

Actes de l'Atelier international sur le chamelon

Ouarzazate, Maroc
24-26 octobre 1999

Proceedings of the International Workshop on the Camel Calf

*Ouarzazate, Morocco
24-26 October 1999*

Actas Taller internacional sobre el camello joven

*Ouarzazate, Marruecos
24-26 de octubre 1999*



Sommaire

- 92 Introduction générale (en français)

EMBRYOLOGIE ET PERIPARTUM

- 93 Utilisation de méthodes de reproduction modernes pour hybrider des camélidés de l'Ancien et du Nouveau Monde : *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*. Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R., Short R.V. (en anglais)
- 97 Emploi de technologies de reproduction modernes telles que le transfert d'embryons et l'insémination artificielle afin d'améliorer le potentiel reproducteur du dromadaire. Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R. (en anglais)
- 101 Pathologies du péripartum affectant le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en Israël et leurs traitements. Straten van M. (en anglais)

PHYSIOLOGIE

- 105 Statut de l'immunoglobuline-G chez le chameleon pendant six mois *post-natum*. Hülsebusch C.G. (en anglais)
- 111 Céruleoplasmine du chameleon : purification et caractérisation partielle. Essamadi A.K., Bengoumi M., Zaoui D., Faye B., Bellenchi G.C., Musci G., Calabrese L. (en anglais)
- 115 Evolution comparée de quelques paramètres minéraux, de l'ostéocalcine, du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D chez la chamelle du Sud marocain et son chameleon nouveau-né. El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. (en français)
- 120 Effet du peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP) sur l'absorption intestinale du D-xylose chez le chameleon nouveau-né du Sud marocain. El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. (poster) (en français)
- 122 Composition en phospholipides et en acides gras de mitochondries de foie de chameleon. Nasser B., Wolff R.L., El Kebbaj M.S. (poster) (en français)
- 122 Purification et caractérisation de la D-bêta-hydroxybutyrate déshydrogénase de mitochondries de foie de chameleon. Nasser B., Poussard S., Cottin P., El Kebbaj M.S. (poster) (en français)
- 123 Cas de septicémie colibacillaire néonatale chez un chameleon. Bornstein S., Younan M., Feinstein R. (poster) (en anglais)

MORTALITE

- 125 Etat des recherches sur le dromadaire à partir de l'analyse bibliométrique des publications. Cas particulier des recherches sur le chameleon. Faye B., Bonnet P., Charbonnier G., Marti A. (en français)
- 132 Etude de la mortalité des chameleons au Sud du Maroc : enquête rétrospective. Bengoumi M., Gandega E.B., El Abrak A., Berrada J., Faye B. (en français)
- 137 Mortalité du chameleon et mesures envisagées dans des troupeaux de systèmes pastoraux au Nord Kenya. Point de vue. Kaufmann B.A. (en anglais)
- 145 Potentiel de la mise en relation d'informations sur la santé et l'élevage des camélidés. Dessalegne D., Boardman S.I., Dein F.J., Bourne D.C. (en anglais)

PATHOLOGIE

- 149 Diarrhées du chamelon en Mauritanie : résultats d'enquête.** Dia M.L., Diop A., Ahmed O.M., Diop C., El Hacen O.T. (*en français*)
- 153 Diarrhées néonatales du chamelon dans les provinces sahariennes du Sud du Maroc : étude bactériologique.** Berrada J., Bengoumi M., Hidane K. (*en français*)
- 157 Evaluation de l'efficacité d'un traitement spécifique contre les diarrhées du chamelon.** Bengoumi M., Berrada J., De La Farge F., Hidane K., Faye B. (*en français*)
- 161 Données sur les pathologies du chamelon en Mauritanie.** Kane Y., Diallo B.C. (*en français*)
- 165 La variole du dromadaire chez le jeune au Maroc. Isolement et identification du virus. Mise au point du vaccin et application à la prophylaxie.** El Harrak M., Loutfi C. (*en français*)
- 169 Infections à *Streptococcus agalactiae* chez des dromadaires au Kenya.** Younan M., Ali Z., Müller W., Bornstein S. (*en anglais*)
- 173 Ecthyma contagieux du dromadaire : risques chez le chamelon.** Khalafalla A.I. (*en anglais*)
- 177 Prévalence de la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* chez les chamelons de l'Ouest nigérien.** Pacholek X., Gamatie D., Vias Franck S.G., Tibayrenc R. (*en français*)
- 183 Prévalence de la trypanosomose chez le chamelon : une étude pilote dans le district de Laikipia au Kenya.** Njiru Z.K., Ole-Mapeny I.M., Ouma J.O., Ndung'u J.M., Olaho-Mukani W.M. (*en anglais*)
- 187 Impact des trypanosomoses chez les camelidés et rôle du groupe *ad hoc* de l'OIE sur les Tantg.** Touratier L. (*poster*) (*en français*)

PERFORMANCES ET MODES DE GESTION

- 189 Performances de croissance des chamelons élevés dans la zone pastorale nigérienne.** Pacholek X., Lancelot R., Lesnoff M., Messad S. (*en français*)
- 198 Comparaison des performances de croissance du chamelon en station de recherche et en élevage traditionnel.** Iqbal A., Gill R.A., Khan B.B., Younas M., Jasra A.W. (*en anglais*)
- 201 Croissance postnatale et profil de développement des chamelons (*Camelus bactrianus*).** Zhao X.X., Xue H.W., Nie Q.C., Zhang Y.K. (*en anglais*)
- 209 Gestion traditionnelle des chamelons Omani.** Musa B.E., Salim M.A., Abu Samra M.T. (*en anglais*)
- 213 Santé et productivité d'un troupeau de dromadaires élevés dans des conditions semi-nomadiques en Ethiopie de l'Est.** Zeleke M., Bekele T. (*en anglais*)
- 218 Production et qualité de la viande de chamelon : deux caractéristiques uniques.** Bakkar M.N., Basmaeil S.M., Hamam A.A. (*poster*) (*en anglais*)
- 219 Evaluation des performances de chamelons dans des conditions d'élevage améliorées.** Al Mutairi S.E. (*en anglais*)
- 223 Recommandations finales** (*en français*)

Contents

- 92 **General introduction** (*in French*)

EMBRYOLOGY AND PERIPARTUM

- 93 **Using modern reproductive methods to hybridize Old and New World camelids: *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*.** Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R., Short R.V. (*in English*)
- 97 **Using modern reproductive technologies such as embryo transfer and artificial insemination to improve the reproductive potential of dromedary camels.** Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R. (*in English*)
- 101 **Periparturient conditions affecting camels (*Camelus dromedarius*) in Israel and their treatments.** Straten van M. (*in English*)

PHYSIOLOGY

- 105 **Immunoglobulin-G status of camels during six months *post-natum*.** Hülsebusch C.G. (*in English*)
- 111 **Young camel ceruloplasmin: Purification and partial characterization.** Essamadi A.K., Bengoumi M., Zaoui D., Faye B., Belenchi G.C., Musci G., Calabrese L. (*in English*)
- 115 **Comparative evolution of some minerals, osteocalcin, 25(OH)D and 1,25(OH)₂D in the female camel and its newborn in South Morocco.** El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. (*in French*)
- 120 **Effect of the parathyroid hormone-like peptide (PTHrP) on D-xylose intestinal absorption in the newborn camel calf of South Morocco.** El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. (*poster*) (*in French*)
- 122 **Phospholipids and fatty acids of liver mitochondria of the camel calf.** Nasser B., Wolff R.L., El Kebbaj M.S. (*poster*) (*in French*)
- 122 **Purification and characterization of D-beta-hydroxybutyrate deshydrogenase of liver mitochondria of the camel calf.** Nasser B., Poussard S., Cottin P., El Kebbaj M.S. (*poster*) (*in French*)
- 123 **Case of neonatal camel colisepticemia in Kenya.** Bornstein S., Younan M., Feinstein R. (*poster*) (*in English*)

MORTALITY

- 125 **Assessing camel research by a bibliometrical study of publications with an emphasis on the camel calf.** Faye B., Bonnet P., Charbonnier G., Marti A. (*in French*)
- 132 **Study on camel calf mortality in South Morocco: Retrospective survey.** Bengoumi M., Gandega E.B., El Abrak A., Berrada J., Faye B. (*in French*)
- 137 **Camel calf losses and calf care measures in pastoral herds of Northern Kenya. A system view.** Kaufmann B.A. (*in English*)
- 145 **Potential of interrelating information on the health and management of Camelids.** Dessalegne D., Boardman S.I., Dein F.J., Bourne D.C. (*in English*)

DISEASES

- 149 Camel calf diarrhea in Mauritania: Survey results.** Dia M.L., Diop A., Ahmed O.M., Diop C., El Hacen O.T. (*in French*)
- 153 Diarrhea in newborn camel calves in Saharan provinces of South Morocco: Bacteriological study.** Berrada J., Bengoumi M., Hidane K. (*in French*)
- 157 Assessment of the efficacy of a specific treatment against camel calf diarrhea.** Bengoumi M., Berrada J., De La Farge F., Hidane K., Faye B. (*in French*)
- 161 Data on camel calf diseases in Mauritania.** Kane Y., Diallo B.C. (*in French*)
- 165 Camel pox in the calf in Morocco. Identification of the isolated virus. Development and application to prophylaxis.** El Harrak M., Loutfi C. (*in French*)
- 169 Streptococcus agalactiae infection in camels (Camelus dromedarius) in Kenya.** Younan M., Ali Z., Müller W., Bornstein S. (*in English*)
- 173 Camel contagious ecthyma: Risks in young calves.** Khalafalla A.I. (*in English*)
- 177 Prevalence of Trypanosoma evansi trypanosomosis in young camels in West Niger.** Pacholek X., Gamatie D., Vias Franck S.G., Tibayrenc R. (*in French*)
- 183 Prevalence of trypanosomosis in camel calves: A pilot study in Laikipia District of Kenya.** Njiru Z.K., Ole-Mapeny I.M., Ouma J.O., Ndung'u J.M., Olaho-Mukani W.M. (*in English*)
- 187 Trypanosomosis in Camelids: OIE ad hoc group role on NTTAT.** Touratier L. (*poster in French*)

PERFORMANCE AND MANAGEMENT TYPES

- 189 Growth performance of camel calves raised in the pastoral zone of Niger.** Pacholek X., Lancelot R., Lesnoff M., Messad S. (*in French*)
- 198 Comparative growth performance of camel calves kept under station and farmers' conditions.** Iqbal A., Gill R.A., Khan B.B., Younas M., Jasra A.W. (*in English*)
- 201 Postnatal growth and development pattern of camel calves.** Zhao X.X., Xue H.W., Nie Q.C., Zhang Y.K. (*in English*)
- 209 Omani camel calves in a traditional management system.** Musa B.E., Salim M.A., Abu Samra M.T. (*in English*)
- 213 Camel herd health and productivity in Eastern Ethiopia selected semi-nomadic households.** Zeleke M., Bekele T. (*in English*)
- 218 Meat production and quality: Two unique properties of young camels.** Bakkar M.N., Basmaeil S.M., Hamam A.A. (*poster in English*)
- 219 Evaluation of Saudi camel calves' performance under an improved management system.** Al Mutairi S.E. (*in English*)
- 223 Final recommendations** (*in French*)

Sumario

92 **Introducción general** (*en francés*)

EMBRIOLOGIA Y PERIPARTO

93 **Uso de métodos reproductivos modernos para hibridizar camélidos del Nuevo y del Viejo Mundo: *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*.** Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R., Short R.V. (*en inglés*)

97 **Uso de técnicas reproductivas modernas, como la transferencia de embriones y la inseminación artificial para mejorar el potencial reproductivo de los dromedarios.** Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R. (*en inglés*)

101 **Condiciones peri parto que afectan a los camellos (*Camelus dromedarius*) en Israel y su tratamiento.** Straten van M. (*en inglés*)

FISIOLOGIA

105 **Estado de la inmunoglobulina G de los camellos durante los seis meses post nacimiento.** Hülsebusch C.G. (*en inglés*)

111 **Ceruloplasmina en el camello joven: purificación y caracterización parcial.** Essamadi A.K., Bengoumi M., Zaoui D., Faye B., Belenchi G.C., Musci G., Calabrese L. (*en inglés*)

115 **Evolución comparada de algunos parámetros minerales, de la osteocalcina, del 25(OH)D y del 1,25(OH)2D en la camella del Sur marroquí y su camello recién nacido.** El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. (*en francés*)

120 **Efecto de un péptido relacionado con la hormona paratiroidea (PTHrP) bajo la absorción intestinal de D-xilosa en el camello recién nacido en el Sur marroquí.** El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. (*póster*) (*en francés*)

122 **Composición en fosfolípidos y en ácidos grasos de las mitocondrias del hígado del camello joven.** Nasser B., Wolff R.L., El Kebbaj M.S. (*póster*) (*en francés*)

122 **Purificación y caracterización de la deshidrogenasa D beta hidroxibutirato de las mitocondrias en el hígado del camello joven.** Nasser B., Poussard S., Cottin P., El Kebbaj M.S. (*póster*) (*en francés*)

123 **Un caso neonatal de coliseptisemia en un camello en Kenia.** Bornstein S., Younan M., Feinstein R. (*póster*) (*en inglés*)

MORTALIDAD

125 **Estado de las investigaciones sobre el dromedario a partir del análisis bibliográfico de las publicaciones - caso particular de las investigaciones sobre el camello joven.** Faye B., Bonnet P., Charbonnier G., Marti A. (*en francés*)

132 **Estudio de la mortalidad de los camellos jóvenes al Sur de Marruecos: encuesta retrospectiva.** Bengoumi M., Gandega E.B., El Abrak A., Berrada J., Faye B. (*en francés*)

137 **Pérdidas de camellos jóvenes y medidas para el cuidado del joven en hatos en pastoreo en el Norte de Kenia. Una visión del sistema.** Kaufmann B.A. (*en inglés*)

145 **Potencial para interrelacionar información sobre la salud y el manejo de los camélidos.** Dessalegne D., Boardman S.I., Dein F.J., Bourne D.C. (*en inglés*)

PATOLOGIA

- 149** Las diarreas en el camello joven en Mauritania: resultados de una encuesta. Dia M.L., Diop A., Ahmed O.M., Diop C., El Hacen O.T. (*en francés*)
- 153** Diarreas neonatales en el camello pequeño en las provincias del Sahara al Sur de Marruecos: estudio bacteriológico. Berrada J., Bengoumi M., Hidane K. (*en francés*)
- 157** Evaluación de la eficiencia de un tratamiento específico contra las diarreas del camello joven. Bengoumi M., Berrada J., De La Farge F., Hidane K., Faye B. (*en francés*)
- 161** Datos sobre la patología del camello joven en Mauritania. Kane Y., Diallo B.C. (*en francés*)
- 165** La viruela del dromedario en el joven en Marruecos. Aislamiento e identificación del virus. Desarrollo de una vacuna y aplicación a la profilaxis. El Harrak M., Loutfi C. (*en francés*)
- 169** Infección por *Streptococcus agalactiae* en camellos (*Camelus dromedarius*) en Kenia. Younan M., Ali Z., Müller W., Bornstein S. (*en inglés*)
- 173** Ectima contagioso en el camello y sus riesgos en los camellos jóvenes. Khalafalla A.I. (*en inglés*)
- 177** Prevalencia de la tripanosomosis por *Trypanosoma evansi* en los camellos jóvenes del Oeste nigeriano. Pacholek X., Gamatie D., Vias Franck S.G., Tibayrenc R. (*en francés*)
- 183** Prevalencia de la tripanosomosis en camellos jóvenes: estudio piloto en el distrito de Laikipia en Kenia. Njiru Z.K., Ole-Mapeny I.M., Ouma J.O., Ndung'u J.M., Olaho-Mukani W.M. (*en inglés*)
- 187** Impacto de los tripanosomas en los camélidos y papel del grupo "ad hoc" del ganso sobre los Tantg. Touratier L. (*póster*) (*en francés*)

RENDIMIENTOS Y TIPOS DE MANEJO

- 189** Rendimientos de crecimiento de los camellos jóvenes criados en la zona pastoril nigeriana. Pacholek X., Lancelot R., Lesnoff M., Messad S. (*en francés*)
- 198** Rendimiento comparativo en el crecimiento de camellos jóvenes mantenidos bajo condiciones de estación y de finca. Iqbal A., Gill R.A., Khan B.B., Younas M., Jasra A.W. (*en inglés*)
- 201** Patrón de crecimiento y de desarrollo postnatal en camellos jóvenes. Zhao X.X., Xue H.W., Nie Q.C., Zhang Y.K. (*en inglés*)
- 209** Camellos omaníes jóvenes bajo sistemas de manejo tradicionales. Musa B.E., Salim M.A., Abu Samra M.T. (*en inglés*)
- 213** Productividad y salud del hato de camellos en Etiopía del este seleccionó hogares semi-nómadas. Zeleke M., Bekele T. (*en inglés*)
- 218** Carne, producción y calidad: dos propiedades únicas de los camellos jóvenes. Bakkar M.N., Basmaeil S.M., Hamam A.A. (*póster*) (*en inglés*)
- 219** Evaluación del rendimiento de camellos saudíes jóvenes bajo un sistema de manejo mejorado. Al Mutairi S.E. (*en inglés*)
- 223** Recomendaciones finales (*en francés*)

Introduction générale

Le séminaire international sur le « chamelon » s'est tenu du 24 au 26 octobre 1999, à Ouarzazate au Maroc. Il a réuni au total 89 participants de 22 pays, en majorité des pays arides et semi-arides (depuis le Maroc jusqu'au Pakistan). Mais les pays du Nord étaient également présents (Allemagne, Grande-Bretagne, Suède, Etats-Unis, France). On peut considérer que cette rencontre a été un succès sur le plan scientifique comme on pourra en juger sur la bonne qualité générale des conférences et des posters présentés ici. Mais elle a également été le succès de la communication : pour le Cirad-emvt, sans doute du fait de la présentation du CD-Rom « le dromadaire » édité par le Cirad ; avec les partenaires privés qui ont parrainé généreusement cet atelier, notamment Biopharma, Novartis, Merial, Lamavet et surtout Sanofi (devenu Cesa) représenté par son Président-Directeur général qui a suivi la totalité des débats ; et avec la communauté scientifique des « camélogues », puisque cette manifestation a été l'occasion de la proposition du lancement de l'Association internationale des sciences camélines (International Association of Camelid Sciences - IACS) pour laquelle B. Faye et M. Bengoumi se sont chargés de la rédaction des textes fondateurs.

Alors pourquoi le chamelon et pourquoi à Ouarzazate ? Le thème du chamelon fait référence à un constat : le taux de survie du jeune dromadaire est l'un des plus faibles des espèces herbivores domestiques. Que ce soit le prix à payer d'une adaptation remarquable aux contraintes difficiles des milieux arides, cela est incontestable. Mais cela est aussi un frein non négligeable au développement d'une activité d'élevage qui retrouve après quelques décennies de marasme, un regain d'intérêt très sérieux de la part des éleveurs et des opérateurs économiques (il suffit de constater l'augmentation des effectifs depuis une dizaine d'années après une phase de déclin de près de 20 ans pour s'en convaincre). Il faut donc se donner les moyens d'améliorer la productivité de l'élevage camélin. Ce sont bien ces objectifs que poursuit le Cirad-emvt au travers de l'Ucec (Unité de coordination pour l'élevage camélin) qui, avec l'appui du Ministère de la Coopération a déjà organisé deux rencontres de ce type, à Paris en 1990 sur la reproduction (« Peut-on améliorer la reproduction chez les camélidés ? ») et à Nouakchott en 1994 sur la production laitière (« Chameaux et dromadaires, animaux laitiers »). Un séminaire sur le chamelon s'inscrivait forcément dans cette logique d'ensemble selon laquelle la productivité d'un troupeau dépend entre autres de sa capacité à se reproduire, à assurer la croissance du jeune au moment de l'allaitement et à maintenir en vie et en bonne santé les jeunes, « futur de l'élevage camélin ».

Le chamelon, maillon faible de l'élevage camélin, ou, simplement, individu existant dans une phase mal maîtrisée, mal gérée, mal connue des éleveurs et des chercheurs ? La faiblesse du nombre de références bibliographiques sur le chamelon témoigne, du reste, de cette méconnaissance et de la nécessité de stimuler des travaux tant sur la physiologie et la pathologie que sur l'élevage. Le séminaire d'Ouarzazate avait donc pour ambition de faire le point sur les travaux en cours et sur les perspectives. On trouvera, dans les recommandations finales, des propositions pour l'avenir des recherches dans ce domaine.

Le choix d'Ouarzazate ne relève pas non plus du hasard. Fruit d'une coopération maintenant ancienne entre l'Institut agro-vétérinaire de Rabat et le Cirad-emvt, la recherche caméline marocaine est aujourd'hui une recherche de pointe comme l'indique l'article sur l'analyse bibliométrique de ces dix dernières années. Si la collaboration franco-marocaine n'avait pas suffi, les relations d'amitié entre les deux instances organisatrices de ce séminaire auraient eu raison des éventuelles hésitations à organiser cette manifestation au Maroc. De plus, outre le cadre agréable aux portes du désert qu'offrait la ville d'Ouarzazate, les organisateurs ont trouvé dans cette région du Maroc, un accueil particulièrement chaleureux tant de la part des autorités locales (ville d'Ouarzazate, Office de la Mise en valeur agricole) que des habitants. Les facilités hôtelières d'Ouarzazate ont permis d'opter pour cette ville et pour cette région où l'espèce caméline joue un rôle évident dans l'activité rurale et éco-touristique du Sud marocain.

Les actes du séminaire reprennent les communications orales et les posters présentés au cours des deux journées de séances plénières. Les organisateurs remercient la Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux qui a accepté la publication des actes. Ils espèrent revoir les participants à ce séminaire lors d'une prochaine rencontre sur les sciences camélines.

Bernard Faye

Chef du programme Productions animales, Cirad-emvt
Co-organisateur du séminaire d'Ouarzazate

Using modern reproductive methods to hybridize Old and New World Camelids: *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*

J.A. Skidmore¹ M. Billah¹ W.R. Allen² R.V. Short³

Key words

Camelus dromedarius - *Lama guanicoe* - Hybridization - Artificial insemination - United Arab Emirates.

Summary

A group of nine female and one male guanaco were maintained alongside a larger herd of dromedary camels at the Camel Reproduction Centre in Dubai. The ovaries of the female guanacos and camels were scanned regularly, and when they exhibited a dominant follicle of 0.7-0.9 cm diameter in the guanaco, or 1.3-1.8 cm diameter in the dromedaries, they were given a single injection of the GnRH analogue buserelin (Receptal; camels 20 µg i.v., guanacos 10 µg i.m.) to induce ovulation and were inseminated 24 h later. Thirty female dromedaries were inseminated on 50 occasions with 2-4 ml of guanaco semen diluted 1:1 with green buffer (150-400 x 10⁶ motile spermatozoa), producing two pregnancies; one resulted in a stillborn on day 365 of gestation, the other was aborted on day 260. Similarly, nine female guanacos were inseminated on 34 occasions with diluted dromedary semen (300-400 x 10⁶ motile spermatozoa), which resulted in six conceptions; two were resorbed between days 25-40 after ovulation, two were aborted on days 291 and 302, respectively, one was stillborn on day 365, and one male calf was born live on day 328. To the knowledge of the authors, this is the first ever viable hybrid between Old and New World Camelids. Its existence highlights a remarkable degree of conservation of reproductive processes between them.

■ INTRODUCTION

The family Camelidae is of great antiquity. Paleontological evidence suggests they split off from the other cloven-hoofed mammals in the Eocene around 40-45 million years ago (10, 13), and split again into the genera *Camelus* and *Lama* relatively soon thereafter, around 30 million years ago (8, 21). However, more recent studies of mitochondrial DNA mutation rates suggest that the split may have occurred around 11 million years ago (19).

