en el matadero de Sidi Bouzid (Túnez central)

La estrongilosis respiratoria está entre las enfermedades más importantes que afectan a las ovejas criadas en varios sistemas de producción en varios países. En Túnez, el control de estos parásitos lo llevas a cabo los finqueros sin formación científica. Una encuesta llevada a cabo en el matadero del distrito de Sidi Bouzid (Túnez central), para evaluar la prevalencia de la infestación de estos parásitos pulmonares en ovejas. El estudio duró 12 meses e involucró 720 de las ovejas sacrificadas. Se recolectaron muestras fecales de cada oveja y se examinaron mediante la técnica de Baermann. Sesenta y ocho muestras estuvieron infectadas con larvas de nemátodos pulmonares ( $9,4 \pm 2,1\%$ ). La población estuvo dominada por *Protostrongylus rufescens* ( $4,4 \pm 1,5\%$ ), seguida de *Dictyocaulus filaria* ( $2,6 \pm 1,2\%$ ), *Cystocaulus ocreatus* y *Neostrongylus linearis* ( $1,3 \pm 0,8\%$ ), y finalmente *Muellerius capillaris* ( $0,3 \pm 0,4\%$ ), mientras que las infestaciones mixtas concernieron  $0,4\% \pm 0,5\%$  de las muestras. La infestación de parásitos pulmonares se observó en todos los grupos etarios sin diferencia significativa ( $p = 0,64$ ). Además, no hubo diferencia significativa en la infestación entre razas ovinas Beréberes ( $10,8 \pm 3,6\%$ ) y Cola Fina del Oeste ( $8,5 \pm 2,6\%$ ;  $p = 0,31$ ). La menor prevalencia se registró en la primavera ( $6,7 \pm 3,6\%$ ) y la más alta en invierno ( $11,7 \pm 4,8\%$ ), pero la diferencia entre las estaciones no fue significativa ( $p = 0,32$ ). Este estudio concerniente a la dinámica de la actividad de los parásitos pulmonares debe ser complementado con un proyecto de monitoreo para determinar la importancia económica de estas infestaciones y proveer bases sólidas para el establecimiento de programas de control específicos contra estos parásitos en Túnez.

**Palabras clave:** ovino, oveja, Protostrongylidae, Nematoda, variación estacional, Túnez