During one of the early ice ages some of the cameloids migrated across the Bering Straits, and thence radiated through Asia into Eastern Europe, the Middle East and North Africa, to develop into the present day Bactrian (*Camelus bactrianus*) and dromedary (*Camelus dromedarius*) camels (Old World Camelids), whereas the lamoids migrated southwards and crossed the land bridge into South America and evolved into the New World or South American Camelids namely the domesticated llama (*Lama glama*), its probable wild antecedent the guanaco (*Lama guanicoe*), the domesticated alpaca (*Lama pacos*) and its possible wild ancestor the vicuña (*Lama vicugna*).

Today, New and Old World Camelids show some anatomical and physiological similarities, but some equally striking contrasts. For example, they all share the same chromosome number (2n = 74; ref. 9), they all exhibit the same disproportion of the bicornuate uterus, whereby the left horn is considerably larger than the right

1. The Camel Reproduction Centre, PO Box 11808, Dubai, United Arab Emirates
 2. University of Cambridge, Department of Clinical Veterinary Medicine, Equine Fertility Unit, Mertoun Paddocks, Woodditton Road, Newmarket CB8 9BH, Suffolk, UK
 3. The Royal Womens' Hospital, 132 Grattan Street, Carlton, Victoria 3053, Australia

and is always the site of implantation (4), and they also share the same diffuse, non-invasive epitheliochorial placenta (18, 20). In contrast, however, New World Camelids are small, cloven-hoofed, and have a dense, fine wool coat which enables them to survive at the low temperatures of the deserts of the high Andes, whereas Old World Camelids are large, slow, have a single footpad and cope ideally with extreme temperatures and harsh food availability of the low-lying deserts of Arabia and Africa. Both Old World Camelids will hybridize with one another to produce fertile offspring (5), and all New World species will similarly hybridize with each other and produce fertile offspring (5). However, there are no published accounts of successful hybridization between Old and New World species, which would not occur naturally due to their different geographical locations and the marked differences in body size. The object of the present experiment was to attempt to hybridize dromedaries with guanacos, using artificial insemination to overcome the 6-fold size difference between parental species.

■ MATERIALS AND METHODS

Thirty adult female camels aged 6-14 years and weighing between 380 and 450 kg and two male dromedaries aged 5 and 8 years, of estimated weight 550-600 kg, that had been trained to ejaculate into a modified bull artificial vagina (AV) were maintained as part of the experimental herd at the Camel Reproduction Centre in Dubai. Nine female (estimated age 3-7 years) and one young male (estimated age 3-4 years) guanacos that had been maintained on a nearby wildlife park were captured and translocated to pens at the Camel Reproduction Centre where the male was trained to ejaculate into a smaller modified ram AV.

During the camel-breeding season in the Gulf region (November-April) the ovarian follicular wave patterns of the dromedaries were monitored regularly by serial transrectal ultrasound examinations as described by Skidmore *et al.* (15). When a dominant follicle reached 1.3-1.6 cm in diameter the camel was given an intravenous (i.v.) injection of 20 µg of the GnRH analogue buserelin (Receptal; Hoechst Animal Health, Beds., UK) and inseminated with the whole ejaculate from the male guanaco, (2-4 ml; motility 50-70%; concentration 150-400 x 10⁶ spermatozoa) collected by AV, and diluted with an equal volume of the green buffer (IMV) with 10% v:v added egg yolk. The semen was deposited into the uterus by means of a manually guided insemination catheter passed through the cervix and these inseminations occurred either once, 24 h after treatment with GnRH (n = 45), or twice, at the time of GnRH therapy and again 24 h later (n = 5).

Similarly, the ovarian follicular wave patterns in the female guanacos were monitored by transrectal ultrasonography and when the dominant follicle attained a diameter of 0.8-0.9 cm the guanaco was given an intramuscular (i.m.) injection of 10 µg buserelin and inseminated either once only 24 h later (n = 22) with 4-6ml of camel semen (300-400 x 10⁶ spermatozoa, motility 60-80%) diluted 1:1 with green buffer containing 10% v:v egg yolk, or twice, at the time of GnRH treatment and 24 h later (n = 11). It was inseminated as described previously.

Ovulation was diagnosed by ultrasound examination of the ovaries 48 h after GnRH injection (15) and confirmed subsequently by measuring a rise in progesterone concentrations in peripheral serum samples recovered daily from each animal from the time of GnRH treatment. A chemiluminescent progesterone assay method developed for human serum (Amerlite; Kodak Diagnostics,

Bucks., UK) and validated for camel serum by Skidmore *et al.* was used (16). Pregnancy was suspected when serum progesterone concentrations remained elevated beyond 12 days after insemination and it was confirmed subsequently by ultrasound examination of the uterus from day 18 onwards (14).

However, in two of the inseminated camels the luteal function was suspected of being impaired as judged by the ultrasonographic appearance of the *corpus lutea*. These animals were therefore given daily i.m. injections of 150 mg progesterone-in-oil (Intervet Laboratories, Cambridge, UK) from day 6 after insemination until one of them was confirmed non-pregnant by ultrasound examination on days 22 and 25 and the other aborted spontaneously at 9 months of gestation.

■ RESULTS

Thirty female dromedaries were inseminated on 50 occasions with diluted guanaco semen which resulted in two pregnancies; one was stillborn on day 365 of gestation and one aborted a dead and partly autolyzed female fetus on day 260 (table I). Similarly, nine female guanacos were inseminated on 34 occasions with diluted dromedary semen which resulted in six conceptions; two were resorbed between days 25-40 after ovulation, two were aborted on days 291 and 302, one was stillborn on day 365. The sixth guanaco calved spontaneously and unaided on day 328 of gestation and produced a live male calf, that was somewhat premature and weighed only 5.5 kg. This is less than the weight of a newborn guanaco at term (8-10 kg) and much less than the weight of a newborn camel calf (± 30 kg).

The calf showed no tooth eruption at birth and, since its mother had no mammary development and showed no maternal behavior, the hybrid calf was hand-reared on fresh camel milk, recovered daily from a female dromedary that had calved 24 h earlier. Initially, the calf gained weight at a rate of 0.2 kg per day over the first seven days, but thereafter the gain increased to approximately 2.5 kg per week.

Table I

Creation and outcome of *Camelus dromedarius*,
Lama guanicoe hybrid pregnancies

Camel sire	Guanaco dam	Sex of the hybrid	Duration of gestation (days)
Musehan	3	Female	291 (aborted)
Musehan	3	Female	365 (stillborn)
Young one/ Musehan	1	-	30 (resorbed)
Young one/ Musehan	4	-	40 (resorbed)
Musehan/ Young one Musehan	1	Male	328 (born live)
Musehan	6	Female	302 (aborted)
Guanaco sire	Camel dam		
Whalid	660	Female	365 (stillborn)
Whalid	1610	Female	260 (aborted)

Adapted from Skidmore *et al.*, 1999

At 18 months of age the hybrid calf was healthy and vibrant. It exhibited the woolly fiber coat and the nose and nostrils of New World Camelids, but its ears and tail were midway in length between those of the camel and the guanaco. Similarly, its feet were somewhere between the single two-toed conjoined footpad of the camel and the cloven hooves of the guanaco. However, unlike the guanaco, it showed no skin glands on the lateral or medial aspects of the tarsus and there was no sign of the hump that would be present on a camel calf of the same age.

■ DISCUSSION

This is the first report of a successful hybridization between New and Old World Camelids and it was achieved by using artificial insemination and hormone therapy to overcome the marked differences between both parental species in terms of their body size. Although conception rates were low overall it is perhaps significant that the rate was three-fold higher at 15% with fewer attempts ($n = 33$) when inseminating the smaller number ($n = 9$) of female guanacos with dromedary semen, than the 4% conception rate achieved when inseminating as many as 30 individual dromedaries on 50 occasions with semen from the single male guanaco. It is possible that some form of undiagnosed subfertility may have existed in this one available male guanaco or he may have been more affected by the heat. However, the work was carried out during the cooler winter months, the semen was of good quality and all the guanacos had been born and bred in the UAE, so should have been acclimatized. It seems therefore much

more likely that the marked disparity in conception rates, that has also been reported previously to occur when attempting crosses between other closely related mammalian species, such as horse and donkey (1, 2), sheep and goat (7) and rabbit and hare (3), also existed in our attempts to hybridize New and Old World Camelids.

The apparent female skewing of the sex ratio in the fetuses and neonate (one male:five females) is in accordance with Haldane's law, which states that "when in the F_1 offspring of two different animal species one sex is absent, rare or sterile, that sex is the heterozygous sex" (6). The reason for this skewing may be that the mutation rate of genes of the unpaired segment of the Y chromosome is apparently much higher than that of genes on any other chromosome (11). This is because any genetic defects cannot be repaired by meiotic crossing over with a homologous chromosome. Furthermore, the Y chromosome never enters female germ cells, and germ-line mutations are known to be far more common in the testes than the ovary (11, 12).

The surviving hybrid calf is a male and time will tell if it can produce normal, fertile spermatozoa in the future. If it cannot, it may be that despite the equality in diploid number of chromosomes between New and Old World Camelids (5), a failure of pairing at meiosis prevents formation of normal gametes in the hybrid and thereby prevents the development of a new species which is able to reproduce. This is a pity, since a mixing of some of the physical (body size, hair quality, foot structure) and behavioral (steadfast and stoical versus nervous and flighty) characteristics of both types of Camelid might well produce an interesting and commercially desirable animal.

REFERENCES

- ALLEN W.R., KYDD J.H., ANTCZAK D.F., 1993. Interspecies and extraspecies equine pregnancies. In: McKinnon A.O., Voss J.L., Eds, Equine reproduction. Philadelphia, PA, USA, Lea & Febiger, p. 536-553.
- ALLEN W.R., SHORT R.V., 1997. Interspecific and extraspecific pregnancies in equids: anything goes. *J. Hered.*, **88**: 384-392.
- CHANG M.C., MARSTON J.H., HUNT D.M., 1964. Reciprocal fertilisation between the domesticated rabbit and the snow-shoe hare with special reference to insemination of rabbits with an equal number of hare and rabbit spermatozoa. *J. Exp. Zool.*, **155**: 437-445.
- EL WISHY A.B., 1988. A study of the genital organs of the female dromedary (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.*, **82**: 587-593.
- GRAY A.P., 1972. Mammalian hybrids. Farnham Royal Bucks, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux.
- HALDANE J.B.S., 1922. Sex ratio and unisexual sterility in hybrid animals. *J. Genet.*, **12**: 101-109.
- HANCOCK J.L., MCGOVEN P.T., STAMP J.T., 1968. Failure of gestation of goat x sheep hybrids in goats and sheep. *J. Reprod. Fert.*, Suppl., **3**: 29-36.
- HARRISON J.A., 1979. Revision of the Camelidae (Artiodactyla, Tylopoda) and description of the new genus *Alforjas*. *Palaeontol. Contrib. Univ. Kansas*, **95**: 1-27.
- HSU T.C., BENIRSCHKE K., 1969. Atlas of mammalian cytogenetics. New York, NY, USA, Shringers.
- ROMER A.S., 1966. Vertebrate Paleontology, 3rd Ed. Chicago, IL, USA, University of Chicago Press.
- SHORT R.V., 1997. The testis: the witness of the mating system, the site of mutation and the engine of desire. *Acta Paediatr.*, Suppl., **422**: 3-7.
- SHORT R.V., 1997. An introduction to mammalian interspecific hybrids. *J. Hered.*, **88**: 355-357.
- SIMPSON G.G., 1980. Splendid isolation. New Heaven, CT, USA, Yale University Press.
- SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1992. Ultrasonographic and videoendoscopic monitoring of early fetal development in the dromedary camel. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F., Eds., Proc. 1st Int. Camel Conf. Newmarket, UK, R & W Publications, p. 193-201.
- SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1995. The ovarian follicular wave pattern in the mated and non-mated dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.*, Suppl., **49**: 545-548.
- SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1996. The ovarian follicular wave pattern and induction of ovulation in the mated and non-mated one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.*, **106**: 185-192.
- SKIDMORE J.A., BILLAH M., BINNS M., SHORT R.V., ALLEN W.R., 1999. Hybridizing Old and New World Camelids: *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **266**: 649-656.
- SKIDMORE J.A., WOODING F.B.P., ALLEN W.R., 1996. Implantation and early placentation in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Placenta*, **17**: 253-262.
- STANLEY H.F., KADWELL M., WHEELER J.C., 1994. Molecular evolution of the family Camelidae: a mitochondrial DNA study. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **256**: 1-6.
- VAN LENNEP E.W., 1963. The histology of the placenta of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) during the second half of pregnancy. *Acta Morphol. Neerlandica Scand.*, **6**: 373-379.
- WEBB S.D., 1974. Pleistocene Mammals of Florida. Gainesville, FL, USA, University Presses of Florida.

Résumé

Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R., Short R.V. Utilisation de méthodes de reproduction modernes pour hybrider des camélidés de l'Ancien et du Nouveau Monde : *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*

Un groupe de neuf femelles et un mâle guanacos a été maintenu au sein d'un important troupeau de dromadaires au Centre de reproduction camelin à Dubaï. Les ovaires des femelles guanacos et dromadaires étaient scannés régulièrement et, quand ils présentaient un follicule dominant de 0,7-0,9 cm de diamètre chez le guanaco ou de 1,3-1,8 cm chez le dromadaire, les femelles recevaient une injection unique de GnRH analogue, buserelin (Receptal ; dromadaires : 20 µg i.v. ; guanacos : 10 µg i.v.) pour induire l'ovulation et subir une insémination 24 h après. Trente femelles dromadaires ont été inséminées à 50 occasions avec 2-4 ml de semence de guanaco diluée à 1:1 avec du tampon vert (150-400 x 10⁶ spermatozoïdes motiles), résultant en deux gestations ; l'une a donné un produit mort-né au 365^e jour de gestation et l'autre s'est terminée par un avortement au 260^e jour. De la même manière, neuf femelles guanacos ont été inséminées à 34 occasions avec de la semence diluée de dromadaire (300-400 x 10⁶ spermatozoïdes motiles), donnant lieu à six conceptions ; deux ont disparu par résorption entre 25-40 jours après l'ovulation, deux ont abouti à des avortements respectivement aux 291^e et 302^e jours, une autre s'est terminée par un produit mort-né au 365^e jour et la dernière a produit un mâle hybride né vivant au 328^e jour. A la connaissance des auteurs, c'est le premier hybride viable de camélidés du Nouveau et de l'Ancien Monde. Son existence souligne un remarquable degré de conservation des processus de reproduction entre ces deux espèces.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - *Lama guanicoe* - Hybridation - Insémination artificielle - Emirats arabes unis.

Resumen

Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R., Short R.V. Uso de métodos reproductivos modernos para hibridizar camélidos del Nuevo y del Viejo Mundo: *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*

Se mantuvo un grupo de guanacos, nueve hembras y un macho, junto con un hato mayor de dromedarios en el Centro de Reproducción del Camello en Dubaï. Los ovarios de las hembras guanaco y de las camellas fueron examinados en forma regular por «scan» y, al presentar un folículo dominante, de un diámetro de 0,7-0,9 cm en el guanaco o de 1,3-1,8 en la camella, se administró una inyección única de GnRH análoga, buserelina (Receptal, camellos 20 µg i.v., guanacos 10 µg i.v.), con el fin de inducir la ovulación, e inseminando 24 h más tarde. Se realizaron 50 inseminaciones en 30 hembras de dromedario, con 2-4 ml de semen de guanaco, diluido 1:1 con buffer verde (150-400 x 10⁶ motilidad espermática), resultando en dos preñeces, una de las cuales fue un natimuerto al día 365 de gestación y la otra fue abortada en el día 260. De manera similar, nueve hembras guanaco fueron inseminadas 34 veces, con semen de dromedario diluido (300-400 x 10⁶ motilidad espermática), resultando en seis concepciones, dos fueron reabsorbidas entre el día 25-40 post ovulación, dos fueron abortados en los días 291 y 302 respectivamente, una fue natimuerto en el día 365 y un macho nació vivo al día 328. Según los autores este es el primer híbrido viable hasta ahora entre camélidos del Viejo y el Nuevo Mundo y su existencia demuestra un grado importante de conservación de los procesos reproductivos entre ellos.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - *Lama guanicoe* - Hibridación - Inseminación artificial - Emiratos arabes unidos.

Using modern reproductive technologies such as embryo transfer and artificial insemination to improve the reproductive potential of dromedary camels

J.A. Skidmore¹ M. Billah¹ W.R. Allen²

Key words

Dromedary - Embryo transfer - Artificial insemination - Synchronization - United Arab Emirates.

Summary

Initial experiments evaluated the optimum extender for camel semen. Ejaculates collected from male camels were diluted 1:1 with green buffer, Laciphos or skim-milk glucose extender. Then a total of 300×10^6 live sperm were inseminated into each female camel that had been induced to ovulate with 20 µg of the GnRH analogue buserelin given 24 h previously. Pregnancy was confirmed in 47, 53 and 0% of females inseminated with semen diluted in green buffer, Laciphos and skim-milk extender, respectively. In experiment 2, donor camels were superovulated with a combination of 20 i.u. porcine FSH and 2500 i.u. equine chorionic gonadotrophin, and those that responded were mated to a chosen male when the majority of follicles had reached 1.3-1.8 cm in diameter. Their uteri were flushed non-surgically eight days after mating (day 7 after ovulation). The recovered embryos were either directly transferred singly into recipient camels at different levels of synchrony with respect to the day 7 donor (+1 to -3 days; n = 58), or cooled in embryo flushing media for 24 h in an Equitainer at 4°C before being transferred singly into recipient camels (n = 32) on day 6 after ovulation. The pregnancy rate increased to a maximum of 67% when the recipient was synchronized on one day behind the donor and it fell dramatically when the level of asynchrony increased to +1 (9%) or -3 (10%) days. Of the 32 recipients to which cooled embryos were transferred, 20 (63%) were confirmed pregnant at 18-20 days after ovulation to give a success rate similar to that attained with the control fresh embryos (67%).

■ INTRODUCTION

Artificial insemination and embryo transfer technology offer many advantages to commercial animal production and are used routinely nowadays in several species, including the cow, sheep, and horse (1). The method offers the chance to increase the productivity of a particular male or female and to shorten the generation interval thereby increasing the overall rate of progress in genetic improvement. In the camel, artificial insemination can be used to reduce the number of females the male has to mate and increase his number of offspring. Embryo transfer could be of

particular value to increase the number of progeny from desirable male and female genetic combinations, whether for racing or for the production of meat or milk (15). Furthermore, due to the camel's long gestation period of 13 months, and its restricted breeding season, judicious use of artificial insemination and embryo transfer could increase overall reproductive efficiency in the species. However, as all camelids are induced ovulators (8), there are some essential prerequisites required for such artificial insemination and embryo transfer programs. Firstly, induction of superovulation in donors and induction and synchronization of ovulation in donors and recipients are required for all camels undergoing embryo transfer. Ovulation also needs to be induced in each camel that is to be inseminated and the semen diluted in a suitable extender to maximize the use of each ejaculate.

This paper evaluates the optimum extender to dilute the camel semen and examines the degree of synchrony required between donors and recipients of fresh and cooled embryos.

1. The Camel Reproduction Centre, PO Box 11808, Dubai, United Arab Emirates

2. Department of Clinical Veterinary Medicine, Equine Fertility Unit, University of Cambridge, Mertoun Paddocks, Woodditton Road, Newmarket, Suffolk, CB8 9BH, UK

■ MATERIALS AND METHODS

Experiment 1: evaluation of the optimum extender for dilution of camel semen

Sixty adult female camels aged 6-14 years and three male dromedaries aged 5-8 years were maintained as part of the experimental herd at the Camel Reproduction Centre in Dubai. During the camel-breeding season in the Gulf region (November-April) the ovarian follicular wave patterns of the dromedaries were monitored regularly by serial transrectal ultrasound examinations as described by Skidmore *et al.* (12). When a dominant follicle reached 1.3-1.8 cm in diameter the camel was given an intravenous injection of 20 µg of the GnRH analogue buserelin (Receptal; Hoechst Animal Health, Beds., UK) to induce ovulation (13), and inseminated 24 h later.

Ejaculates (2-8 ml, motility 60-80%) were collected from the male camels, using a modified bull artificial vagina. They were diluted 1:1 (v:v) with green buffer (IMV, L'Aigle, France) containing 10% (v:v) added egg yolk, or Laciphos (IMV) also containing 10% (v:v) added egg yolk, or skim-milk glucose extender (4). Sperm concentration and motility were assessed before and after adding the diluent and a dose of 300×10^6 motile spermatozoa was deposited in the uterine body by means of a manually-guided bovine insemination catheter passed through the cervix.

Ovulation was diagnosed by ultrasound examination of the ovaries 48 h after the GnRH injection (13) and pregnancy was confirmed subsequently by ultrasound examination of the uterus from day 18 onwards (11).

Experiment 2: transfer of fresh and cooled embryos into recipient camels

Superovulation treatment

The ovaries of the donor camels (n = 41) were examined by transrectal ultrasonography as described above. When follicular activity declined to a minimum in the ovaries, each donor camel was injected with a combination of 2500 i.u. eCG (Folligon, Intervet Laboratories, Cambridge, UK) given as a single intramuscular injection on day 1 of the treatment program, and 400 mg of pFSH (Follitropin, Vetrepharm, Ireland) injected twice daily in declining doses of 2 x 80 mg, 2 x 60 mg, 2 x 40 mg, 2 x 20 mg over 4 days also beginning on day 1. A combination of both hormones was found to give better results, i.e. more follicles than if each hormone was used individually (9).

The ovaries of all donor camels were scanned at regular 1-2 day intervals until the majority of follicles had grown to 1.3-1.8 cm in diameter when they were mated twice 24 h apart.

Embryo recovery and transfer

The uteri of the mated donor camels were flushed non-surgically eight days after the first mating, i.e. day 7 after ovulation, as described by Skidmore *et al.* (10). Ovulation occurs 24-48 h after mating (5) so day 0 was taken as one day after mating. The uterus was filled with embryo flushing media (IMV), using an 18 French gauge two-way flexible gibbon balloon catheter (Benkat Instruments, Herts, UK). The medium was then collected by gravity flow into sterile beakers and passed through a sterile embryo filter (EmCon Filter, Immuno Systems, WI, USA). The residual filtrate was searched using a stereoscopic binocular microscope and all the recovered embryos were assessed morphologically and graded 1 to 5 (grade 1 = excellent, grade 5

= degenerate). Embryos of grade 2 or above were loaded, singly, into a 0.25 ml straw, which was then placed in a bovine/equine embryo transfer gun (IMV) and transferred into the anterior tip of the left uterine horn as described by Skidmore *et al.* (10). Pregnancy in the recipients was diagnosed as described in experiment 1.

Ovulation synchrony requirements between donor and recipient camels

The ovaries of the recipients were scanned regularly to monitor follicle development as described above. Those with a suitably mature follicle of 1.3-1.8 cm diameter in their ovaries from one day before (n = 11), on the same day (n = 12), to 1 (n = 15), 2 (n = 10) or 3 (n = 10) days after a donor camel was mated were injected (i.v.) with 20 µg buserelin. Ovulation was diagnosed by ultrasound examination of the ovaries 48 h later and confirmed by detecting the presence of a *corpus luteum* in the ovaries on the day of embryo transfer.

Embryo cooling

A total of 56 of the recovered embryos were washed in droplets of fresh flushing media before being transferred into small sterile bijou bottles containing 5 ml fresh flushing media. The tube was sealed and placed in an Equitainer (Hamilton Thorn, Massachusetts, USA), which is designed to cool the contents of the container to 4°C and hold this temperature for 36-48 h (3). The Equitainer was opened 24 h later and the embryos recovered from the holding tube and washed in fresh flushing media containing 10% (v:v) fetal calf serum (FCS, Sigma Chemical, Poole, Dorset, UK). Embryos considered to be of grade 2 or higher were then transferred into recipient camels (n = 32) on day 6 after ovulation as described previously, and pregnancy was diagnosed by ultrasonography of the uterus between days 18-20 after ovulation.

■ RESULTS

Experiment 1

The average volume of semen collected was 4 ml (range 2-8 ml) and the concentration of sperm was between $185-350 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$. However, approximately 70-80% of each ejaculate was composed of secondary sex gland secretions which made the semen very glutinous and difficult to mix with the various extenders straight after collection. After a period of approximately 20-30 min at room temperature, it had partially liquefied which aided slightly better mixing.

Pregnancy was diagnosed in 10/21 (47%), 7/13 (53%) and 0/6 (0%) female camels inseminated with semen diluted in green buffer, Laciphos or skim-milk extender, respectively. However, two of the camels inseminated with semen extended in Laciphos subsequently lost their pregnancies between days 30 and 40 after ovulation.

Experiment 2

Superovulation treatments

Thirty-seven of the 41 camels treated with 2500 i.u. eCG and 20 i.u. pFSH responded by developing between 4 and 35 follicles (mean \pm sem 19.7 ± 5.3 follicles), which took between 7-12 days (mean \pm sem 10 ± 1.0 days) after treatment to reach 1.3-1.8 cm in diameter when the camel was mated.

Embryo recovery and transfer

A total of 242 embryos were recovered from 32 of the 37 camels flushed on day 7 after ovulation, the remaining 5 donors did not produce any embryos. The mean (\pm sem) number of embryos per flush was 6.5 ± 1.07 (range 1-22) and they ranged from 300 to 500 μ m in diameter. A total of 90 embryos (58 fresh and 32 cooled) were transferred to synchronized recipients and the remaining 152 were either used in other experiments ($n = 118$) or were regarded as degenerate ($n = 34$) and were discarded.

Ovulation synchrony between donor and recipient camels

The pregnancy rate after transfer of fresh embryos increased to a maximum of 67% (10/15) when the recipient was negatively synchronized to have ovulated one day behind the donor camel (-1). But the rate fell dramatically when the degree of asynchrony increased to +1 (1/11; 9%), 0 (6/12; 50%), -2 (5/10; 50%) or -3 days (1/10; 10%).

Transfer of cooled embryos

A total of 56 embryos were placed in the Equitainer and 54 (96%) were considered to be of grade 1 or 2 morphologically after 24 h cooling. However, due to only a limited number of recipients being available, only 32 embryos were transferred to recipient camels, on day 6 after ovulation. Of these 20 (63%) were diagnosed pregnant by transrectal ultrasonography between days 18 and 20 after ovulation to give a success rate similar to the pregnancy rate of 67% achieved when transferring fresh embryos into day 6 recipients.

All the pregnant recipients calved spontaneously between days 379 and 392 after ovulation and all produced healthy calves.

DISCUSSION

The results of this study support those of Anouassi *et al.*, (2) in that acceptable conception rates can be achieved following insemination of the camel 24 h after induction of ovulation. However, whereas these authors used mating to a vasectomized male to induce ovulation, we were able to show similar results using a single intravenous injection of 20 μ g busserelin to induce ovulation. This is a much more practical method as a vasectomized male cannot mate that many females at any one time and it also reduces the risk of transmission of venereal and other diseases.

The results in this study also indicate that extenders containing egg yolk, i.e. Laciphos and green buffer, were better suited to liquid preservation of camel semen at room temperature for short periods of time. The results confirm those of Musa *et al.* (7) as they also obtained better preservation of camel semen in extenders containing egg yolk and lactose (e.g. Laciphos, sodium citrate/egg yolk and Dimiropolous II). However, the fertility of the extended semen was not tested in this particular study as no pregnancy results were given.

Earlier studies have shown that it was possible to produce live offspring by embryo transfer, but initial pregnancy rates after non-surgical transfer into ovulated recipients were only between 4 and 32%, and this was not significantly improved by surgical transfer via left flank laparotomy (33%) (6). In this study the pregnancy rate after embryo transfer was improved when the recipient was negatively synchronized at one day behind the donor but then fell dramatically when the level of asynchrony increased to +1 or -3 days. These results agree with the findings of McKinnon *et al.* (6) who reported pregnancy rates of 44% when embryo:recipient synchrony was +1.0 day. This is not altogether surprising as good evidence exists in cattle, sheep, horses and other species that the shock and trauma of recovery and transfer processes will induce a temporary slowdown in development of most embryos (1). If this occurs in the camel, transfer of expanding blastocysts recovered from the donor on day 7 after ovulation to synchronous or day 8 recipients may not allow the required interval for the embryo to recover and be sufficiently advanced developmentally to release enough maternal recognition of pregnancy message to suppress release of the uterine luteolysin that is poised to commence by as early as day 9 (14).

These results also showed that there did not seem to be any reduction in viability of the embryo due to storage at 4°C (in embryo flushing media) in an Equitainer, as pregnancy rates of 63% were achieved when embryos were transferred into day 6 recipients.

To summarize, these results show that semen is best diluted in extenders containing egg yolk, and satisfactory results can be obtained by inseminating the camel 24 h after induction of ovulation. In addition, better pregnancy rates were obtained if embryos were transferred to recipients that were negatively synchronized at one day behind the donor, and cooling of embryos for 24 h at 4°C did not seem to have any detrimental effect. This provides tremendous encouragement for the transporting of camel embryos within the UAE and possibly internationally as well.

REFERENCES

- ADAMS C.E., 1982. Egg transfer in the rabbit. In: Mammalian egg transfer. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 29-48.
- ANOUASSI A., ADANI M., EL RAED, 1992. Artificial insemination in the camel requires induction of ovulation to achieve pregnancy. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F. Eds., Proc. 1st Int. Camel Conf., Dubai, EAU, 2-6 February 1992. London, UK, R&W Publications, p. 175-178.
- COOK V.M., SQUIRES E.L., MCKINNON A.O., BAILEY J., LONG P.L., 1989. Pregnancy rates of cooled, transported equine embryos. *Equine Vet. J. (Suppl.)*, **8**: 80-81.
- KENNEY R.M., BERGMAN R.V., COOPER W.L., MORSE G.W., 1975. Minimal contamination techniques for breeding mares: Technique and preliminary findings. In: Proc. 21st Ann. Conf. Amer. Assoc. Equine Pract., 327 p.
- MARIE M., ANOUASSI A., 1986. Mating induced luteinizing hormone surge and ovulation in the female camel (*Camelus dromedarius*). *Biol. Reprod.*, **35**: 792-798.
- MCKINNON A.O., TINSON A.H., NATION G., 1994. Embryo transfer in dromedary camels. *Therio.*, **41**: 145-150.
- MUSA B., SEIME H., MERKT H., HAGO B.E.D., 1992. Artificial insemination in dromedary camels. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F. Eds., Proc. 1st Int. Camel Conf., Dubai, EAU, February 2-6, 1992. London, UK, R&W Publications, p. 179-182.

8. NOVOA C., 1970. Reproduction in the Camelidae: A review. *J. Reprod. Fert.*, **22**: 3-20.
9. SKIDMORE J.A., 1994. Reproduction in the dromedary camel. Ph.D. Thesis, University of Cambridge, UK.
10. SKIDMORE J.A., ALLEN W.R., COOPER M.J., ALI CHAUDHRY M., BILLAH M., BILLAH A.M., 1992. The recovery and transfer of embryos in the dromedary camel: Results of preliminary experiments. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F. Eds., Proc. 1st Int. Camel Conf., Dubai, EAU, February 2-6, 1992. London, UK, R&W Publications, p. 137-142.
11. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1992. Ultrasonographic and videoendoscopic monitoring of early fetal development in the dromedary camel. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F. Eds., Proc. 1st Int. Camel Conf., Dubai, EAU, February 2-6, 1992. London, UK, R&W Publications, p. 193-201.
12. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1995. The ovarian follicular wave pattern in the mated and non-mated dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert. (Suppl.)*, **49**: 545-548.
13. SKIDMORE J.A., BILLAH M., ALLEN W.R., 1996. The ovarian follicular wave pattern and induction of ovulation in the mated and non-mated one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.*, **106**: 185-192.
14. SKIDMORE J.A., STARBUCK G.R., LAMMING G.E., ALLEN W.R., 1998. Control of luteolysis in the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.*, **114**: 201-209.
15. YAGIL R., VON CREVELD C., 1990. Embryo transfer technology in camels (*Camelus dromedarius*). Why and how. Is it possible to improve the reproductive performance of the camel? In : Actes de l'atelier Unité de coordination pour l'élevage camelin, Paris, France.

Résumé

Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R. Emploi de technologies de reproduction modernes telles que le transfert d'embryons et l'insémination artificielle afin d'améliorer le potentiel reproducteur du dromadaire

Les premiers essais ont évalué le dilueur optimum pour le sperme du dromadaire. Les éjaculats de dromadaires mâles recueillis ont été dilués à 1:1 avec un tampon vert, du Laciphos ou du glucose de lait écrémé. Puis, un total de 300 x 10⁶ spermatozoïdes vivants ont été inséminés dans chaque femelle dont l'ovulation avait été provoquée à l'aide de 20 µg de bussereline (analogue du GnRH) administrés 24 h plus tôt. La gestation a été confirmée chez 47, 53 et 0 p. 100 des femelles inséminées avec le sperme dilué dans des dilueurs respectivement à base de tampon vert, de Laciphos et de lait écrémé. Dans la seconde expérimentation, les femelles donneuses ont subi une superovulation avec un mélange de 20 UI de FSH porcine et 2 500 UI de gonadotrophine chorionique équine. Les femelles répondant à ce traitement ont été accouplées à des mâles sélectionnés dès que la majorité des follicules avaient atteint 1,3 à 1,8 cm de diamètre. L'utérus était lavé sans intervention chirurgicale huit jours après l'accouplement (sept jours après l'ovulation). Les embryons collectés étaient soit directement transférés, un à la fois, chez des receveuses à différents stades de synchronisme par rapport au 7^e jour de la donneuse (+1 à -3 jours, n = 58), soit réfrigérés dans un milieu de lavage spécifique pendant 24 h dans un Equitainer à 4 °C avant d'être transférés, un à la fois, chez des receveuses (n = 32) au 6^e jour après l'ovulation. Le taux de gestation a augmenté jusqu'au maximum de 67 p. 100 quand la receveuse était synchronisée à 1 jour avant la donneuse. Ce taux a décru fortement quand le niveau d'asynchronie a augmenté à +1 (9 p. 100) ou à -3 (10 p. 100). L'état de gravidité de 20 receveuses (63 p. 100) sur les 32 qui avaient reçu les embryons réfrigérés a été confirmé entre 18 et 20 jours après l'ovulation, entraînant un taux de succès similaire à celui atteint dans le groupe de contrôle qui avait reçu des embryons frais (67 p. 100).

Mots-clés : Dromadaire - Transfert embryonnaire - Insémination artificielle - Synchronisation - Emirats arabes unis.

Resumen

Skidmore J.A., Billah M., Allen W.R. Uso de técnicas reproductivas modernas, como la transferencia de embriones y la inseminación artificial para mejorar el potencial reproductivo de los dromedarios

Experimentos iniciales evaluaron el extensor óptimo para el semen de camello. Se diluyeron eyaculados recolectados de camellos, con buffer verde 1:1, Laciphos o extensor de glucosa de leche descremada. Luego, se inseminó un total de 300 x 10⁶ de esperma vivo en cada hembra camello, inducida a la ovulación con 20 µg de GnRH análoga, busserelina, administrada 24 h antes. La preñez se confirmó en 47, 53 y 0% de las hembras inseminadas con semen diluido con buffer verde, Laciphos y extensor de leche descremada respectivamente. En el experimento 2, camellas donadoras fueron súper ovuladas con una combinación de 20 u.i. de FSH porcina y 2500 u.i. de gonadotropina coriónica equina y aquellas que respondieron fueron montadas por un macho escogido, esto una vez que la mayoría de los folículos alcanzó 1,3-1,8 cm de diámetro. Se hizo un lavado uterino no quirúrgico ocho días después de la copulación (día 7 post ovulación). Los embriones recuperados fueron transferidos directamente, uno por uno en camellas recipientes en distintos niveles de sincronización con respecto a la donadora en el día 7 (+1 a -3 días, n = 58), o bien enfriados en medio de lavado embrionario durante 24 h en un «Equitainer» a 4°C antes de ser transferidos uno por uno a camellas recipientes (n = 32) en el día 6 post ovulación. La tasa de gestación aumentó a un máximo de 67% cuando la recipiente estuvo sincronizada negativamente un día antes del donador y cayó dramáticamente cuando el nivel de asincronía aumentó a +1 (9%) o -3 (10%) días. De las 32 recipientes a las que se transfirieron embriones enfriados, 20 (63%) fueron confirmadas gestantes 18-20 días post ovulación, dando una tasa de éxito similar a la alcanzada con los embriones control frescos (67%).

Palabras clave: Dromedario - Transferencia de embrión - Inseminación artificial - Sincronización - Emiratos arabes unidos.

Periparturient conditions affecting camels (*Camelus dromedarius*) in Israel and their treatments

M. van Straten^{1,2}

Key words

Camelus dromedarius - Perinatal period - Pathology - Israel.

Summary

This paper summarizes cases of pathological periparturient conditions found and treated in camels, by a private ambulatory clinic in the Negev region of Israel, during the years 1995-1999. A total of 39 camels were presented with the following periparturient conditions: 27 camels with dystocia, 9 camels with prolapse of the uterus, and 3 camels with retention of the placental membranes. The main causes for dystocia were malposture of the fetus and torsion of the uterus, but other causes were also found. In Israel, the practice of keeping camels tied with no exercise could serve as a risk factor for most of these conditions. Most published literature on periparturient conditions in camels is limited to case reports. The present paper, which includes a relatively large number of cases, could be of importance to help understand the etiological aspects of these conditions.

■ INTRODUCTION

The frequency of dystocia in camels is reported to be approximately 1% of births (7) and not much has been published on this subject (1). Nevertheless, the economical impact on one family caused by loss of dam or calf due to dystocia can be very heavy, especially in Israel where most Bedouin families only own one or two female camels for milking. Other periparturient conditions such as prolapse and torsion of the uterus have been reported in camels (2, 3, 6, 8, 12) and are also of economical importance. Retention of fetal membranes is uncommon in camels although some cases are said to be fatal (1).

To the knowledge of the author, this is the first report of occurrence, treatment and outcome of pathological periparturient conditions in camels in Israel. Because the study includes a relatively large number of cases, it might help improve our understanding of the etiology and therapeutical aspects of these conditions.

■ MATERIALS AND METHODS

Cases and animals

All cases were presented to a private ambulatory clinic between January 1995 and April 1999. The clinic operated in the Negev, a semiarid to arid area in Southern Israel. The camel population in the area was estimated at 2500. Practically all camels were owned

by Bedouins who usually kept one or two camels tethered near home for milking. Camels were usually fed wheat or barley hay or straw, with or without a supplement of grain, and usually without access to grazing. Documentation of each case included history, clinical symptoms and treatment. When possible, contact was made with the owner in order to follow up on the case.

Procedures

Mutation of the fetus

Epidural anesthesia using 3-4 cc lidocaine 2% with epinephrine (Xylocaine[®], Vitamed, Israel) injected between the last sacral and first coccygeal vertebrae was used in most cases. Uterus relaxation was achieved by injecting 100 mg of isoxsuprine (Vitamed, Israel) intravenously (i.v.). Repositioning of the calf was done while the dam was standing.

Fetotomy

Epidural anesthesia was used as described above. Thygesen's fetotome was used and the obstetrical wire was positioned preferably while the camel was standing. Finally, 50 IU of oxytocin (Vitsyntocin[®], Vitamed, Israel) were administered i.v. and a combination of 5 x 10⁶ IU penicillin and 6.25 g streptomycin (Pen-strep[®], Vetimex, Holland) was administered IM for 3-6 days.

Uterine torsion

Diagnosis was made by rectal or vaginal palpation. In case the cervix was open, the dam was tied in right lateral recumbency for the correction of clockwise torsions. The dam was then rolled over the back while the calf was held back transvaginally. In case the cervix was not open, the same procedure was attempted with simultaneous administration of external pressure on the fetus through the dam's body wall.

1. "Hachaklait" and private practitioner, Mabu'im 163, DN Negev 85360, Israel

2. Koret School of Veterinary Medicine, PO Box 12, 76100 Rechovot, Israel

Tel.: +972 7 99 30 848; E-mail: mvs@netvision.net.il

Cesarean section

Sedation was induced by administration of xylazine 0.12 mg/kg i.v. (Vitamed, Israel). The dam was positioned in sternal recumbency and the operation was performed via the left upper flank.

Prolapse of the uterus

Owners were advised to tie the animal in sternal recumbency and wrap the uterus in a clean wet cloth. In case the uterus was badly wounded and/or the mucosa was severely necrotic, or if the uterus could not be repositioned, a ligation was applied at the level of the vagina and the uterus was amputated. Reposition of the uterus was performed preferably with the dam standing, without sedation but with epidural anesthesia as described above. Prior to repositioning, the uterus was placed on a plastic box and held by two helpers. The clinician was positioned between the helpers, behind the camel. The uterus was thoroughly rinsed and pushed back in place. After pushing uterine horns as far back as possible, a plastic bottle held by

the bottleneck was used as an extension of the arm to make sure the tips of the horns were not inverted. The uterus was then rinsed with cold water using a hose or a tube and funnel. Finally, oxytocin and antibiotics were administered as previously described.

Retention of placental membranes

Oxytocin (30-50 IU) was injected i.v. After 5-10 min the membranes were removed manually. Antibiotics were administered as previously described.

■ RESULTS

Dystocia

During the study period, 27 camels incurred dystocia. Details of these cases are summarized in table I. Seventeen of these cases (63%) were caused by malposture or malpresentation of the calf.

Table I

Cases of camels presented with dystocia to a private ambulatory clinic in Negev region, Israel, January 1995-March 1999

Num.	Parity	Diagnosis	Therapy	Fate of the dam	Fate of the calf	TP* (hours)
1	n.a. ¹	Bilateral hock flexion	Mutation	+ ²	- ³	
2	M ⁴	Bilateral hock flexion	Mutation	+	-	
3	M	Bilateral hock flexion	Mutation	- (8 weeks)	-	24
4	M	Retroflexion of head and neck with carpal flexion	Fetotomy	+	-	48
5	n.a.	Retroflexion of head and neck	Fetotomy	+	-	18
6	M	Right uterine torsion 270° and vaginal rupture	Euthanasia	-	-	18-19
7	M	Right uterine torsion 90°	Roll and forced extraction	+	-	48
8	M	Retroflexion of head and neck	Fetotomy	+	-	72
9	M	Retroflexion of head and neck with carpal flexion	Mutation	- (1 week)	-	10
10	n.a.	Uterine inertia	Forced extraction	+	+	
11	P ⁵	Prolapse of gravid uterus through vaginal rupture	Hysterotomy	-	-	11
12	M	Bilateral hock flexion	Mutation	+	+	n.a.
13	M	Posterior presentation with extraction umbilical cord around tarsus	Forced extraction	+	-	6
14	M	Arthrogyriposis	Fetotomy	+	-	30
15	M	Bilateral hip flexion	Fetotomy	+	-	120
16	M	Right uterine torsion 180°	C. section	+	+	n.a.
17	M	Uterine inertia	Forced extraction	+	+	48
18	P	Right torsion of the uterus 270°	C. section	+	+	18
19	P	Retroflexion of head and neck	Fetotomy	+	-	14
20	P	Relatively too big calf	Forced extraction	+	+	7
21	P	Ventrolateral flexion of head and neck	Fetotomy	- (3 days)	-	4-5
22	S ⁶	Ventrolateral flexion of head and neck	Fetotomy	- (1 day)	-	24-48
23	S	Macerated calf	Forced extraction	- (12 h)	-	72
24	P	Retroflexion of head and neck	Fetotomy	+	-	18
25	M	Retroflexion of head and neck	Fetotomy	+	-	24
26	P	Retroflexion of head and neck Severely septic dam	-	-	-	24
27	M	Bilateral hock flexion	Fetotomy	+	-	8

* Estimated time between labor stage II to arrival of clinician. 1. Not available; 2. Survived; 3. Died; 4. Multiparous; 5. Primiparous; 6. Second partus

In all cases but one, the calf was dead by the time the clinician checked the dam. Fetotomy was performed in ten cases.

Mutation of the fetus was attempted in four cases of bilateral hock flexion, and one case of retroflexion of head and neck. Two of these dams died, one of them two months later due to chronic, suppurative peritonitis originating from a tear in the vagina that occurred during the mutation and was sutured *post-partum*.

During the study period, four cases of torsion of the vagina and uterus were diagnosed. All torsions were to the right (clockwise). In one case a concurrent vaginal rupture was diagnosed through which the head and neck of the calf displaced to the abdominal cavity of the dam. Consequently, the dam was euthanized. In another case the dam was rolled and in two cases cesarean section was performed after rolling failed. In both latter cases the dams rejected the calves after the operation.

The remaining cases of dystocia were caused by uterine inertia (two cases), presence of a macerated calf in the uterus (one case), arthrogyriposis (one case), a relatively oversized calf (one case) and prolapse of a gravid uterus horn through a rupture in the vagina (one case).

Uterine prolapse

During the study period, nine cases were treated. The details are summarized in table II. Average time between parturition and prolapse was approximately 4 h (range 0-10 h). In four out of seven cases the dam survived reposition. No camel survived amputation of the uterus although in one case the uterus was prolapsed for three days until the clinician was summoned.

Retention of placental membranes

Three camels were presented with retention of the fetal membranes for more than 4 h *post-partum*. The membranes became loose shortly after administration of oxytocin and were manually removed without difficulties. The owners reported no further complications.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Most published data on dystocia in camels is limited to case reports (3, 5, 10, 11). In this study, a large percentage of camels (63%, 17/27) suffered from dystocia due to malposture and malpresentation of the fetus. The estimated time between owner noticing symptoms that could be attributed to stage II of labor (i.e. frequent lying and standing and/or passage of allantoic fluid from the vulva and/or powerful contractions of the abdominal muscles) and arrival of clinician was very long (average 30.9 h, range 4.5-120 h). This was mainly due to the inability of many owners to recognize initiation of the *partus* but also because of time wasted on lay assistance. Both can be attributed to lack of experience of the owners in recognizing and managing dystocia.

All four cases of uterine torsion in this study were clockwise. Clockwise torsion seems to be more common in Old and New World camelids (2, 3, 4), although some authors suggest that anticlockwise torsion should be more common (7).

Reports on prolapse of the uterus are rare (6, 8, 12). Reposition of the uterus was achieved much more easily when the camel was standing. Time from *partus* to prolapse was similar to that found in cattle.

Table II

Cases of camels presented with uterine prolapse to a private ambulatory clinic in Negev region, Israel, January 1995-March 1999

Num.	Parity	Therapy	TP* (hours)	Fate
1	M ¹	Reposition	0.5	+ ²
2	M	Reposition	0	+
3	M	Reposition	n.a. ³	- ⁴ (2 weeks)
4	M	Amputation ⁵	4	- (4 days)
5	M	Reposition	n.a.	+
6	M	Reposition	2	+
7	P ⁶	Reposition	10	-
8	P	Amputation	4	- (2 days)
9	M	Reposition	7	- (2 days)

* Time between *partus* and prolapse

1. Multiparous; 2. Survived; 3. Not available; 4. Died; 5. In this case the owner presented the case three days after the occurrence of the prolapse; 6. Primiparous

Pregnant cows kept in close confinement and those suffering from periparturient hypocalcemia are more prone to difficulties such as uterine inertia, torsion of the uterus and prolapse of the uterus (9). In Israel, where most camels are kept tied near the tent with no exercise, confinement could serve as a risk factor for dystocia and prolapse of the uterus. Hypocalcemia could also play a role in the etiology of these cases in Israel. Unfortunately, serum calcium levels were not checked in this study. Nevertheless, severe cases of hypocalcemia have been found in lactating camels in Israel (13).

In the opinion of the author, mutation of a malpostured calf should be restricted to cases in which the calf is alive. The dam should stand, and a uterus relaxant should be used. It must be kept in mind that the risk of tearing the vagina or uterus is extremely high due to the long extremities of the calf. Therefore, it might be wise to perform a cesarean section in many of these cases. If the calf is dead and the cervix is sufficiently dilated, fetotomy is the treatment of choice. If the cervix is not sufficiently dilated, a cesarean section must be performed. In case the dam is severely septic, salvage slaughter or euthanasia should be considered.

Prognosis for future conception and birth is unknown because owners tend to sell the treated camels after they recover and because of difficulties in performing a proper follow-up on the cases.

Acknowledgments

The author would like to thank Dr. N. Shpigel for his constructive comments on the manuscript.

REFERENCES

- ARTHUR G.H., AL RAHIM A.T., AL HINDI A.S., 1986. Reproduction and genital diseases of the camel. In: Higgins A.J. Ed., *The Camel in Health and Disease*. London, UK, Baillière Tindall, p. 111-120.
- CEBRA C.K., CEBRA M.L., GARRY F.B., JOHNSON LR.W., 1997. Surgical and non surgical correction of uterine torsion in New World camelids: 20 cases (1990-1996). *JAVMA*, **211**: 600-602.
- ELIAS E., 1991. Left ventrolateral cesarean section in three dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Vet. Surg.*, **20**: 323-325.
- FRERKING H., ANDRESEN P., 1978. Schnittentbindung bei einer Dromedarstute mit Präzervikaler Torsio Uteri. *Prakt. Tierarzt*, **59**: 128-129.
- GERA K.L., DATT S.C., 1981. Foetal dystokia in a she-camel: A case report. *Indian vet. J.*, **58**: 64-65.

Periparturient conditions in camels in Israel

6. MAAR T.W. DE, 1996. Uterine prolapse in a camel (*Camelus dromedarius*). *J. Camel Pract. Res.*, **3**: 147-148.
7. MANEFIELD G.W., TINSON A.H., 1996. Camels: a compendium. Sydney, Australia, University of Sydney Post Graduate Foundation in Veterinary Science.
8. RAMADAN R.O., HAFEZ A.M., 1993. Uterine prolapse in a camel. *Can. vet. J.*, **34**: 445.
9. ROBERTS S.J., 1986. Veterinary obstetrics and genital diseases (Theriogenology), 3rd Edn. Woodstock, VT, USA, p. 278-283.
10. ROSAS G., 1979. Un cas de dystocie chez une chamelle d'Asie (*Camelus bactrianus*). *Revue Méd. vét.*, **130** : 441-446.
11. SHARMA L.K., 1992. A case report on dystocia in a camel (*Camelus dromedarius*). *Indian vet. J.*, **69**: 931-932.
12. STRATEN VAN M., 1997. Uterine prolapse in a camel (*Camelus dromedarius*). *J. Camel Pract. Res.*, **4**: 88.
13. STRATEN VAN M., 1998. Hypocalcemia in two female camels (*Camelus dromedarius*): A case report. *J. Camel Pract. Res.*, **5**: 287.

Résumé

Straten Van M. Pathologies du péripartum affectant le dromadaire (*Camelus dromedarius*) en Israël et leur traitement

Cette communication résume les cas de pathologies du péripartum observées et traitées par une clinique privée ambulante dans la région du Negev en Israël au cours des années 1995-1999. Un total de 39 femelles dromadaires ont présenté les problèmes suivants : 27 cas de dystocie, 9 cas de prolapsus utérin et 3 cas de rétention placentaire. Les causes principales de dystocie ont été les mauvaises postures du fœtus et la torsion de l'utérus, mais d'autres causes ont également été trouvées. En Israël, la pratique du gardiennage entravé des dromadaires privés d'exercice peut être considérée comme un facteur de risque pour la plupart des pathologies du péripartum. La majorité des publications sur ce sujet chez le dromadaire se limitent à la description de cas. La présente publication qui inclut un nombre relativement important de cas peut être utile pour comprendre les aspects étiologiques de ces pathologies.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - Période périnatale - Pathologie - Israël.

Resumen

Straten Van M. Condiciones peri parto que afectan a los camellos (*Camelus dromedarius*) en Israel y su tratamiento

El presente trabajo resume casos de condiciones peri parto patológicas, encontradas y tratadas en camellos por una clínica ambulatoria privada, en la región de Negev, Israel, durante los años 1995-1999. Se presenta un total de 39 camellas con las siguientes condiciones peri parto: 27 camellas con distocia, 9 camellas con prolapsos uterino y 3 camellas con retención de membranas placentarias. Las principales causas de distocia fueron una mala posición del feto y torsión del útero, aunque también se encontraron otras causas. En Israel, la práctica de mantener al camello atado y sin ejercicio puede actuar como factor de riesgo para la mayoría de estas condiciones. La mayor parte de la literatura publicada sobre las condiciones peri parto en camellos se limita al reporte de casos. El presente estudio, que incluye un número relativamente grande de casos, podría ser importante para ayudar a entender los aspectos etiológicos de estas condiciones.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - Periodo perinatal - Patología - Israel.

Immunoglobulin-G status of camels during six months *post-natum*

C.G. Hülsebusch¹

Key words

Dromedary - Young animal - Immunoglobulin - Colostrum - Kenya.

Summary

The immunoglobulin-G (IgG) status of camel calves from birth until six months of age was investigated in a natural herding situation on a livestock ranch in Kenya. Camel IgG was quantified *post-natum* (pn) up to six months of age by indirect antibody ELISA in serum of 68 camel calves. First colostrum intake was observed on average at 3.6 ± 3.0 h pn and the average precolostral serum IgG concentration was 0.26 ± 0.23 mg/ml (range 0-1.07 mg/ml). The average maximum IgG concentration (IgG peak) in calf serum was 21.1 ± 11.7 mg/ml. Most calves had IgG peaks between 18 and 30 h pn, but 19% of the calves had later peaks (30-66 h pn) with significantly lower concentrations. After the peak, serum IgG concentration declined, the half-life of maternally derived IgG in the newborn's circulation being 16.3 ± 8.5 d. The average minimum IgG concentration was 8.1 ± 3.3 mg/ml (range of 1.6-15.1 mg/ml) and was observed on average at 27.6 ± 21.3 d pn. Following onset of own IgG synthesis, IgG concentration increased and reached a plateau on average of 24.5 ± 8.8 mg IgG/ml around 120 d pn, indicating that the immune system had matured. Two types of IgG profiles were observed, one with "immediate" concentration increase (above 10 mg/ml already at 30-40 d pn), the other with "delayed" concentration increase (below 10 mg/ml until around 70 d pn). Calves with delayed increase attained significantly lower IgG plateau values (19.0 ± 6.5 vs. 29.6 ± 7.3 mg IgG/ml). There is a tendency where early colostrum intake results in earlier and higher IgG peaks, but substantial IgG transfer is possible well after 24 h pn if calves are fasting until first suckling. Low serum IgG concentrations should be expected between two weeks pn and two months pn. Considering these findings in health care programs will contribute to improved camel calf rearing.

■ INTRODUCTION

High mortality of newborn camels during their first weeks of life is a frequently reported constraint to camel husbandry (1, 4, 11). Not only does newborn mortality mean the loss of the animal itself, but in most cases the lactation of its mother ceases as well. A high level of newborn mortality represents a loss of valuable animal products produced under difficult conditions and is an unnecessary drain on scarce feed resources.

Transfer of antibodies from the mother to the newborn via the colostrum is of major importance for health and survival of neonates of livestock species with epitheliochorial placentation, i.e. cattle (6), sheep (10), goats (5), horses (12) and New World Camelids (9). Failure of transfer of antibodies (FTA) leaves the neonate at high risk of infection and death. As the placentation in camels is also epitheliochorial (13), FTA could likewise be a reason for the reported high newborn mortality in this species.

Transfer of antibodies and development of the newborn's own antibody syntheses in camels are not yet documented in the literature. The present study investigates the immunoglobulin-G (IgG) status of camel calves from birth until six months of age in a natural herding situation in East Africa.

■ MATERIALS AND METHODS

The study was carried out from September 1994 to January 1996 on Ol Maisor Ranch in semiarid Northern Kenya. Blood sampling and quantification of IgG concentration in blood serum were accomplished for 68 camel calves born during the study period. Blood samples were taken in Greiner Vacurette® evacuated blood collecting systems immediately after birth before first colostrum intake, at 3, 6, 12, 18, 24, 36 and 48 h *post-natum* (pn), then every other day until 14 d pn, and thereafter in weekly intervals until six months of age. For 65 out of the 68 calves, blood samples were obtained from their mothers (dams) on the day of parturition. Blood samples were allowed to clot at +4°C, and serum was secured after centrifugation and stored at -20°C until assay.

1. Centre for Agriculture in the Tropics and Subtropics, Institute for Animal Production, Universität Hohenheim (480), D-70593 Stuttgart, Germany

Camel IgG (camIgG) was quantified in serum by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The assay was designed as indirect antibody ELISA carried out in 96-well microtiterplates. The required anti-camIgG-antibodies were raised by immunization of layer hens with camIgG, and were subsequently extracted from the egg yolk by the polyethylenglycol-ethanol precipitation method of Polson *et al.* (7, 8). The assay had an upper level of detection of 40 mg camIgG/ml. The inter-assay coefficients of variation were 14.3% for a standard of 10 mg camIgG/ml and 15.4% for a standard of 30 mg camIgG/ml (3). Total amount of camIgG circulating in the animals' vascular system was calculated as:

$$\text{Total circ. IgG[g]} = \text{IgG serum conc.} * (\text{BW} * 0.09 * (1-\text{PCV}))$$

assuming that blood volume is 9% of live weight and serum volume is blood volume multiplied by 1-PCV (packed cell volume).

RESULTS AND DISCUSSION

Maternal serum IgG concentration at parturition

The average serum IgG concentration of the mother camels on the day of parturition was 23.9 ± 7.9 mg/ml (average plus/minus standard deviation) with a range from 10.7 to over 40 mg/ml. Heifers had significantly lower concentrations than multiparous females (16.8 ± 4.6 vs. 24.7 ± 7.9 mg/ml, $p = 0.01$).

Serum IgG concentrations before first suckling

Blood samples from 51 calves were obtained before first colostrum intake. These calves were on average 2.2 ± 1.7 h old at first sampling. Time of first suckling could be observed in 42 calves as being on average 3.64 ± 2.97 h pn (range 0.95-13.5 h). Precolostral serum IgG concentration was 0.26 ± 0.232 mg/ml with a range of 0-1.073 mg/ml. The total amount of camIgG circulating in the vascular system before first colostrum intake was calculated as $0.59 \text{ g} \pm 0.573 \text{ g}$ with a range of 0-2.772 g.

Time of IgG peak

Following colostrum intake, calves' serum IgG concentrations rose to a peak, defined as the local maximum in the IgG profile, which

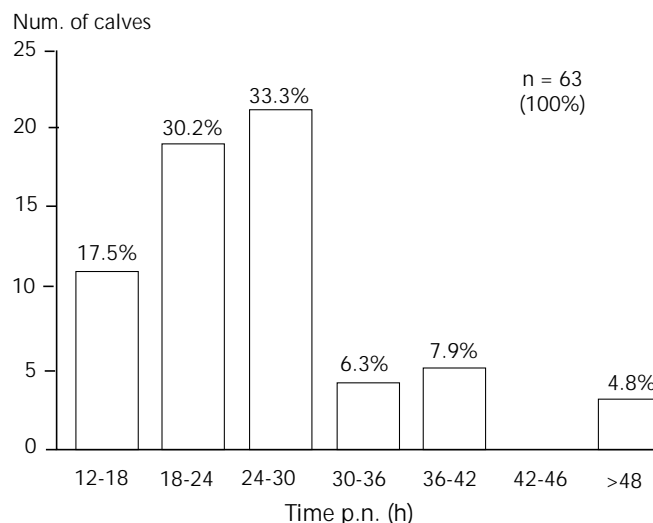


Figure 1: Postnatal time (p.n.) of peak serum IgG concentration.

was preceded and followed by a lower IgG concentration. Peak concentration was measured on average at 25.11 ± 8.34 h pn (median = 24.85h). The frequency distribution in figure 1 shows that 11 out of 63 calves (17.5%) had an early peak between 12 h and 18 h pn, but the majority attained their peak concentration either at 18-24 h (30.2%) or at 24-30 h (33.3%), while only 19% of the animals had their peak thereafter. In these latter animals, IgG concentration was still below 2 mg/ml at 12 h pn and started to rise only thereafter.

IgG peak concentration

The average IgG peak concentration for all calves was 21.1 ± 11.7 mg/ml. Three calves had very low IgG concentrations of 0.47 ± 0.35 mg/ml, while the remaining calves had peaks distributed evenly over the classes of higher concentration (figure 2, left).

No significant correlation was found between age at first suckling and peak IgG concentration, or between age at first suckling and time of peak ($r = 0.404$, $p = 0.008$).

The calculated maximum circulating amount of IgG attained was on average 50.6 ± 33.1 g ($n = 62$; one calf with no record of birth

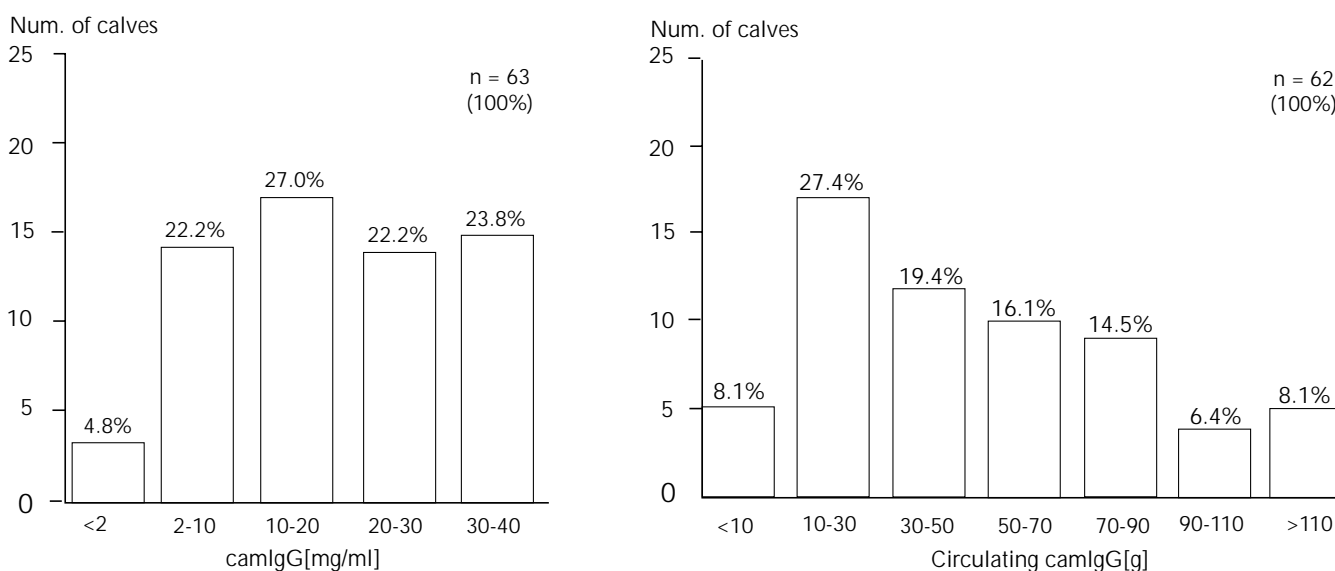


Figure 2: Frequency distribution of peak IgG concentration (left) and maximum circulating IgG amount (right) in camel calves.

weight was excluded from calculation). The frequency distribution in figure 2 (right) shows that five calves (8.1%) had maximum circulating IgG amounts below 10 g, and the majority of calves (27.4%) had amounts between 10 and 30 g. The number of animals constantly decreases through the classes of higher amounts. In all 62 calves the maximum circulating amount of IgG was found at the same postnatal time as the peak IgG concentration.

In figure 3, peak IgG concentration (left ordinate) and maximum circulating IgG amount (right ordinate) are plotted over classes of time of postnatal peak. Both peak concentration and maximum circulating amount are highest in animals with peaks between 18 and 24 h pn.

While the differences between the 18-24 h class and the 24-30 h class are significant at $p < 0.05$, they are not significant between all other neighboring classes.

There was no significant correlation between postnatal peak time and either peak IgG concentration or maximum circulating IgG amount. Significant though weak positive correlations were found between the serum IgG concentration of dams at parturition and both IgG peak concentration ($r = 0.31$; $p < 0.05$) and maximum circulating IgG amount ($r = 0.32$; $p < 0.05$) in their calves.

Peak concentration was below 10 mg/ml in 17 calves (26.5% of the total). Out of these, five calves (7.8% of total) had peaks below 4 mg/ml. This implies that, using the critical diagnostic thresholds for FTA commonly used in bovines (10 mg/ml) and equines (4 mg/ml), 26.5 or 7.8%, respectively, all calves under study would have been considered positive for FTA.

Half-life of maternal IgG in newborns' circulation

After IgG peak was attained, both serum IgG concentration and IgG amount in newborns' circulation declined markedly due to the distribution of IgG into the extravascular body fluid compartments, IgG catabolism, immune responses mounted to invading antigen and growth of the animals. The amount of IgG that disappeared from the circulation ranged from 0.2 to 16.3 g/d. Half-life of maternally derived IgG in newborns' circulation was calculated based on the two-compartment half-life model (2, 14) and was 16.3 ± 8.5 d, similar to what is reported for other livestock species.

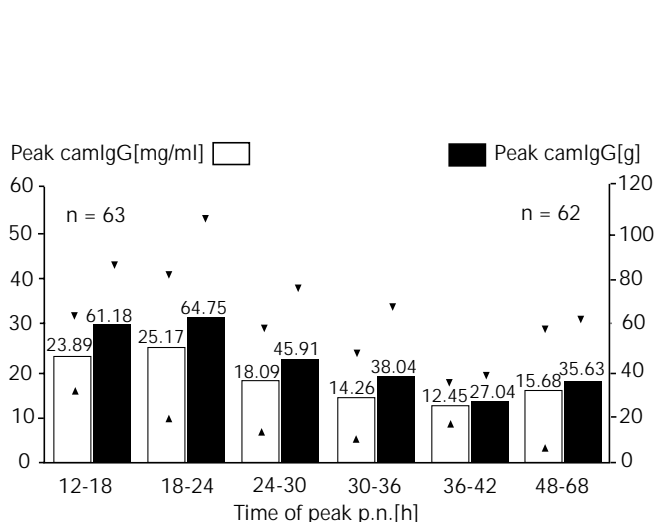


Figure 3: Peak IgG concentration and peak IgG amount (avg. ± std.) by time of peak.

Minimum IgG concentration and onset of calves' own IgG synthesis

Following the decline of maternally derived IgG in newborns' circulation, a minimum was observed from where the concentration started to rise again due to the calves' own antibody synthesis. Minimum IgG concentration was on average 8.1 ± 3.3 mg/ml (range 1.6-15.1 mg/ml). It was observed at 27.6 ± 21.3 d pn (median 25.7 d pn), but in 47.5% of the animals before day 15 pn.

As for IgG peak, the minimum circulating IgG amount was calculated and was on average 27.7 ± 13.6 g (range 4.6-57.4 g). The minimum amount was observed before 15 d pn (on average on day 11) in 89.5% of the calves.

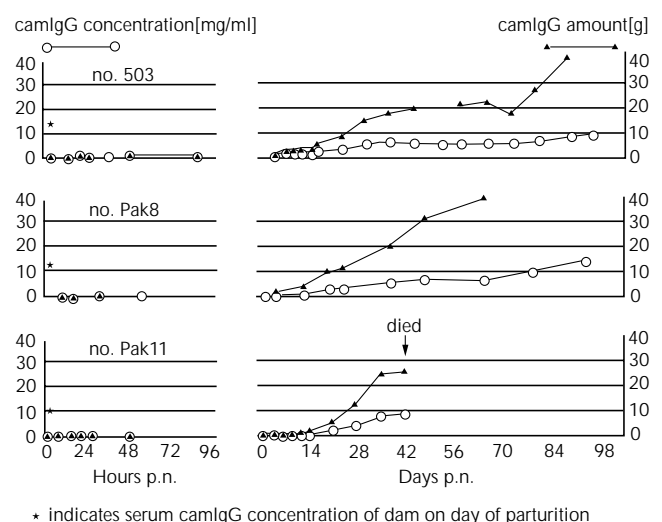
Thus, in 33 calves the circulating IgG amount had already increased, while the IgG concentration was still declining. This indicates that their own IgG synthesis had already started, but did not result in an IgG concentration rise. This can be attributed to their parallel body weight increase and the concurrent increase in blood volume, hence dilution of newly synthesized IgG. Minimum concentration in these calves was observed up to 35 days after the minimum amount.

Determining the exact onset of IgG production by the calf's immune system is difficult because it occurs parallel to the decline of maternally derived IgG, and the "maternal" and "own" IgG cannot be differentiated by the assay. Three calves had complete failure of transfer of antibodies (figure 4). The observed increase of the circulating camIgG amount in these calves from 14 d onwards indicates the onset of calves' own IgG production. This coincides with the observed 89.5% of calves having their minimum serum IgG concentration before day 15 pn.

Different IgG profile types

For each calf, an IgG profile was generated by plotting serum IgG concentration over time from birth until 180 d pn. Among these, two different types of profile were observed:

- Those in which serum IgG concentration increased immediately following minimum and attained values of above 10 mg/ml already at 30-40 d pn;



* indicates serum camIgG concentration of dam on day of parturition

Figure 4: IgG profiles (concentration and circulating amount) for camel calves without significant transfer of antibodies.

Post-natum IgG concentrations

- Those in which increase of serum IgG concentration was delayed and concentration remained below 10 mg/ml until around 70 d pn.

In figure 5, averages of several individual profiles plotted over time of calves which showed an immediate increase in IgG concentration following the IgG minimum are grouped according to peak height. In figure 6, the same grouping is shown for average profiles of those calves which showed a delayed increase in IgG concentration following the minimum.

Among the animals with immediate increase (figure 5), those with peaks below 10 mg/ml had a steady rise in IgG concentration from day 4 pn onwards, attained average concentrations above 10 mg/ml from around day 30 pn, and a plateau around day 120 pn. In animals with peaks between 10 and 20 mg/ml the concentration never fell considerably below 10 mg/ml, and from

about 42 d pn onwards it rose to a plateau. In animals with peaks over 20 mg/ml, the decline in concentration lasted until about day 40 pn from where it immediately rose again to the plateau. The common feature of the profiles in figure 5 is that between 30 and 40 d pn IgG concentration is already above 10 mg/ml, it then rises sharply to reach plateau concentrations at about day 120 pn.

In the profiles of figure 6, the minimum serum IgG concentration was below 10 mg/ml for all animals irrespective of peak height. The common feature of all three profiles in figure 6 is that after attaining the minimum, IgG concentrations remain below 10 mg/ml until around 70 d pn, only thereafter moderately rising to reach plateau concentrations at about day 120 pn. Calves with delayed increase (figure 6) attained significantly lower IgG plateau values than those with immediate increase (figure 5, 19.0 ± 6.5 mg IgG/ml vs. 29.6 ± 7.3 mg IgG/ml).

■ PHYSIOLOGIE

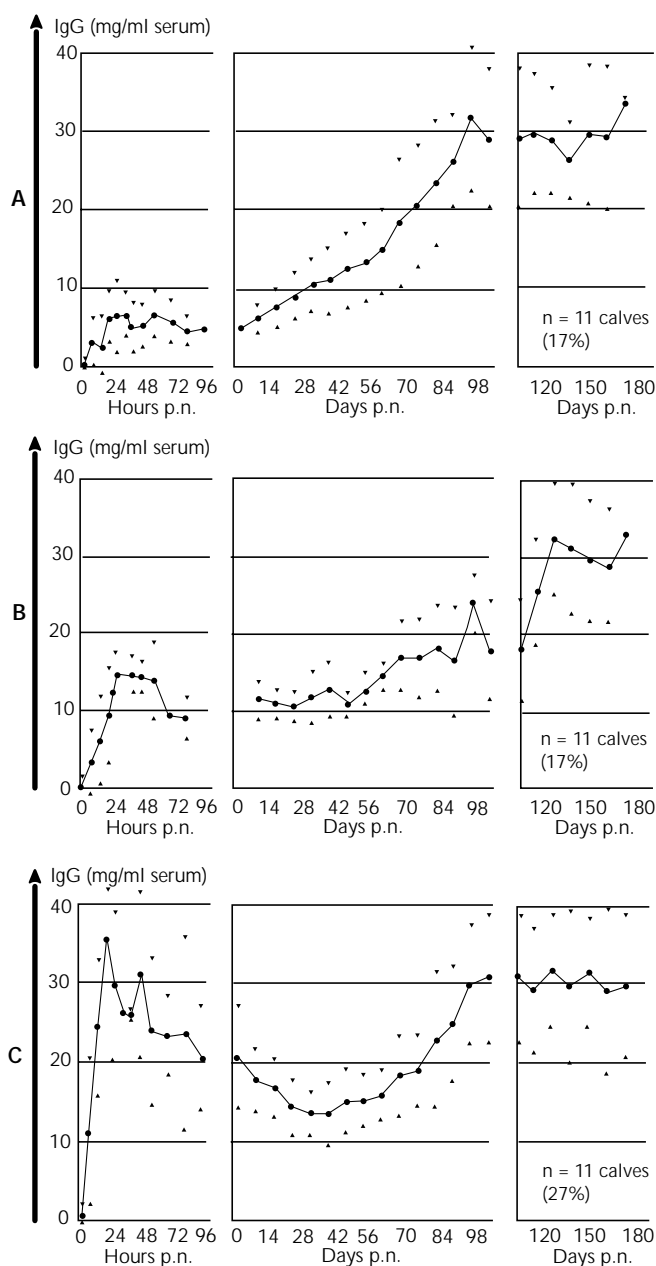


Figure 5: Average IgG profiles for calves with immediate increase of IgG concentration following the minimum (A: peak < 10 mg/ml; B: peak between 10-20 mg/ml; C: peak > 20 mg/ml).

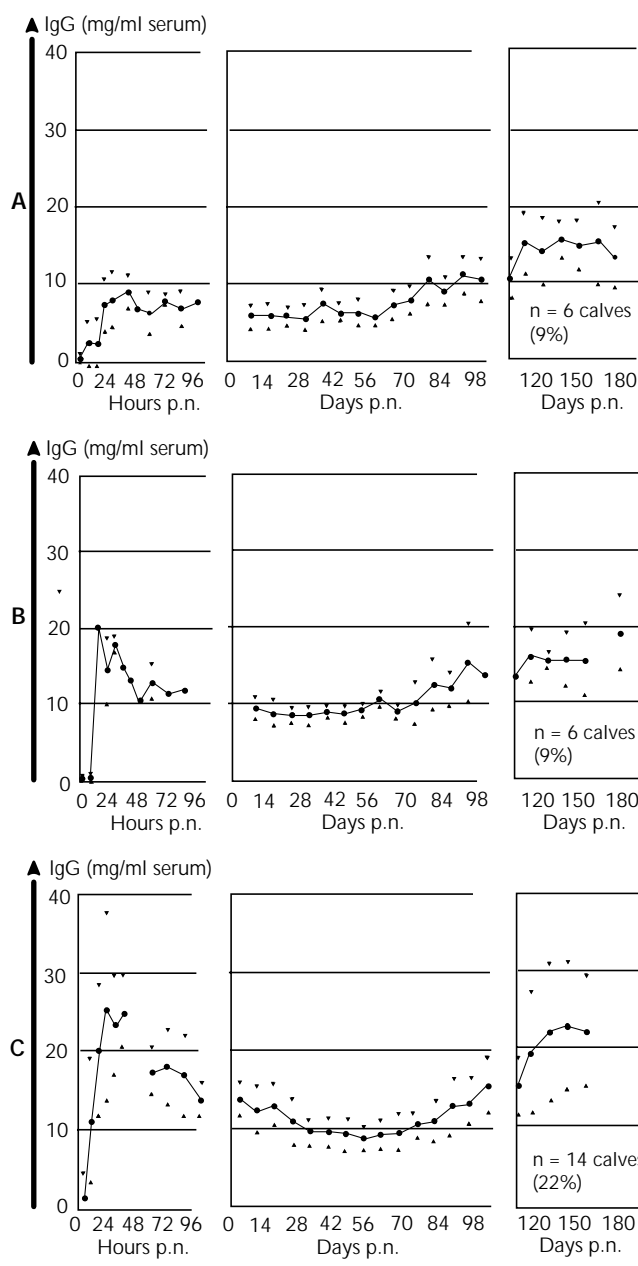


Figure 6: Average IgG profiles for calves with delayed increase of IgG concentration following the minimum (A: peak < 10 mg/ml; B: peak between 10-20 mg/ml; C: peak > 20 mg/ml).

Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 2000, 53 (2) : 105-110

The factors breed of the calf, breed of the mother, parity of the mother, sex, season or month of birth, herdsman, body weight development and number of sick days did not contribute to the explanation of the different patterns of increase shown in figures 5 and 6.

Average IgG plateau concentrations between 150 and 180 d pn were significantly correlated with maternal serum IgG concentrations on the day of parturition ($r = 0.44$; $p < 0.001$).

■ CONCLUSION

There is a wide variation of naturally occurring IgG status in newborn camels under normal husbandry conditions. Although there is a tendency where early postnatal colostrum intake results in earlier IgG peaks with higher concentrations, there is evidence that intestinal closure is not yet complete and a substantial IgG transfer is possible after 24 h pn if calves are fasting until first suckling. Lowest serum IgG concentrations must be expected in camel calves from around two weeks *post-natum*, indicating that the protection of the newborn by maternally derived IgG is waning by that time. The calf's own antibody production starts around two weeks *post-natum*, but a marked increase in serum IgG concentration to above 10 mg/ml can be expected by one month *post-natum* at the earliest, but often only after two months *post-natum*. Factors contributing to a brisk development of young camels' own IgG synthesis following waning of the passively acquired maternal immune protection deserve further scientific attention. Serum IgG concentrations stabilize at a plateau around four months *post-natum*, indicating that the immune system has matured by that time. The present study identified those periods in the camels early life during which its immune status is low, and special attention should be paid to its health and general hygiene.

Acknowledgments

The author is indebted to J. and J. Evans and D. Atkins of Ol Maisor Ranch for access to their camel herd and for providing excellent working facilities. The author wishes to thank Eppendorf-Netheler-Hinz, Sartorius, Hettich, WTW, IKAWERK, Merck, Greiner, Brand, Unipath, Nunc, Kautex, Bürkle and Sebak for donating laboratory materials, and Eiselen Stiftung, Ulm, Germany, Deutscher Akademischer Austauschdienst DAAD and the Government of the Federal State Baden-Württemberg for financial support.

REFERENCES

1. BAUMANN M.P.O., ZESSIN K.H., 1992. Productivity and health of camels (*Camelus dromedarius*) in Somalia: associations with trypanosomosis and brucellosis. *Trop. Anim. Health Prod.*, **24**: 145-156.
2. BOOTH N.H., MCDONALD L.E., 1988. Veterinary pharmacology and therapeutics. Ames, IA, USA, Iowa State University Press, 1227 p.
3. HULSEBUSCH C.G., 1999. Immunoglobulin G status of camels during 6 months *post-natum*. Weikersheim, Germany, Margraf Verlag, 147 p. (zugl. Hohenheim Univ. Diss. 1999)
4. KAUFMANN B.A., 1998. Analysis of pastoral camel husbandry in Northern Kenya. Weikersheim, Germany, Margraf Verlag, 147 p. (zugl. Hohenheim Univ. Diss. 1998)
5. O'BRIEN J.P., SHERMAN D.M., 1993. Serum immunoglobulin concentrations of newborn goat kids and subsequent kid survival through weaning. *Small Ruminant Res.*, **11**: 71-77.
6. PERINO L.J., 1997. A guide to colostrum management in beef cows and calves. *Vet. Med.*, **92**: 75-82.
7. POLSON A., COETZER T., KRUGER J., VON MALTZAHN E., VAN DER MERWE K.J., 1985. Improvements in the isolation of IgY from the yolks of eggs laid by immunized hens. *Immunol. Invest.*, **14**: 323-327.
8. POLSON A., VON WECHMAR B., VAN REGENMORTEL M.H.V., 1980. Isolation of viral IgY antibodies from yolks of immunized hens. *Immunol. Commun.*, **9**: 475-493.
9. PUGH D.G., BELNAP E.B., 1997. Perinatal and neonatal care of South American Camelids. *Vet. Med.*, **92**: 291-295.
10. SAWYER M., WILLADSEN C.H., OSBURN B.I., MCGUIRE T.C., 1977. Passive transfer of colostrum immunoglobulins from ewe to lamb and its influence on neonatal lamb mortality. *J. Am. vet. Med. Assoc.*, **171**: 1255-1259.
11. SCHWARTZ H.J., DOLAN R., WILSON A.J., 1983. Camel production in Kenya and its constraints. I. Productivity. *Trop. Anim. Health Prod.*, **15**: 169-178.
12. THEIN P., ESSICH G., GRUNMACH J., ABAR B., 1989. Principles and control of the immune status in sucking foals. *Prakt. Tierarzt*, **70**: 15-28.
13. TIBARY A., ANOUASSI A., 1997. Theriogenology in Camelidae, anatomy, physiology, pathology and artificial breeding. Abu Dhabi, United Arab Emirates, Abu Dhabi Printing and Publishing, 489 p.
14. TIZARD I., 1992. Veterinary immunology - An introduction. Philadelphia, PA, USA, W.B. Saunders, 498 p.

Résumé

Hülsebusch C.G. Statut de l'immunoglobuline-G chez le chamelon pendant six mois *post-natum*

Le statut de l'immunoglobuline-G (IgG) du chamelon a été étudié de la naissance jusqu'à six mois dans des conditions naturelles d'élevage au sein d'un ranch au Kenya. L'IgG cameline a été quantifiée *post-natum* (pn) jusqu'à l'âge de six mois par la méthode de mesure indirecte des anticorps Elisa dans le sérum de 68 chamelons. La première prise de colostrum a été observée à $3,6 \pm 3,0$ h pn et la concentration moyenne en IgG sérique précolostrale a été de $0,26 \pm 0,23$ mg/ml (valeurs extrêmes 0-1,07 mg/ml). Les concentrations maximales moyennes d'IgG (pics) dans le sérum des chamelons a été de $21,1 \pm 11,7$ mg/ml. La plupart des pics sont survenus entre 18 et 30 h pn, mais pour 19% d'entre eux ils ont été plus tardifs, survenant entre 30 et 66 h pn, avec des concentrations significativement plus faibles. Après le pic, la concentration en IgG a diminué, la demi-vie des IgG d'origine maternelle dans le sang des chamelons ayant été de $16,3 \pm 8,5$ jours. La concentration minimale moyenne a été de $8,1 \pm 3,3$ mg/ml (valeurs extrêmes : 1,6-15,1 mg/ml) et a été observée en moyenne à $27,6 \pm 21,3$ jours pn. Après l'émergence des IgG chez le chamelon, la concentration a augmenté jusqu'à un plateau avec des valeurs moyennes de $24,5 \pm 8,8$ mg IgG/ml au 120^e jour pn environ, indiquant que le système immunitaire du jeune était désormais mature. Deux types de profil d'IgG ont été observés, l'un avec une augmentation immédiate de la concentration (au-dessus de 10 mg/ml dès le 30-40^e jour pn) et l'autre présentant une augmentation retardée (en dessous de 10 mg/ml aux environs du 70^e jour pn). Chez les chamelons où l'augmentation a été retardée, les valeurs d'IgG au plateau ont été significativement plus faibles ($19,0 \pm 6,5$ vs $29,6 \pm 7,3$ mg IgG/ml). Il semble qu'il y ait eu apparition d'un pic plus élevé et plus précoce lors de prises colostrales plus précoces, mais le transfert substantiel d'IgG était possible bien après 24 h pn si le chamelon était à jeun jusqu'à la première tétée. De faibles concentrations d'IgG sériques devraient être rencontrées entre la 2^e semaine et le 2^e mois *post-natum*. Ces résultats pris en compte dans des programmes de prévention sanitaire pourraient contribuer à l'amélioration de l'élevage du chamelon.

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - Immunoglobuline - Colostrum - Kenya.

Resumen

Hülsebusch C.G. Estado de la inmunoglobulina G de los camellos durante los seis meses post nacimiento

Se investigó el estado de la inmunoglobulina G (IgG) en jóvenes camellos desde el nacimiento hasta seis meses de edad, bajo condiciones de hato naturales, en un rancho de ganado en Kenia. La IgG del camello se cuantificó post nacimiento (pn) hasta seis meses de edad mediante un ELISA de anticuerpos indirectos en 68 camellos jóvenes. La primera ingestión de calostro fue observada en promedio $3,6 \pm 3,0$ h pn y la concentración promedio de IgG sérica pre calostrual fue de $0,26 \pm 0,23$ mg/ml (rango 0-1,07 mg/ml). La concentración promedio máxima de IgG (pico de IgG) en el suero animal fue de $21,1 \pm 11,7$ mg/ml. La mayoría de los jóvenes presentaron picos de IgG entre 18 y 30 h pn, pero 19% de éstos presentaron picos tardíos (30-66 h pn), con concentraciones significativamente menores. Después del pico, la concentración de IgG sérica disminuyó, con una vida media de IgG materna en la circulación del recién nacido de $16,3 \pm 8,5$ d. El promedio mínimo de la concentración de IgG fue de $8,1 \pm 3,3$ mg/ml (rango 1,6-15,1 mg/ml) y se observó en promedio $27,6 \pm 21,3$ d pn. Después de este inicio, la concentración de IgG aumentó, alcanzando un tope de $24,5 \pm 8,8$ mg de IgG/ml en promedio, alrededor de 120 d pn, indicando que la madurez del sistema inmune. Se observaron dos tipos diferentes de perfiles de IgG, aquellos con un aumento "inmediato" de la concentración (por encima de 10 mg/ml a 30-40 d pn) y aquellos con un aumento "retardado" de la concentración (bajo 10 mg/ml hasta alrededor del día 70 pn). Los jóvenes con aumento retardado alcanzaron valores tope de IgG significativamente menores ($19,0 \pm 6,5$ vs. $29,6 \pm 7,3$ mg IgG/ml). Existe una tendencia de que una ingestión temprana de calostro resulte en picos de IgG mayores y más tempranos, pero una transferencia de IgG substancial es posible bastante después de 24 h en animales en ayuno hasta la primera mamada. Deben esperarse concentraciones séricas bajas de IgG entre dos semanas pn y dos meses pn. La toma en consideración de estos hallazgos en los programas de salud contribuiría al mejoramiento en la crianza del camello joven.

Palabras clave: Dromaderio - Animal joven - Inmunoglobulina - Calostro - Kenia.

Young camel ceruloplasmin: Purification and partial characterization

A.K. Essamadi¹ M. Bengoumi² D. Zaoui³ B. Faye^{4*}
G.C. Bellenchi⁵ G. Musci⁶ L. Calabrese⁵

Key words

Dromedary - Young animal - Ferroxidase - Purification - Molecular weight - Chromatography - Electrophoresis.

Summary

Ceruloplasmin of a young camel (six months old) was isolated and purified using the single-step chromatography on amino ethyl-derivatized sepharose. The molecular mass of the protein, as estimated by non-reducing SDS-electrophoresis, was approximately 130,000 Da. The electrophoretic mobility of the young camel ceruloplasmin was slightly higher as compared to the human protein suggesting that the protein is compact and more acid. The copper content was estimated at 5.8 ± 0.3 atoms per molecule. The spectroscopic features included an absorption maximum at 610 nm, which could be attributed to type 1copper. The EPR spectrum was completely devoid of any typical signal of type 2 copper. p-phenylenediamine oxidase properties of the young camel ceruloplasmin were determined: $K_m = 0.42 \mu\text{M}$ NADH/mn/mg Cp and $V_{max} = 0.93$. Optimum pH for the activity was 5.7.

INTRODUCTION

Ceruloplasmin (Cp) is a blue multi-copper oxidase, which is found in the plasma of vertebrate species. The protein is synthesized in the liver as a single polypeptide chain and secreted into the plasma with six atoms of copper bound per molecule (11). Cp is a multifunctional glycoprotein and plays different roles in a number of biological processes including tissue angiogenesis, copper transport (19), iron metabolism (13), and antioxidant defense (9). Cp is present in the γ globulin fraction of vertebrate plasma and 95% of plasma copper is bound to it (7). Cp contains 5-7 copper atoms per molecule, which can be separated into three types, based on their spectroscopical attributes (8). Type 1 or "blue" copper is responsible for the unusually strong electronic absorption around 600 nm and is paramagnetic. Type 2 "non blue" copper is essentially silent in the optical spectrum, but contributes to the

electronic paramagnetic resonance (EPR) spectrum with a linshape quite typical of regularly coordinated tetragonal complexes. Type 3 copper consists of a pair of metal ions, antiferro-magnetically-coupled to give an EPR-silent species. It absorbs in the near UV region of the electronic spectrum, giving a shoulder around 330 nm (2, 14, 15). Most studies were conducted on human ceruloplasmin. The protein has also been successfully isolated from the plasma of other mammals (18), marine mammals (1), birds (7) and reptiles (16).

In camel, Cp oxidase activity seems to be maintained when copper levels in plasma decrease drastically. The correlation coefficient between plasma copper concentration and ceruloplasmin activity in camel is improved when the exponential regression is calculated (10). This suggests that biochemical properties of camel Cp could be slightly different from those in other domestic species. Purification of camel Cp would be helpful to understand if this difference could be attributed to a specific structure of camel Cp. The objective of the work reported here was Cp purification from a new source; Cp from the young camel was isolated and partially characterized.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

All chemicals were reagent grade and were used without further purification. Sepharose 4B was purchased from Pharmacia LKB Biotechnology, Uppsala, Sweden.

1. Laboratoire de Biochimie, Université Hassan 1^{er}, Faculté des Sciences et Techniques de Settat, BP 577, 26000 Settat, Maroc

2. Laboratoire de Biochimie clinique, IAV Hassan II, BP 2006, Rabat Instituts, Maroc

3. Laboratoire de Biochimie, Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences d'El Jadida, 24 000 El Jadida, Maroc

4. Productions animales, Cirad-emvt, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France

5. Dipartimento di Biologia, Università degli studi Roma tre, viale marconi, 446 Roma, Italia

6. Dipartimento di Chimica organica e Biologica, Università di Messina, Messina, Italia

*Author to whom all correspondence and reprint requests should be addressed

Sample collection

Plasma from camel was collected at Settat slaughterhouse from a young camel (male) 6-8 months old. The blood was centrifuged immediately and the plasma was harvested. The plasma was kept frozen at -20°C until use.

Preparation of derivatized Sepharose

Cp purification was performed in a single chromatographic step on a Sepharose derivative obtained by reaction of Sepharose with chloroethylamine according to the published procedure (7). Sepharose 4B (300 ml) previously treated at 70°C for 2 h with 5 N NaOH (100 ml) and epichlorhydrin (25 ml), and exhaustively washed, were suspended in 10 N NaOH and treated with 100% chloroethylamine (140 ml) for 2 h at 70°C. The resulting derivatized Sepharose was equilibrated at pH 7.4 with 3 mM phosphate buffer.

Isolation of camel ceruloplasmin

Young camel plasma was diluted with 20 mM 6-aminohexanoic acid to prevent proteolysis until conductivity was as low as 7 ms at 18°C. After adjusting to pH 7.4 by addition of small aliquots of H₃PO₄, the plasma was loaded on a column of derivatized Sepharose. An intense blue band appeared on the top of the column. The resin was washed by 50 mM (300 ml), 80 mM (200 ml), 100 mM (100 ml) and 150 mM (100 ml) phosphate buffer pH 7.4. Ceruloplasmin was eluted with 200 mM phosphate buffer and fractions with A₆₁₀/A₂₈₀ near 0.04 were pooled and concentrated on YM 100 membranes in Amicon cells. The whole purification procedure was carried out at 4°C.

Electrophoretic analyses

Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) of ceruloplasmin was performed according to Weber and Osborn (22). The following proteins of known molecular weight were used: Myosin rabbit muscle 205,000; β-galactosidase *E. coli* 116,000; phosphorylase b, rabbit muscle 97,000; fructose 6 phosphatase 84,000; bovine serum albumin 66,000; glutamic deshydrogenase; bovine liver 55,000; ovalbumin; chicken egg 45,000 and glyceraldehyde 3PD; rabbit muscle 36,000. To detect oxidase activity, gels were incubated with o-dianisidine 0.5 mg/ml in 50 mM acetate buffer as described by Schosinski *et al.* (21).

Determination of protein concentrations

Protein concentration was determined according to Brown *et al.* (3) using the bicinchonic acid.

Copper content measurements

Total copper (Cu) in purified camel ceruloplasmin was determined by the chemical method of Brumbey and Massey (4) using biquinoline. The stoichiometry of copper atoms/protein molecule was estimated based on protein concentrations.

p-phenyldiamine (pPD) oxidase activity

Enzyme activity as pPD oxidase was assayed as described by Lovstad and Frieden (13) on the basis of NADH consumption by the first oxidation product of pPD. The mixture contained 0.25 mM of DTPA, 0.25 mM NADH and 1.3 μM ceruloplasmin in 0.1 M phosphate buffer at pH 6.3.

Spectroscopic measurements

Optical spectra were recorded either on a Perkin-Elmer 330 spectrophotometer equipped with Haake model G temperature controller unit. The EPR spectrum was measured on a Varian E-9 spectrometer operating at 9.15 GHz equipped with a stellar variable temperature unit and interfaced to a stellar Prometheus data system for computer analysis and handling of the spectra.

RESULTS AND DISCUSSION

Chromatographic elution

The protein was eluted as a single, symmetric peak with 200 mM phosphate buffer at pH 7.4. Only fractions with A₆₁₀/A₂₈₀ near 0.04 were collected and concentrated on Amicon cells.

Molecular properties

Purified young camel ceruloplasmin was examined by SDS-PAGE in denaturing conditions, both in the presence and absence of reducing agents. Polyacrylamide-gel electrophoresis of purified camel Cp stained for both activity and protein is shown in figure 1. A single protein band, which accounted for over 95% total protein, corresponded to the activity zone indicating a homogeneous preparation. The molecular weight of the camel protein was estimated as 130,000 ± 4000 Da in a separate set of experiments by comparison of the relative mobility on SDS-PAGE of camel Cp with a series of standard molecular weight markers (figure 2). Human Cp, without heat treatment at 100°C for 3 min prior to SDS-PAGE, retains a native, oxidase-active conformation and migrates as a doublet, due to the presence of two forms of the protein differing in carbohydrate content (20). When analyzed in these conditions, purified camel Cp revealed a single component by both protein and oxidase activity-stained gels (figure 1). This behavior was also found in sheep, cattle and dolphin Cp (1), thus suggesting a similar native shape for all mammalian ceruloplasmins. The electrophoretic mobility of camel Cp was slightly higher than that of human Cp. This might be attributed to a difference in protein conformation. The conformation of camel Cp might be more compact and more acid than human protein.

Spectroscopic properties of camel ceruloplasmin

Chemical analysis of the copper content in young camel Cp gave a stoichiometry of 5.8 ± 0.3 Cu atoms/protein molecule, in line with the generally accepted values (5-6 Cu atoms) for ceruloplasmin (19). This result is comparable to those reported for other ceruloplasmins purified with the same single-step procedure (7, 8, 16).

Figure 3 reports the absorption spectrum of camel Cp in the visible and near UV-visible region. The optical spectrum of young camel Cp was similar to those found in other mammals. Camel Cp showed the typical absorption band centered at 610 nm due to type 1 or "blue" copper, and the shoulder at 330 nm assigned to type 3 copper. These observations are identical to those found for human (6), sheep (5) and dolphin ceruloplasmins (1), but different from those found for chicken (7) and reptilian ceruloplasmins, in which the blue band is centered at 603 nm (16).

Figure 4 shows the EPR spectrum of purified camel Cp. The EPR spectrum was completely devoid of any typical signal of type 2 copper. The spectrum obtained remained similar and identical to that reported in other studied ceruloplasmins (1, 2, 16).

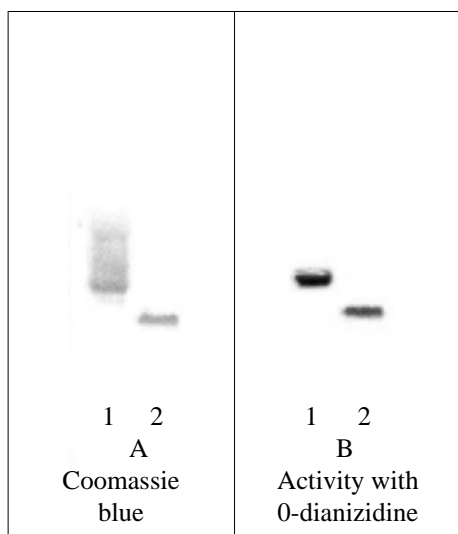


Figure 1: PAGE-electrophoresis of young camel ceruloplasmin. Cp stained for protein (A) and for activity (B). 1: Human Cp; 2: Young camel Cp.

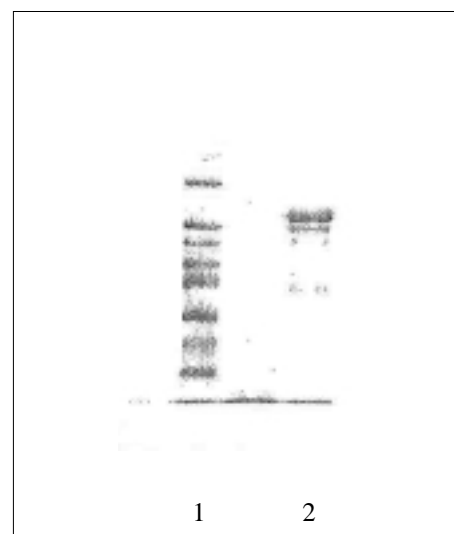


Figure 2: SDS-PAGE electrophoresis of young camel ceruloplasmin. 1: Molecular markers; 2: Young camel Cp.

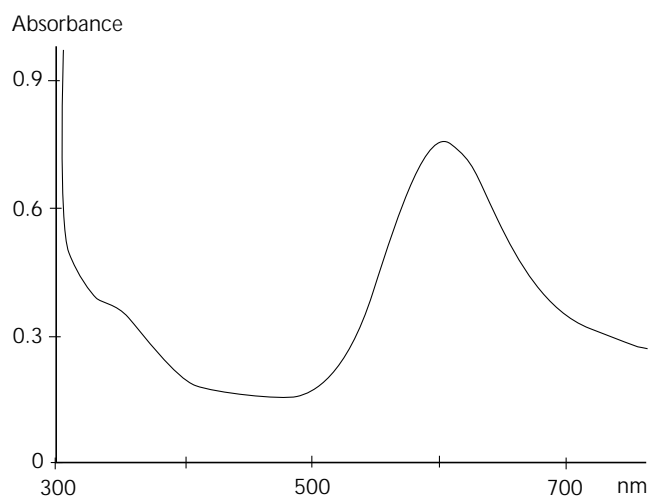


Figure 3: Optical spectrum of young camel ceruloplasmin in 0.1 M phosphate buffer.

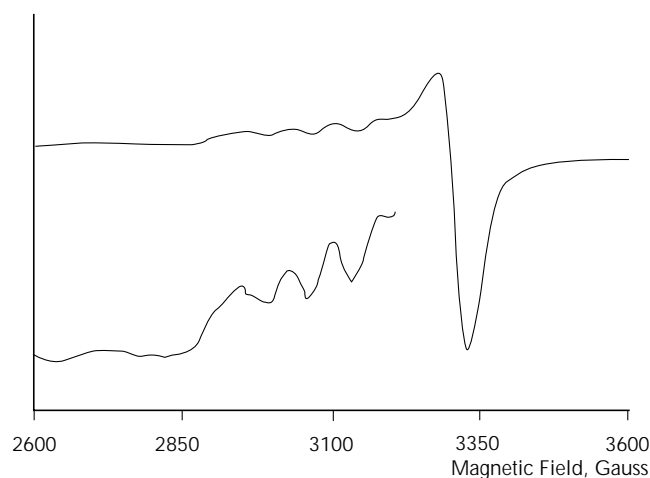


Figure 4: EPR spectrum of young camel ceruloplasmin in 0.1 M phosphate buffer.

Enzyme properties

pH optimum

pPD oxidase activity of young camel Cp was carried out in different pH. Optimum pH for the activity was 5.7. This pH was relatively weak compared to sheep and human Cp with an optimum pH of 6.3 and 6.4, respectively (5, 17).

Kinetic parameters

Turnover kinetic parameters of camel ceruloplasmin for p-phenyldiamine oxidase activity were estimated as follows: $K_m = 0.42 \mu\text{M}$ (NADH)/mn/mg ceruloplasmin and $V_{max} = 0.93$. Young camel Cp showed a lower affinity to the substrate in comparison with turtle (0.019), chicken (0.085) and sheep (0.22) Cp (16).

CONCLUSION

Ceruloplasmin was isolated to purity from the young camel. There were no gross differences in the chemico-physical parameters of camel ceruloplasmin as compared to other mammal ceruloplasmin.

The protein retained the same spectroscopic parameters, indicative of an essentially invariant molecular architecture. Preparations of camel ceruloplasmin showed that the protein was very homogenous.

REFERENCES

1. BONACCORSI DI PATTI M.C., GALTIERI A., GIARTOSIO A., MUSCI G., CALABRESE L., 1992. Dolphin ceruloplasmin: the first proteolytically stable mammalian ceruloplasmin. *Comp. Biochem. Physiol.*, **103B**: 183-188.
2. BONACCORSI DI PATTI M.C., GIOVANI M., GIARTOSIO A., D'ALESSIO S., CALABRESE L., 1990. The multidomain structure of ceruloplasmin from calorimetric and limited proteolysis studies. *J. Biol. Chem.*, **265**: 21016-21022.
3. BROWN R.E., JAVIS K.L., HYLAND K.J., 1989. Protein measurement using bicinchoninic acid: Elimination of interfering substance. *Anal. Biochem.*, **180**: 136-139.
4. BRUMBAY P.E., MASSEY V., 1967. Determination of non heme iron, total iron and copper. *Meth. Enzym.*, **10**: 473-474.
5. CALABRESE L., CAPPUZZO E., GALTIERI A., BELLOCO E., 1983. Sheep ceruloplasmin: isolation and characterisation. *Mol. Cell. Biochem.*, **51**: 129-132.

Ceruloplasmin properties

■ PHYSIOLOGIE

6. CALABRESE L., CARBONARO M., 1986. An EPR study of the non-equivalence of the copper sites of ceruloplasmin. *Biochem. J.*, **238**: 29.
7. CALABRESE L., CARBONARO M., MUSCI G., 1988. Chicken ceruloplasmin; Evidence in support of trinuclear cluster involving type 2 and 3 copper centers. *J. Biol. Chem.*, **263**: 6480-6483.
8. CALABRESE L., CARBONARO M., MUSCI G., 1989. Presence of coupled trinuclear copper cluster in mammalian ceruloplasmin is essential for efficient electron transfer to oxygen. *J. Biol. Chem.*, **264**: 6183-6187.
9. EHRENWALD E., FOX P.L., 1996. Ceruloplasmin role in LDL oxidation by human monocytes cells. *J. Clin. Invest.*, **97**: 884-890.
10. ESSAMADI A.K., BENGOUNI L., CHACORNAC J.P., FAYE B., 1998. Relationship between plasma copper concentration and ceruloplasmin activity in camel. *Trends comp. Biochem. Physiol.*, **5**: 211-220.
11. FLEMING R.E., GITLIN J.D., 1990. Primary structure of rat ceruloplasmin and analysis of tissue-specific gene expression during development. *J. Biol. Chem.*, **265**: 7701-7707.
12. GUTTERIDGE J.M.C., 1983. Antioxydant properties of ceruloplasmin towards iron-and copper dependent oxygen radical formation. *FEBS Lett.*, **157**: 37.
13. LOVSTAD R.A., FRIEDEN E., 1973. The effect of anions on the oxidase activity of rats ceruloplasmin. *Acta Chem. Scand.*, **27**: 121.
14. MUSCI G., BONACCORCI DI PATI M.C., CALABRESE L., 1995. Modulation of the redox state of the copper sites of human ceruloplasmin by chloride. *J. Protein Chem.*, **14**: 611-619.
15. MUSCI G., BONACCORCI DI PATI M.C., FAGIOLO U., CALABRESE L., 1993. Age-related changes in human ceruloplasmin. Evidence for oxidative modification. *J. Biol. Chem.*, **268**: 13388-13395.
16. MUSCI G., CARBONARO M., ADRIANI A., LANIA A., GALTIERI A., CALABRESE L., 1990. Unusual stability properties of reptilian ceruloplasmin. *Arch. Biochem. Biophys.*, **279**: 8-13.
17. NOYER M., DWULET F.E., HAO Y.L., PUNTAM F.W., 1980. Purification and characterization of undegraded human ceruloplasmin. *Anal. Biochem.*, **102**: 450-458.
18. PEJAUDIER L., 1973. Etude comparative de quelques céruoplasmines animales obtenues à l'aide d'une nouvelle technique de préparation. *Revue fr. Transfus.*, **2**: 195-212.
19. RYDEN L., 1984. Ceruloplasmin. In copper protein and copper enzymes. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 37.
20. SATO M., GITLIN J.D., 1991. Mechanism of copper incorporation during biosynthesis of human ceruloplasmin. *J. Biol. Chem.*, **266**: 5128-5134.
21. SCHOSINSKI K.H., LEHMAN H.P., BAELER M.F., 1974. *Clin. Chem.*, **20**: 1556-1560.
22. WEBER K., OSBORN M., 1969. The reliability of molecular weight determination by dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Biol. Chem.*, **244**: 4406-4412.

Résumé

Essamadi A.K., Bengoumi M., Zaoui D., Faye B., Bellenchi G.C., Musci G., Calabrese L. Céruoplasmine du chamelon : purification et caractérisation partielle

La céruoplasmine d'un chamelon âgé de six mois a été isolée et purifiée en une seule étape, utilisant une chromatographie sur Sépharose activée par de la chloroéthylamine. La masse moléculaire de la protéine a été déterminée par électrophorèse avec SDS et a été estimée à 130 000 Da. La protéine possède une mobilité électrophorétique légèrement supérieure à celle de l'homme, ce qui suggère que la céruoplasmine du chamelon est compacte et plus acide. Le nombre d'atomes de cuivre par molécule de céruoplasmine a été de $5,8 \pm 0,3$. Le spectre optique de la céruoplasmine du chamelon a montré une absorption maximale à 610 nm attribuée au cuivre de type 1. Le spectre EPR a été totalement dépourvu d'un signal correspondant au cuivre de type 2. Les paramètres cinétiques de l'activité oxidasique, utilisant la p-phénylén-diamine comme substrat, ont été déterminés : $K_m = 0,42 \mu\text{M}$ NADH/mn/mg céruoplasmine et $V_{max} = 0,93$. Le pH optimal de l'activité a été de 5,7.

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - Ferroxidase - Purification - Poids moléculaire - Chromatographie - Electroforese.

Resumen

Essamadi A.K., Bengoumi M., Zaoui D., Faye B., Bellenchi G.C., Musci G., Calabrese L. Ceruloplasmina en el camello joven: purificación y caracterización parcial

Se aisló y se purificó la ceruloplasmina de un camello joven (seis meses de edad), mediante cromatografía única en sefarosa amino etil derivada. La masa molecular de la proteína, estimada mediante electroforesis SDS no reductora, fue aproximadamente de 130 000 Da. La movilidad electroforética de la ceruloplasmina del camello joven es ligeramente superior si comparada con la proteína humana, sugiriendo que la proteína es compacta y más ácida. El contenido de cobre fue estimado en $5,8 \pm 0,3$ átomos por molécula. Las cualidades espectroscópicas incluyeron una absorción máxima a 610 nm, la que podría atribuirse al tipo cobre 1. El espectro EPR fue completamente falto de señales típicas del tipo cobre 2. Los parámetros cinéticos de la ceruloplasmina del camello joven para la actividad específica de la oxidasa fenilendiamina-p, se determinaron como $K_m = 0,42 \mu\text{M}$ NADH/mn/mg Cp y $V_{max} = 0,93$. El pH ideal para la actividad fue de 5,7.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Ferroxidasa - Purificación - Peso molecular - Cromatografía - Electroforesis.

Evolution comparée de quelques paramètres minéraux, de l'ostéocalcine, du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D chez la chamelle du Sud marocain et son chamelon nouveau-né

M. El Khasmi ¹ F. Riad ¹ A. Safwate ¹
M. Bengoumi ² K. Hidane ³ M.J. Davicco ⁴
V. Coxam ⁴ B. Faye ⁵ J.P. Barlet ⁴

Mots-clés

Dromadaire - Animal allaitant - Animal nouveau-né - Plasma sanguin - Maroc.

Résumé

Dans cette étude a été établie une cinétique d'évolution post-partum des taux plasmatiques de quelques paramètres minéraux (Ca, P, Mg, Na et K), d'ostéocalcine, du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D, chez la chamelle en lactation du Sud marocain (n = 5) et chez son nouveau-né (n = 5). Les taux plasmatiques de Ca et de P (mg/l) chez le chamelon ont été supérieurs à ceux de la mère, depuis la naissance jusqu'au 30^e jour de vie. A la naissance, les taux plasmatiques de Mg, Na et K (mg/l) chez le chamelon ont été inférieurs aux valeurs maternelles. Chez le chamelon, les taux plasmatiques d'OC (ng/ml) ont été plus élevés que ceux de la mère depuis la naissance (3,4 ± 0,3 vs 0,7 ± 0,3; P < 0,05) jusqu'au 30^e jour postnatal (5,2 ± 0,5 vs 0,7 ± 0,3). Ces taux ont atteint leur maximum au 3^e jour postnatal chez le chamelon (6,8 ± 0,5) et au 4^e jour post-partum chez la chamelle (2,3 ± 0,4). Les concentrations plasmatiques (pg/ml) du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D chez le chamelon nouveau-né ont été plus faibles à la naissance que celles de la mère (respectivement 58,2 ± 12,4 vs 480 ± 59,7, P < 0,05, et 834,8 ± 61,5 vs 1 301 ± 209, P < 0,05). Ces concentrations néonatales sont devenues significativement plus élevées comparativement à la mère dès le 15^e jour postnatal pour le 25(OH)D (176,4 ± 19,6 vs 116,1 ± 30,4, P < 0,05) et dès le 7^e jour de vie pour le 1,25(OH)₂D (1 215 ± 248 vs 571 ± 64, P < 0,05). Ces résultats indiquent que, chez le dromadaire, l'OC pourrait être un biomarqueur fiable de la croissance osseuse néonatale et que les 25(OH)D et 1,25(OH)₂D pourraient jouer un rôle prépondérant dans la régulation de l'homéostasie calcique chez le nouveau-né et chez la mère en lactation.

INTRODUCTION

Chez les ruminants domestiques, la fin de la gestation et le déclenchement de la lactation correspondent à des périodes où les besoins en calcium et en phosphore occasionnés par la minéralisation du

squelette fœtal et l'excrétion mammaire sont intenses. Le 25 hydroxycholecalciférol (25-(OH)D) et le 1,25-dihydroxycholecalciférol (1,25-(OH)₂D) (2, 3) sont connus pour être des métabolites de la vitamine D stimulant l'absorption intestinale du calcium et jouant un rôle prépondérant dans la régulation de la croissance osseuse. Selon Delmas (13), l'ostéocalcine (OC) est un marqueur biochimique fiable de l'activité ostéoblastique et ses taux sériques sont parfaitement corrélés avec la vitesse du remodelage osseux (7).

Cette étude est une investigation sur les biomarqueurs de la croissance osseuse ; elle a été conduite en établissant une cinétique d'évolution des minéraux (Ca, P, Mg, Na et K), d'OC, du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D, depuis la parturition jusqu'au 30^e jour, dans le plasma de la chamelle allaitante et de son chamelon nouveau-né.

1. UR Hormones et métabolisme chez le dromadaire, Département de biologie, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Université Hassan II Mohammedia, Casablanca, Maroc

2. Iav Hassan II, Rabat, Maroc

3. Dpa, Service vétérinaire, Laâyoune Sahara, Maroc

4. Inra Clermont - Theix, France

5. Cirad-emvt, Montpellier, France

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude a été conduite sur cinq chamelles en lactation et leurs nouveau-nés. Ces animaux (*Camelus dromedarius*) appartenaient à la station d'élevage camelin de Laâyoune (Sud marocain à 1 500 km de Casablanca) et étaient en bon état sanitaire au moment de l'expérimentation. Agés de 9 ans, les animaux pesaient 300 ± 29 kg et étaient en 3^e lactation. Ils recevaient quotidiennement un mélange de foin de légumineuses et de concentré à base de céréales leur assurant une ingestion journalière de 5 g de Na, 25 g de K, 35 g de Ca et 10 g de P. Un traitement antiparasitaire bisannuel régulier a été administré. Les prises de sang, réalisées par ponction de la jugulaire externe, ont été effectuées à heure fixe (9 h) conjointement chez la mère et son nouveau-né aux stades 0 h, 24 h, 48 h, 3 j, 4 j, 6 j, 7 j, 10 j, 15 j et 30 j post-partum. Chaque prélèvement sanguin a été recueilli dans un tube hépariné recevant 10 µl d'iniprol (laboratoires Choay, Gentilly, France; 500 KUI/ml). Les échantillons ont ensuite été immédiatement placés dans un bain de glace. Après centrifugation à 3 500 g pendant 10 min, les plasmas ont été recueillis et congelés à -20 °C jusqu'aux dosages ultérieurs.

Na et K ont été dosés par spectrophotométrie de flamme après dilution dans une solution de chlorure de césium. Ca et Mg ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique à la suite d'une dilution au lanthane. Les phosphates ont été mesurés par colorimétrie (Kit Biotrol; Phosphore monoréactif, Biotrol, Paris, France). Les concentrations plasmatiques 25(OH)D et 1,25(OH)₂D, ont été mesurées par dosage par radiorécepteur (25-hydroxyvitamin D ³H RRA Kit ; 1,25dihydroxy vitamin D ³H RRA Kit; Dia - Sorin, Stillwater, MN, USA) (25). Dans les conditions expérimentales de dosage du 1,25(OH)₂D de cette étude, les variations intra et interdosages ont été respectivement de 6 et 7,5 p. 100. La sensibilité a été de 5 pg/ml. Pour le 25(OH)D, les variations intra et interdosages ont été respectivement de 7 et 8 p. 100. La sensibilité a été de 6 pg/ml. La détermination des concentrations plasmatiques d'OC a été réalisée par dosage radioimmunologique (Dia - Sorin) (14). Dans les conditions expérimentales de cette étude, la sensibilité de la méthode a été de 0,2 ng/ml, les précisions intra et interdosages ont été respectivement de 6 et 9 p. 100.

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne plus ou moins l'écart-type ($X \pm SEM$). L'influence éventuelle du temps a été évaluée par l'analyse de variance à une voie. La signification des différences a été appréciée en utilisant le test non paramétrique U de Mann et Whitney.

■ RESULTATS

Minéraux

La cinétique d'évolution des paramètres minéraux a montré que, immédiatement après la naissance, les concentrations plasmatiques du Ca (mg/l) et du P (mg/l) du chamelon nouveau-né étaient supérieures ($P < 0,05$) à celles de la chamelle mère (respectivement $110,1 \pm 4,2$ vs $92,8 \pm 2,0$ et $61,6 \pm 2,1$ vs $54,8 \pm 1,2$), alors que celles du Mg (mg/l), du Na (mmol/l) et du K (mmol/l) étaient plus faibles ($P < 0,05$) que celles de la mère (respectivement $21,2 \pm 2,2$ vs $26,8 \pm 2,1$; $164,8 \pm 4,4$ vs $174,1 \pm 3,6$ et $5,4 \pm 0,6$ vs $6,3 \pm 0,1$). Au 30^e jour de vie postnatale, la calcémie et la phosphatémie du nouveau-né sont restées supérieures ($P < 0,05$) aux valeurs maternelles (respectivement $108,0 \pm 4,5$ vs $98,1 \pm 1,8$ et $66,6 \pm 2,4$ vs $60,3 \pm 1,5$), alors que la natrémie et la kaliémie du nouveau-né sont demeurées basses ($P < 0,05$) comparativement à

la mère (respectivement $160,0 \pm 4,8$ vs $170,2 \pm 4,0$ et $5,4 \pm 0,2$ vs $6,8 \pm 0,4$). Au 7^e jour de vie, le chamelon a montré une magnésémie statistiquement non différente de celle de la mère ($25,2 \pm 2,2$ vs $26,6 \pm 2,0$) (tableau I).

OC et métabolites de la vitamine D

Les concentrations plasmatiques d'OC (ng/ml) du chamelon nouveau-né ont été supérieures ($P < 0,05$) à celles de la mère, depuis la naissance jusqu'au 30^e jour de vie ($3,4 \pm 0,3$ vs $0,7 \pm 0,3$ à la naissance ; $5,2 \pm 0,5$ vs $0,7 \pm 0,3$ au 30^e jour postnatal) (figure 1). Chez la chamelle, la parturition a été suivie d'une augmentation progressive du taux plasmatique d'OC, pour atteindre un maximum le 4^e jour post-partum ($2,3 \pm 0,5$) ($P < 0,05$ par comparaison aux valeurs à la mise bas). Ce taux n'est revenu à la valeur initiale qu'au-delà de sept jours après la délivrance (figure 1).

A la naissance, les taux plasmatiques (pg/ml) du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D chez le chamelon ont été statistiquement inférieurs ($P < 0,05$) à ceux de la mère respectivement $58,2 \pm 12,4$ vs 480 ± 60 et 835 ± 62 vs 1510 ± 209 (figure 1). Sept jours après la naissance, les concentrations plasmatiques du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D du chamelon nouveau-né ont été significativement plus élevées comparativement aux valeurs maternelles à la naissance (126 ± 16 vs 58 ± 12 , $P < 0,05$; 3211 ± 307 vs 835 ± 62 , $P < 0,01$; par rapport au 10^e jour postnatal) (figure 1). Cependant chez la chamelle, les taux plasmatiques du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D ont montré une diminution significative ($P < 0,01$; par comparaison avec les valeurs à la mise bas) dès le 7^e jour post-partum (respectivement 122 ± 33 vs 480 ± 60 et 571 ± 64 vs 1510 ± 209) (figure 1).

■ DISCUSSION

Chamelon nouveau-né

L'évolution néonatale des taux plasmatiques de Ca, P, Mg, Na et K chez les animaux de cette étude a été voisine de celle observée par Elias et Yagil (15) et Bengoumi (4) chez le chamelon nouveau-né. La cinétique concernant Ca, P et Mg a également été comparable à celle mise en évidence chez le veau nouveau-né sain (12). Selon Rückebusch (28), la naissance a été caractérisée par un brusque passage d'une alimentation parentérale continue (au cours de la gestation) à une alimentation orale discontinue ; l'hypercalcémie et l'hyperphosphatémie néonatales des chamelons de cette étude (tableau I) pourraient être considérées, au moins en partie, comme une réponse physiologique à l'augmentation des besoins en calcium et en phosphore déterminés essentiellement par la croissance tissulaire et la minéralisation du squelette (8). D'ailleurs, l'ostéocalcémie qui est un biomarqueur fiable de la croissance osseuse (13) a été élevée chez les chamelons de cette étude en période postnatale (figure 1) comparativement à la mère postparturiente. Des observations similaires ont été rapportées chez l'agneau (10), le veau (12) et le nourrisson (23).

Les taux plasmatiques du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D réduits à la naissance (0 h) se sont élevés significativement au bout d'une semaine de vie (figure 1). Des observations similaires ont été rapportées chez l'agneau nouveau-né (10).

Toutefois, le 25(OH)D, tritié, administré immédiatement après la naissance à des agneaux, n'a été métabolisé en 1,25(OH)₂D qu'après 18 jours de vie postnatale (10). Chez des rats nouveau-nés ayant subi le même traitement, le 25(OH)D apparaît dans la

Tableau I

Evolution *post-partum* des taux plasmatiques (mg/l) de calcium, phosphore, magnésium, sodium et potassium chez la chamelle en lactation et le chamelon nouveau-né (n = 5)

	0 h	1 j	2 j	3 j	4 j	5 j	6 j	7 j	10 j	15 j	30 j
Calcium											
Chamelon	110,1* ± 4,2	106,6* ± 3,0	106,4* ± 4,2	105,4* ± 3,9	104,1* ± 4,1	103,4* ± 4,3	103,8* ± 3,7	104,2* ± 3,7	105,3* ± 4,6	106,0* ± 4,0	108,0* ± 4,5
Chamelle	92,8 ± 2,0	98,5 ± 2,6	98,6 ± 2,4	97,6 ± 1,8	96,6 ± 1,6	96,2 ± 1,7	97,1 ± 1,8	99,6 ± 1,6	98,2 ± 2,1	98,8 ± 2,0	98,1 ± 1,8
Phosphore											
Chamelon	61,6* ± 2,1	64,5* ± 2,0	64,4* ± 1,9	64,5* ± 2,4	63,8* ± 2,3	63,4* ± 2,1	65,1* ± 2,3	66,8* ± 1,8	64,9* ± 2,7	63,3* ± 2,0	66,6* ± 2,4
Chamelle	54,8 ± 1,2	59,5 ± 1,4	60,1 ± 1,4	60,2 ± 1,5	59,1 ± 1,4	58,4 ± 2,0	59,5 ± 1,5	60,4 ± 2,3	60,6 ± 1,7	58,5 ± 1,6	60,3 ± 1,5
Magnésium											
Chamelon	21,2* ± 2,2	22,1* ± 1,8	22,8* ± 2,1	23,1* ± 2,0	22,3* ± 2,1	22,0* ± 2,2	22,7* ± 2,3	25,2 ± 2,2	26,1 ± 1,8	26,8 ± 2,4	26,4 ± 2,6
Chamelle	26,8 ± 2,1	26,3 ± 1,9	27,6 ± 1,8	27,2 ± 1,1	26,1 ± 1,1	26,4 ± 1,3	27,1 ± 1,6	26,6 ± 2,0	27,9 ± 1,4	27,8 ± 1,4	25,9 ± 2,0
Sodium											
Chamelon	164,8* ± 4,4	161,0* ± 5,4	162,3* ± 5,0	160,7* ± 4,0	160,4* ± 5,4	161,4* ± 4,3	162,7* ± 4,6	163,9* ± 4,2	162,8* ± 4,9	161,3* ± 5,1	160,0* ± 4,8
Chamelle	174,1 ± 3,6	172,2 ± 4,3	174,2 ± 5,1	173,4 ± 5,6	173,6 ± 5,4	173,1 ± 5,5	174,2 ± 5,4	173,9 ± 4,1	172,4 ± 4,3	173,1 ± 5,4	170,2 ± 4,0
Potassium											
Chamelon	5,4* ± 0,6	5,8* ± 0,8	6,1* ± 0,2	5,6* ± 0,6	5,4* ± 0,4	5,1* ± 0,4	5,3* ± 0,5	5,6* ± 0,8	5,0* ± 0,3	5,7* ± 0,6	5,4* ± 0,2
Chamelle	6,3 ± 0,1	6,9 ± 0,2	7,0 ± 0,2	6,8 ± 0,4	6,7 ± 0,3	6,9 ± 0,3	6,8 ± 0,2	6,9 ± 0,3	6,4 ± 0,5	7,1 ± 0,4	6,8 ± 0,4

* P < 0,05, comparaison simultanée de la mère et du nouveau-né

circulation dès le premier jour, alors que le 1,25(OH)₂D reste absent jusqu'au 7^e jour (29). La présence simultanée du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D à la naissance dans le plasma (figure 1) des chamelons témoigne d'un degré de maturation élevée de la fonction rénale dans l'hydrolyse du 25(OH)D en 1,25(OH)₂D. En effet, au niveau des tubules rénaux, le 25(OH)D a subi une hydroxylation alpha 1, pour se transformer en 1,25(OH)₂D qui est le métabolite le plus actif de la vitamine D (6).

Chamelle en lactation

Chez les chamelles allaitantes de cette étude, l'établissement de la sécrétion lactée a été associé à des taux plasmatiques élevés de 25(OH)D et de 1,25(OH)₂D. Cette élévation pouvait être due à une fuite calcique mammaire importante, en absence de toute variation significative de la calcémie (tableau I, figure 1). En effet, Riad et coll. (25) ont rapporté des taux plasmatiques de 1,25(OH)₂D, plus élevés chez la chamelle au 2^e mois de lactation, comparativement à la femelle vide non lactante pour des calcémies similaires chez les

deux lots d'animaux. L'élévation *post-partum* des taux plasmatiques du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D a été rapportée également chez la femme allaitante (18), ainsi que chez la vache (21), la brebis (26), la rate (5) et la truie (19) allaitantes.

Le 1,25(OH)₂D stimule l'absorption intestinale de Ca et de P (30), améliore le contenu minéral osseux (20), la masse osseuse trabéculaire et corticale (16) ainsi que la résistance osseuse (1). De plus, ce stéroïde module la prolifération et la différenciation des leucocytes mononucléaires (22) augmente le nombre et l'activité des ostéoblastes (17) et inhibe l'activité et l'expression de leur phosphatase alcaline (9). Ces effets physiologiques mettent en évidence le rôle prépondérant que pourrait jouer le 1,25(OH)₂D au cours du stade physiologique de la lactation, caractérisé par l'exportation mammaire phosphocalcique, et le remodelage osseux. Au cours de la lactation, le 1,25(OH)₂D accroît la teneur du lait en Ca et en P chez la chamelle (25) et chez la vache (27). Des récepteurs spécifiques à ce stéroïde ont d'ailleurs été mis en évidence au niveau de la glande mammaire (11).

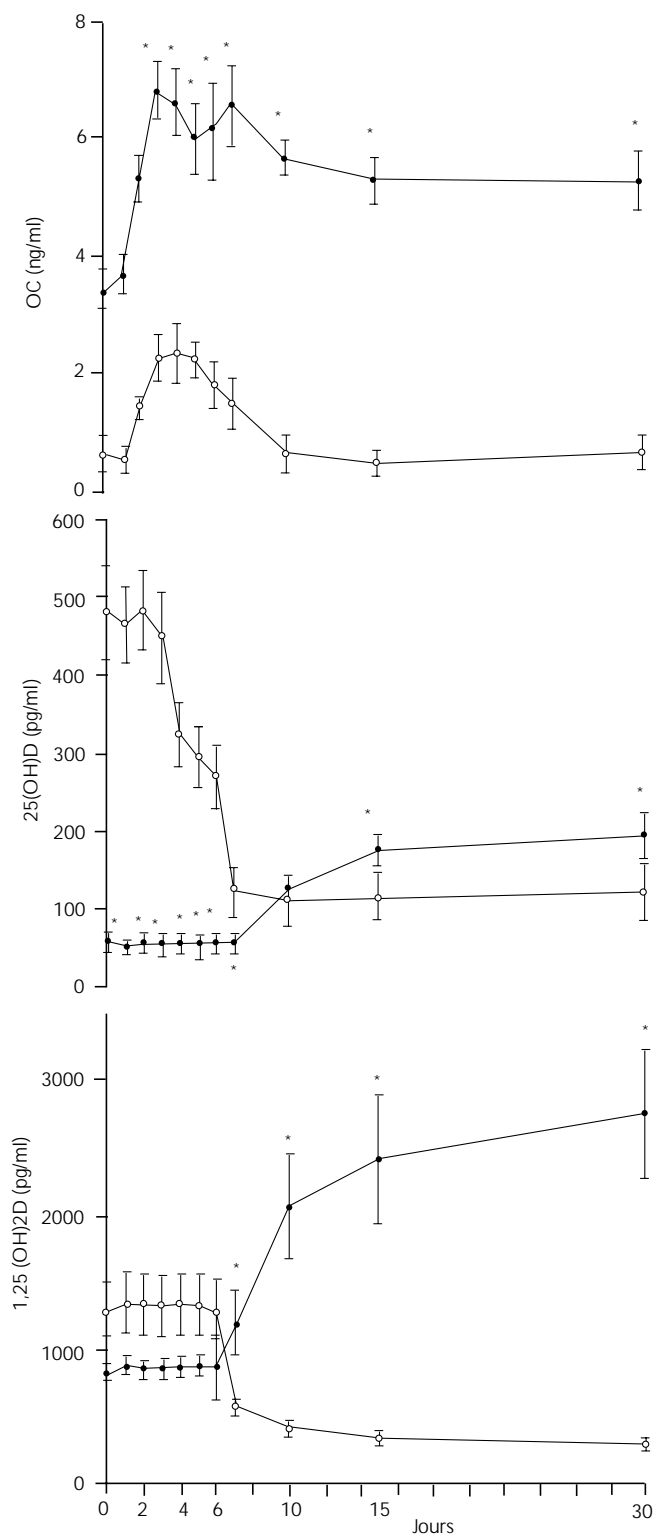


Figure 1 : Evolution post-partum des taux plasmatiques d'ostéocalcine, du 25(OH)D et du 1,25(OH)₂D chez la femelle en lactation (○) et son nouveau-né (●) ; * p < 0,05 ; comparaison simultanée de la mère et du nouveau-né.

■ CONCLUSION

L'hypercalcémie et l'hyperphosphatémie néonatales, observées chez le chamelon, pourraient être dues, au moins en partie, à l'exportation lactée mammaire (mère vers le nouveau-né) de Ca et de P, associée vraisemblablement à une très bonne absorption

intestinale, comme en témoignent les fortes concentrations des métabolites de la vitamine D (25(OH)D et 1,25(OH)₂D). Cette évolution néonatale de la calcémie et de la phosphatémie associée à l'élévation des taux plasmatiques d'OC révèle une ostéogenèse intense chez le chamelon. Chez la chamelle allaitante, les taux plasmatiques post-partum élevés de 25(OH)D et de 1,25(OH)₂D pourraient contribuer au maintien de l'homéostasie calcique malgré l'exportation mammaire du Ca en début de lactation.

Remerciements

Ce travail a pu être en grande partie réalisé grâce au soutien financier de la Fondation internationale pour la Science, Suède (B/1980).

BIBLIOGRAPHIE

- AERSENS J., VAN AUDEKERCKE R., TALALAJ M., VAN VLASSELAER P., BRAMM E., GEUSENS P., DEQUEKER J., 1994. Effect of 1 α -vitamin D3 on bone strength and composition in growing rats with and without corticosteroid treatment. *Calcif. Tissue int.*, **55**: 443-450.
- BARLET J.P., 1975. Influence du alpha-hydroxy-cholecalciférol sur la calcémie et la phosphatémie des bovins. *C.R. Acad. Sci. D*, **281** : 1497-1500.
- BARLET J.P., NGUYEN T.M., DAVICCO M.J., DARDILLAT C., LEFAIVRE J., GARABEDIAN M., 1981. Plasma levels of vitamin D metabolites in the bovine species during the perinatal period. *Reprod. Nutr. Develop.*, **21**: 127-134.
- BENGOUMI M., 1992. Biochimie clinique du dromadaire et mécanisme de son adaptation à la déshydratation. Thèse Doct. ès Sci. agronom. vét., Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 184 p.
- BOUILLON R., VAN DOREN G., VAN BAELEN H., DE MOOR P., 1978. Immunochemical measurement of the vitamin D - binding protein in rat serum. *Endocrinology*, **102**: 1710-1715.
- BROMMAGE R., DE LUCA H.F., 1985. Regulation of bone mineral loss during lactation. *Am. J. Physiol.*, **248**: E182-E187.
- BROWN J.P., DELMAS P.D., MALAVAL L., EDOUARD C., CHAPUY M.C., MEUNIER P.J., 1984. Serum bone Gla-protein: a specific marker for bone formation in postmenopausal osteoporosis. *Lancet*: 1091-1093.
- CAVERSAZIO J., BONJOUR J.P., 1992. IGF-1 et homéostasie du phosphate pendant la croissance. *Néphrologie*, **13** : 109-113.
- CHENTOUNI J., MARIE P.J., 1994. Interactions between retinoic acid and 1,25 dihydroxyvitamin D in mouse immortalized osteoblastic C1 cells. *Am. J. Physiol.*, **266**: C1247-C1256.
- COLLIGNON H., DAVICCO M.J., BARLET J.P., 1996. Metacarpal growth and systemic markers of bone metabolism in the ovine fetus. *Reprod. Fert. Develop.*, **8**: 287-295.
- COLSTON K.W., BERGER U., WILSON P., HADCOCKS L., NAEEM I., EARL H.M., COOMBS R.C., 1988. Mammary gland 1,25 dihydroxyvitamin D3 receptor content during pregnancy and lactation. *Mol. Cell. Endocrinol.*, **60**: 15-22.
- COXAM V., 1990. Régulation de l'axe somatotrope chez le veau au cours de la période périnatale, relations avec la croissance osseuse. Thèse Doct., Université II Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France, 226 p.
- DELMAS P.D., 1992. Clinical use of biochemical markers of bone remodeling in osteoporosis. *Bone*, **13**: 517-521.
- DELMAS P.D., WAHNER H.W., MANN K.G., RIGGS B.L., 1983. Assessment of bone turnover in postmenopausal osteoporosis by measurement of serum bone Gla-protein. *J. clin. Endocrinol. Metab.*, **102**: 470-476.
- ELIAS E., YAGIL R., 1984. Haematological and serum biochemical values in lactating camels (*Camelus dromedarius*) and their newborn. *Refuah Vet.*, **41**: 7-13.
- FAUGERE M.C., OKAMOTO S., DELUCA H.F., MALLUCHE H.H., 1986. Calcitriol corrects bone loss induced by oophorectomy in rats. *Am. J. Physiol.*, **250**: E35-E38.

17. HOLTROP M.E., COX K.A., CLARK M.R., HOLICK M.F., ANAST C.S., 1981. 1,25-dihydroxycholecalciferol stimulates osteoclasts in rat bones in the absence of parathyroid hormone. *Endocrinology*, **108**: 2293-2301.
18. KALKAWARF H.J., SPECKER B.L., HO M., 1999. Effects of calcium supplementation on calcium homeostasis and bone turnover in lactating women. *J. clin. Endocrinol. Metab.*, **84**: 464-470.
19. LACHENMAIER-CURRLE U., HARMEYER J., 1989. Placental transport of calcium and phosphorus in pigs. *J. Perinat. Med.*, **17**: 127-136.
20. LINDGREN V., DELUCA H.F., 1982. Role of parathyroid hormone and 1,25-dihydroxy vitamin D₃ in the development of osteopenia in oophorectomized rats. *Calcif. Tissue int.*, **34**: 510-514.
21. NAITO Y., SHINDO N., SATO R., MURAKAMI D., 1990. Plasma osteocalcin in preparturient and postparturient cows: correlation with plasma 1,25-dihydroxyvitamin D, calcium, and inorganic phosphorus. *J. Dairy Sci.*, **73**: 3481-3484.
22. NONNECKE B.J., FRANKLIN S.T., REINHARDT T.A., HORST R.L., 1993. *In vitro* modulation of proliferation and phenotype of resting and mitogen-stimulated bovine mononuclear leukocyte by 1,25-dihydroxyvitamin D₃. *Vet. Immunol. Immunopath.*, **38**: 75-89.
23. PITTARD W.B., GEDDES K.M., HULSEY T.C., HOLLIS B.W., 1992. Osteocalcin skeletal alkaline phosphatase, and bone mineral content in low birth weight infants: a longitudinal assessment. *Pediatr. Res.*, **31**: 181-185.
24. RIAD F., 1995. Régulation endocrinienne du métabolisme hydroélectrolytique et phosphocalcique chez le dromadaire. Thèse Doct. Etat ès Sciences, Université Hassan II, Faculté des Sciences II, Ben M'sik Casablanca, Maroc, 225 p.
25. RIAD F., BENGOUNI M., DAVICCO M.J., SAFWATE A., BARLET J.P., 1994. Influence of 1 α hydroxy cholecalciferol on calcium and phosphorus concentration in camel milk. *J. Dairy. Res.*, **61**: 567-571.
26. ROSS R., CARE A.D., PICARD D.W., PEACOCK N., ROBINSON J.S., 1978. Plasma 25-hydroxyvitamin D levels in the sheep fetus and neonate. *J. Endocrinol.*, **71**: 84.
27. ROUX R., DAVICCO M.J., CARRILLO B.J., BARLET J.P., 1979. Solanum glaucophyllum in pregnant cows. Effect on colostrum mineral composition and plasma calcium and phosphorus levels in dams and newborn calves. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **19**: 91-101.
28. RUCKEBUSCH Y., 1982. Homéostasie foetale et autonomie neonatale. In: XIV^e journées du grenier de Theix, Inra-Theix, France, 15-17 décembre 1982. Clermont-Ferrand, France, Inra, p. 95-114.
29. WEISSMAN Y., SAPIR R., HARELL A., EDELSTEIN S., 1976. Maternal-perinatal interrelationships of vitamin D metabolism in rats. *Biochem. Biophys. Acta*, **428**: 388-95.
30. YANO F., YANO H., BREVES G., 1991. Calcium and phosphorus metabolism in ruminants. In: Proc. 7th int. Symposium on Ruminant Physiology. London, UK, Academic Press, p. 277-285.

Summary

El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. Comparative evolution of some minerals, osteocalcin, 25(OH)D and 1,25(OH)₂D in the female camel and its newborn in South Morocco

Postpartum kinetics of plasma minerals (Ca, P, Mg, Na and K), osteocalcin, 25(OH)D and 1,25(OH)₂D were observed in the lactating camel (n = 5) and its newborn (n = 5) in South Morocco. Ca and P plasma levels (mg/l) were higher in camel calves than in dams from birth up to day 30 of life. At birth, Mg, Na and K plasma levels (mg/l) were lower in camel calves than in dams. OC plasma levels (ng/ml) were higher in camel calves than in their mothers from birth (3.4 ± 0.3 vs. 0.7 ± 0.3, P < 0.05) up to day 30 of life (5.2 ± 0.5 vs. 0.7 ± 0.3). These levels reached their maximum at day 3 after birth in camel calves (6.8 ± 0.5) and at day 4 postpartum in dams (2.3 ± 0.4). Plasma levels (pg/ml) for 25(OH)D and 1,25(OH)₂D in newborn calves were lower at birth than those in dams (58.2 ± 12.4 vs. 480 ± 59.7, P < 0.05, and 834.8 ± 61.5 vs. 1301 ± 209, P < 0.05, respectively). These neonatal levels became significantly higher compared to those of the dams as early as day 15 after birth for 25(OH)D (176.4 ± 19.6 vs. 116.1 ± 30.4, P < 0.05), and day 7 after birth for 1,25(OH)₂D (1215 ± 248 vs. 571 ± 64, P < 0.05). These results show that OC could be a reliable biomarker for neonatal bone growth in camel and that 25(OH)D and 1,25(OH)₂D might play a major role in calcium homeostasis regulation in newborn calves and their lactating dams.

Key words: Dromedary - Suckler animal - Newborn animal - Blood plasma - Morocco.

Resumen

El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., Faye B., Barlet J.P. Evolución comparada de algunos parámetros minerales, de la osteocalcina, del 25(OH)D y del 1,25(OH)₂D en la camella del sur marroquí y su camello recién nacido

En el presente estudio se estableció una cinética de la evolución post parto, de las tasas plasmáticas de algunos parámetros minerales (Ca, P, Mg, Na y K), de la osteocalcina, del 25(OH)D y del 1,25(OH)₂D, en la camella lactante del Sur marroquí (n = 5) y en su recién nacido. Los niveles plasmáticos de Ca y de P (mg/l) en el camello joven son superiores a los de la madre, desde el nacimiento hasta el día 30 de vida. Al nacimiento, los niveles plasmáticos (mg/l) de Mg y de K en el camello joven son inferiores a los valores maternos. En el camello joven, los niveles plasmáticos de OC (ng/ml) son más elevados que los de la madre, después del nacimiento (3,4 ± 0,3 vs 0,7 ± 0,3, P < 0,05) y hasta el día 30 post nacimiento (5,2 ± 0,5 vs 0,7 ± 0,3). Estos niveles alcanzan un máximo al tercer día postnatal en los camellos jóvenes (6,8 ± 0,5) y al 4to día post parto en la hembra (2,3 ± 0,4). Las concentraciones plasmáticas (pg/ml) del 25(OH)D y del 1,25(OH)₂D en el camello recién nacido son más bajas al nacimiento que las de la madre (58,2 ± 12,4 vs 480 ± 59,7, P < 0,05, y 834,8 ± 61,5 vs 1301 ± 209, P < 0,05 respectivamente). Estas concentraciones neonatales se tornan significativamente más elevadas, con respecto a la madre, a partir del día 15 post nacimiento para el 25(OH)D (176,4 ± 19,6 vs 116,1 ± 30,4, P < 0,05) y a partir del día 7 de vida para el 1,25(OH)₂D (1215 ± 248 vs 571 ± 64, P < 0,05). Estos resultados indican que en el dromedario, la OC podría ser un marcador biológico fiable del crecimiento óseo neonatal y que el 25(OH)D y del 1,25(OH)₂D podrían jugar un papel preponderante en la regulación de la homeostasis calcica, tanto en el recién nacido como en la madre lactante.

Palabras clave: Dromedario - Animal de cría - Animal recién nacido - Plasma sanguíneo - Marruecos.

EFFET DU PEPTIDE APPARENTE A L'HORMONE PARATHYROIDIENNE (PTHrP) SUR L'ABSORPTION INTESTINALE DU D-XYLOSE CHEZ LE CHAMELON NOUVEAU-NE DU SUD MAROCAIN

M. El Khasmi¹ F. Riad¹ A. Safwate¹ M. Bengoumi² K. Hidane³
M.J. Davicco⁴ V. Coxam⁴ B. Faye⁵ J.P. Barlet⁴

Mots-clés : Dromadaire - Animal nouveau-né - Peptide - Hormone - Parathyroïde - D-xylose.

Key words: Dromedary - Newborn animal - Peptide - Hormone - Parathyroid gland - D-xylose.

■ Introduction

Le peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP), responsable de l'hypercalcémie associée à certaines formes de cancer, est normalement produit par les parathyroïdes fœtales et les membranes placentaires des ruminants domestiques (17), et par la glande mammaire sous l'influence de l'élévation de la prolactinémie, induite par la traite ou par la tétée (18). Au cours de la gestation, le peptide stimule les transferts placentaires et paraît responsable du maintien du gradient calcique materno-fœtal (3). Chez la chèvre en première semaine de lactation, le PTHrP augmente les concentrations du lait en calcium, phosphore et magnésium, sans modifier les quantités de lait produites (2). Des résultats similaires ont été observés chez la chamelle (16). Le PTHrP est présent dans le lait à des concentrations élevées (nanomolaires) par rapport à celles mesurées simultanément dans le plasma maternel chez la vache, la chèvre, la truie et la femme (5, 19).

Le test du xylose est couramment utilisé pour l'évaluation de l'absorption intestinale (14, 20). En effet, la présence du PTHrP dans le colostrum pose le problème de son action éventuelle sur l'absorption intestinale au cours de la croissance néonatale. Dans ce travail, l'effet du PTHrP sur l'absorption intestinale chez le chameleon nouveau-né a été étudié en utilisant le xylose comme marqueur biochimique.

■ Matériel et méthodes

Animaux

L'étude a été conduite sur 12 chameleons nouveau-nés mâles et femelles âgés de deux jours et pesant 35 ± 2 kg à la naissance. Ces animaux appartenaient à la station d'élevage camelin de Laâyoune (Sud marocain) et étaient en bon état sanitaire au moment de l'expérimentation. Les chameleons ont été séparés de leurs mères dès la naissance et ont été répartis en quatre lots de trois animaux chacun. Pendant les deux premiers jours de vie postnatale, le 1^{er}

lot a été nourri au colostrum maternel, les trois autres ont été nourris exclusivement au lait artificiel (lait de soja).

Au troisième jour postnatal (9 h a.m.), les 1^{er} et 2^e lots ont reçu par voie orale 0,5 g de xylose par kilogramme de poids vif (pv), additionné respectivement au colostrum et au lait artificiel (supplémenté en 0,175 nmole de PTHrP) à raison de 10 p. 100. A la fin de l'administration, les deux lots ont reçu une perfusion intraveineuse (iv) de 15 ml de NaCl 0,9 p. 100 contenant 0,01 p. 100 de sérum albumine bovine. Le 3^e lot et le 4^e, utilisé comme témoin, ont reçu par la même voie et à la même dose du xylose ajouté au lait artificiel et une perfusion iv, respectivement de 15 ml d'une solution contenant 0,175 nmole de PTHrP et de NaCl 0,9 p. 100 au même volume.

Le PTHrP (1-34) synthétique (Bissendorf Biochemicals GmbH, Hanovre, Allemagne) a été dissous dans du NaCl contenant 0,01 p. 100 de sérum albumine bovine. Le lait de soja a été additionné de protéines, lipides, lactose et minéraux, de façon à ce que sa composition soit analogue à celle du colostrum camelin.

Prélèvements sanguins

Le sang a été prélevé 30 min avant le test, au moment de l'administration du xylose (0 min) et à 30 min d'intervalles durant 3 h après celle-ci. Les prélèvements sanguins ont été réalisés dans des tubes contenant de l'héparine et placés immédiatement à 4 °C dans un bain de glace, puis centrifugés 15 min à 3 500 rpm. Les plasmas ont été ensuite conservés à -20 °C jusqu'au dosage du D-xylose.

Dosage du D-xylose

Le D-xylose plasmatique a été dosé par colorimétrie, selon la méthode de phloroglucinol (8, 13). Les résultats sont présentés sous forme de moyenne (plus ou moins l'écart-type). Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les valeurs mesurées chez les différents groupes. Dans chaque groupe, les valeurs mesurées avant et après traitement ont été comparées en utilisant l'analyse de variance à une voie.

■ Résultats

En présence du PTHrP, les taux plasmatiques du xylose (mg/dl) ont été de l'ordre de $26,2 \pm 3$, $18,4 \pm 3,3$ et $27,5 \pm 4,4$, respectivement chez les 1^{er}, 2^e et 3^e lots, au bout de 150 min d'administration du xylose. Ces valeurs ont été significativement plus élevées ($P < 0,05$) que celle du lot témoin ($10,1 \pm 2,6$) et sont restées plus élevées ($P < 0,05$) jusqu'à la fin du test ($5,4 \pm 0,5$, $3,9 \pm 0,4$ et $6,2 \pm 1,4$, respectivement chez les 1^{er}, 2^e et 3^e lots ; $1,2 \pm 0,3$ chez le lot témoin (figure 1).

1. UR Hormones et métabolisme chez le dromadaire, Département de Biologie, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Université Hassan II Mohammedia, Casablanca, Maroc

2. Iav Hassan II, Rabat, Maroc

3. Dpa, Service vétérinaire, Laâyoune, Sahara, Maroc

4. Inra Clermont - Theix, France

5. Cirad-emvt, Montpellier, France

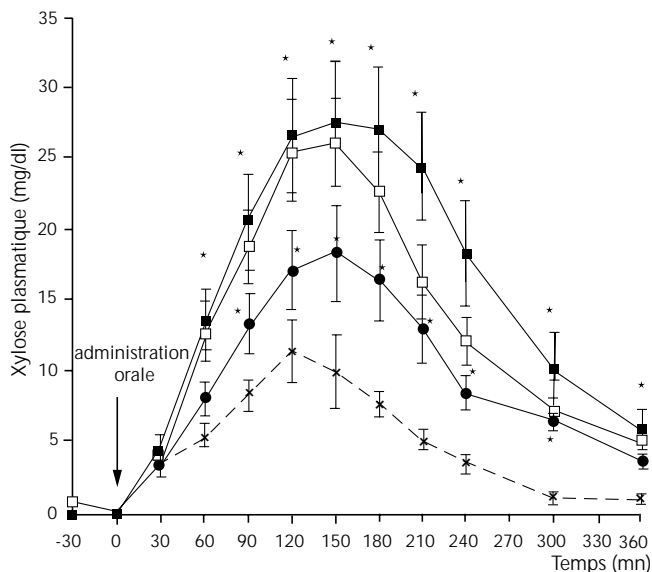


Figure 1 : concentrations plasmatiques du xylose administré par voie orale (0,5 g/kg pv) dans du colostrum (—□—) ou dans du lait de soja, supplé (—●—) ou non (—*—) en PTHrP, ou dans du lait de soja en présence du peptide perfusé en intraveineuse (—■—), chez le chamelon nouveau-né ($M \pm ET$; * $P < 0,05$: comparaison par rapport au témoin (—*—))

■ Discussion

Distribuée dans le lait artificiel ou le colostrum maternel à raison de 0,5g/kg pv, la cinétique d'apparition du xylose dans le plasma des animaux de cette étude a été similaire à celle rapportée chez le veau (20). L'absorption du D-xylose pourrait être influencée par la prise alimentaire (10) et l'âge (14). Elle se fait essentiellement au niveau de l'intestin (12), mais elle est absente au niveau du colon (6).

Le PTHrP colostral ou additionné au lait de remplacement a accéléré la vitesse de passage du xylose (marqueur de l'absorption intestinale) dans le sang des chamelons de cette étude. Un effet similaire a été rapporté chez le veau nouveau-né. Chez ce dernier, 21 p. 100 de la quantité du D-xylose (0,5 g/kg pv) additionnée au colostrum ont été absorbés (4). Cette absorption est significativement plus élevée que celle obtenue chez le veau ayant reçu du lait artificiel supplé en D-xylose à la même dose (9).

Le PTHrP pourrait intervenir chez le nouveau-né, dans le processus de différenciation cellulaire intestinale, dans le contrôle de la motricité du tractus digestif et dans celui de l'absorption des minéraux de la ration (1). Selon Budayr et coll. (5), les problèmes d'hypocalcémie néonatale sont plus fréquents chez les enfants nourris au biberon que chez ceux élevés au sein, ce qui suggère l'importance physiologique néonatale du PTHrP, comme celle des autres hormones contenues dans le colostrum et le lait (11). En effet, le PTHrP fourni par le lait pourrait stimuler l'absorption du xylose en agissant sur la motricité du tractus digestif. Chez le porc et le rat, ce peptide provoque le relâchement des parois gastriques et intestinales (15). Cependant, outre l'effet stimulateur de l'absorption du xylose, ce peptide induit une stimulation rapide et transitoire de l'absorption calcique intestinale chez le poulet (21). Au niveau de l'épithélium ruminal du mouton, il stimule l'absorption de Ca et de P (7).

Le PTHrP présent dans le colostrum de la chamelle pourrait jouer un rôle physiologique important dans l'activation des processus de l'absorption intestinale postprandiale, afin de satisfaire les besoins de la croissance néonatale encore intenses chez le chamelon.

Remerciements

Ce travail a pu être en grande partie réalisé grâce au soutien de la Fondation internationale pour la Science, Stockholm (Bourse B/1980).

BIBLIOGRAPHIE

- BARLET J.P., 1993. Données nouvelles concernant le rôle du peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP) au cours de la gestation et de la lactation et chez le nouveau-né. *Rec. Méd. vét.*, **169** : 529-536.
- BARLET J.P., CHAMPREDON C., COXAM V., DAVICCO M.J., TRESSOL J.C., 1992. Parathyroid hormone-related peptide might stimulate calcium secretion into the milk of goats. *J. Endocrinol.*, **132**: 353-359.
- BARLET J.P., DAVICCO M.J., COXAM V., 1990. Synthetic parathyroid hormone-related peptide (1-34) fragment stimulates placental calcium transfer in ewes. *J. Endocrinol.*, **127**: 33-37.
- BOYD J.W., BOYD A.J., 1987. Computer model of the absorption and distribution of colostral immunoglobulins in the newborn calf. *Res. vet. Sci.*, **43**: 291-296.
- BUDAYR A.A., HALLORAN B.P., KING J.C., DIEP D., NISSENSON R.A., STREWLER G.J., 1989. High levels of a parathyroid hormone like protein in milk. *Proc. natl. Acad. Sci.*, **86**: 7183-7186.
- CHERBUT C., RUCKBUSCH Y., 1985. The effect of indigestible particles on digestive transit and colonic motility in dogs and pigs. *Br. J. Nutr.*, **53**: 549-557.
- DUA K., LEONHARD S., MARTENS H., ABBAS S.K., CARE A.D., 1994. Effects of parathyroid hormone and parathyroid hormone-related protein on the rates of absorption of Mg, Ca, Na, K, and P ions from the reticulorumen of sheep. *Exp. Physiol.*, **79**: 401-408.
- EBERTS T.J., SAMPLES R.H.B., GLICK M.R., ELLIS G.H., 1979. A simplified colorimetric micromethod for xylose in serum or urine, with phloroglucinol. *Clin. Chem.*, **25**: 1440-1443.
- HAMMON H., BLUM J.W., 1997. Prolonged colostral feeding enhances xylose absorption in neonatal calves. *J. Anim. Sci.*, **75**: 2915-2919.
- JACOBS K.A., NORMAN P., HODGSON D.R.G., 1982. Effect of diet on the oral D-xylose absorption test in the horse. *Am. J. vet. Res.*, **43**: 1856-1858.
- KOLDOVSKY O., BEDRICK A., RAO R.K., 1989. Physiological functions of human milk hormones. *Acta. Paediatr. Scand. (Suppl.)*, **351**: 94-96.
- LEVITT D.G., HAKIM A.A., LIFSON N., 1969. Evaluation of components of transport of sugars by dog jejunum *in vitro*. *Am. J. Physiol.*, **217**: 777-783.
- MERRITT A.M., DUELLY P., 1983. Phloroglucinol microassay for plasma xylose in dogs and horses. *Am. J. vet. Res.*, **44**: 2184-2185.
- MERRITT T., MALLONEE P.G., MERRITT A.M., 1986. D-xylose absorption in the growing foal. *Equine vet. J.*, **18**: 298-300.
- MOK L.L.S., COOPER C.W., THOMPSON J.C., 1989. Parathyroid hormone and parathyroid-related protein inhibit phasic contraction of pig duodenal smooth muscle. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **192**: 337-340.
- RIAD F., BENGOUIMI M., TRESSOL J.C., DAVICCO M.J., COXAM V., BARLET J.P., 1995. Endocrine regulation of calcium and phosphorus concentration in camel's milk. *Ann. Zootech. (Suppl.)*, **44**: 306.
- RODDA C.P., KUBOTA M., HEATH J.A., EBELING P.R., MOSELEY J.W., CARE A.D., CAPLE I.W., MARTIN T.J., 1988. Evidence for a novel parathyroid hormone-related protein in fetal lambs parathyroid glands and sheep placenta: Comparisons with a similar protein implicated in humoral hypercalcaemia of malignancy. *J. Endocrinol.*, **117**: 261-271.
- THIEDE M.A., 1989. The mRNA encoding a parathyroid hormone like peptide is produced in mammary tissue in response to elevations in serum prolactin. *Mol. Endocrinol.*, **87**: 1443-1447.
- THURSTON A.W., COLE J.A., HILLMAN L.S., IM J.H., THORNE P.K., KRANSE W.J., JONES J.R., EBER S.L., FORTE L.R., 1990. Purification and properties of parathyroid hormone-related peptide isolated from milk. *Endocrinology*, **126**: 1183-1190.
- VACHER P.Y., SCHMITZ M., HIRNI H., BLUM J.W., 1990. Variations plasmatiques postprandiales de 3-méthylhistidine comparée à celles de lysine, d'homoarginine et de xylose dans des conditions normales et en cas de malabsorption chez le veau pré-ruminant. *Reprod. Nutr. Dév.*, **30** : 471-482.
- ZHOU L.X., NEMERE I., NORMAN A.W., 1992. A parathyroid hormone-related peptide induces transcaltachia (The rapid hormonal stimulation of intestinal Ca² transport). *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, **186**: 69-73.

COMPOSITION EN PHOSPHOLIPIDES ET EN ACIDES GRAS DE MITOCHONDRIES DE FOIE DE CHAMELON

B. Nasser ¹ R.L. Wolff ² M.S. El Kebbaj ³

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - Phospholipide - Acide gras - Mitochondrie - Foie.

Key words: Dromedary - Young animal - Phospholipid - Fatty acid - Mitochondria - Liver.

La composition en acides gras et phospholipides mitochondriaux hépatiques a été étudiée chez le chamelon, sous différentes conditions physiologiques et nutritionnelles. Les résultats obtenus ont montré que les phosphatidylcholines et les phosphatidyléthanolamines sont les phospholipides majoritaires avec plus de 63 p. 100 des phospholipides totaux ; elles ont un taux plus élevé que chez d'autres espèces. Les phosphatidylinositols représentent le plus faible taux avec 5 p. 100 environ, alors que les sphingomyélines, qui semblent être à l'état de trace chez le rat, représentent plus 14 p. 100 chez le chamelon. Au niveau mitochondrial, les acides palmitique, linoléique, stéarique et oléique constituent la majorité des acides gras mitochondriaux. Contrairement à d'autres espèces, l'effet du sexe, de la masse corporelle et du régime alimentaire de l'animal n'influencent pas la composition en acides gras, notamment les longueurs de chaînes et insaturations.

1. Laboratoire de biochimie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan Ier, Settat, Maroc

2. Istab, Laboratoire de lipochimie, Université Bordeaux I, Talence, France

3. Laboratoire de biochimie, Faculté des Sciences Aïn Chok, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

PURIFICATION ET CARACTERISATION DE LA D-BETA-HYDROXYBUTYRATE DESHYDROGENASE DE MITOCHONDRIES DE FOIE DE CHAMELON

B. Nasser ¹ S. Poussard ² P. Cottin ² M.S. El Kebbaj ³

Mots-clés : Camelidae - Jeune animal - Oxydoréductase - Purification - Maroc.

Key words: Camelidae - Young animal - Oxidoreductase - Purification - Morocco.

La D-bêta-hydroxybutyrate déshydrogénase (BDH) est une protéine membranaire mitochondriale. Elle est située sur la face interne de la membrane interne, fortement liée à la membrane. C'est une oxydoréductase à NAD⁺ (H). Elle intervient dans le métabolisme des corps cétoniques en catalysant la transformation du D-bêta-hydroxybutyrate et de l'acétoacétate. Une nouvelle technique a été mise au point pour extraire et purifier cette enzyme à partir de mitochondries de foie de chamelon. Elle consiste en une chromatographie sur colonne en deux étapes :

- la première sur matrice échangeuse d'ions (DEAE-sephacel) ;

- la seconde sur matrice hydrophobe (phényl Sépharose CL 4B).

Les résultats obtenus ont montré que la BDH délipidée est inactive ; elle ne retrouve son activité qu'en présence de phospholipides contenant des lécithines. La BDH a été reconnue par un anticorps polyclonal anti BDH mitochondriale de foie de rat. La masse moléculaire de l'enzyme a été estimée à 70 000, par électrophorèse sur gel de polyacrylamide en présence de sulfate de dodécyl de sodium. La masse moléculaire et les conditions optimales de réactivation de la BDH sont différentes par rapport à celles déjà obtenues chez d'autres espèces.

1. Laboratoire de biochimie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan Ier, Settat, Maroc

2. Istab, Laboratoire de biochimie et toxicologie alimentaire, Université Bordeaux I, Talence, France

3. Laboratoire de biochimie, Faculté des Sciences Aïn Chok, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

CASE OF NEONATAL CAMEL COLISEPTICEMIA IN KENYA

S. Bornstein¹ M. Younan² R. Feinstein³

Key words: Dromedary - Young animal - *Escherichia coli* - Septicemia - Kenya.

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - *Escherichia coli* - Septicémie - Kenya.

■ Introduction

High mortality has been reported in neonatal camel calves (3). In East Africa a morbidity of 30% has been recorded (4) with nearly 100% mortality if there is no immediate veterinary intervention, which is often the case given the inaccessible areas where camels are kept. While neonatal diarrhea caused by *Escherichia coli* has been repeatedly described in the camel (5), there is no report on septicemic *E. coli* infections in camel calves.

■ Materials and methods

In a breeding herd of 75 female camels of the Somali type in Northern Kenya, 4 out of 10 calves aged 1-2 weeks died after showing anorexia, diarrhea and general weakness at the beginning of the 1999 calving season. A one-week old male calf was found dead on the evening preceding the authors' visit. The calf had been unthrifty for 2-3 days without developing any signs of diarrhea.

Necropsy of the calf was carried out within 14 h after death. Swabs were taken from heart blood, pericardial fluid, lungs, spleen and tonsils and stored in Stuart's medium. In addition, the prescapular and axillary lymph nodes, bone (rib), kidney, ligatured segments of jejunum and colon, respectively, as well as the ileocecal lymph nodes were taken as samples. The swabs and specimens were transported to the laboratory in a portable refrigerator and cultured on the same day.

The swabs and organ specimens were inoculated aerobically on blood agar (BA, blood agar base No. 2, Oxoid CM 271, with 5% defibrinated sheep blood). After overnight incubation at 37°C the direct cultures on BA were examined and reincubated for an additional 24 h. Anaerobic incubation was carried out for intestinal contents, kidney and ileocecal lymph node on BA, incubated in an anaerobic jar for 48 h. Isolated coliform colonies were differentiated according to standard procedures.

Serotyping of isolated *E. coli* was performed using 17 serotypes: 06, 08, 09, 020, 045, 064, 098, 0101, 0115, 0138, 0139, 0140,

0141, 0147, 0149, 0157 and 0X46 (at the Department of Bacteriology, SVA, Uppsala, Sweden).

Pieces of brain, heart muscle, kidneys, lungs, liver, spleen and tonsils were fixed in 10% buffered formaline. After routine histological processing, sections were cut and stained with hematoxylin and eosin.

■ Results

At necropsy, fibrinous fluid was found in the pericardium. The epicardium, endocardium and renal pelvis displayed petechiae. All body lymph nodes and tonsils were hyperemic and enlarged. The liver was very pale and hard. The rectum contained pasty whitish feces and the mucosa of the intestines, particularly the colon, was hyperemic and thickened. The meninges were slightly hyperemic.

The aerobic bacteriological investigation revealed the presence of *E. coli*, isolated in pure cultures from the body lymph nodes, tonsils, spleen, lungs, bone marrow, heart blood and pericardial fluid. In addition, pure growth of *E. coli* was obtained in anaerobic culture of the ileocecal lymph node. The anaerobic incubation of kidney and intestinal contents produced a clear predominance of growth of *E. coli* intermixed with few solitary (less than seven) clostridial colonies showing the typical morphology of *Clostridium perfringens*. Isolated *E. coli* did not agglutinate any of the tested sera.

At the histological level, the main findings were intestinal changes characterized by marked dilatation of goblet cells and moderate to severe mucosal infiltration of leukocytes, showing a predominance of eosinophils in the small intestine (figure 1). The large intestine exhibited a severe hyperemia and markedly dilated crypts with excessive amounts of mucus. In restricted areas the surface epithelium was eroded (figure 2). The intestinal changes were diagnosed as acute catarrhal enteritis. Parasites were not found.

Body lymph nodes (figure 3), spleen (figure 4) and tonsils displayed a severe lymphocytic depletion. In these organs, lymphatic follicles and germinal centers (B-cell areas) were not observed. The heart presented degenerative changes in the fibers of the conducting system. The main features observed were pronounced intracellular edema and precipitation of chromatin in thick, coarse granules or pyknosis. The other tissues histologically examined presented circulatory changes: hyperemia, congestion and small hemorrhages. No inflammatory infiltrates were seen in these latter organs.

1. Department of Parasitology (SWEPAR), National Veterinary Institute (SVA), Uppsala, Sweden

2. University of Egerton, Njoro, Kenya

3. Department of Pathology, SVA, Uppsala, Sweden

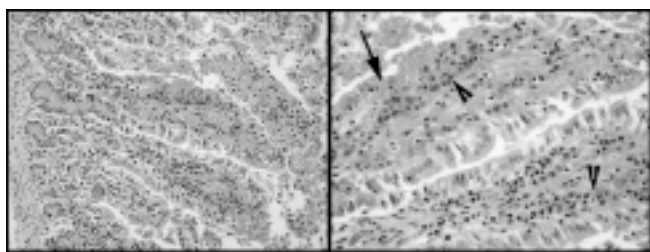


Figure 1: Necrosis and inflammation of the small intestine (left); Detail of small intestinal mucosa showing infiltrated eosinophils (arrow heads). Sharp demarcation between seemingly intact surface epithelium and necrotic area (arrow) (right).

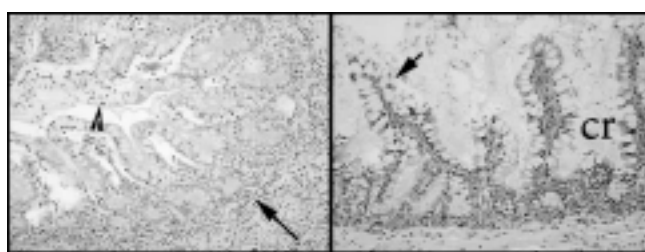


Figure 2: Large intestine showing dilated epithelial cells, desquamation of the epithelial lining (arrow head) and infiltrated leukocytes most prevalent in the basal mucosal areas (arrow) (left); Large intestine displaying vacuolar degeneration of the epithelium and severely dilated crypts (cr) containing excessive amounts of mucus. Slight leukocytic infiltration in the basal mucosal areas (right).

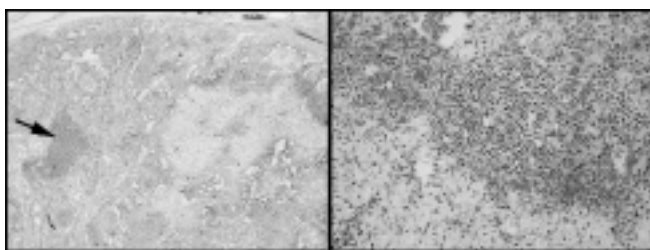


Figure 3: Lymph nodes showing pronounced reduction of lymphoid follicles (arrow) (left); Lymph nodes showing markedly depleted lymphoid follicles and hemorrhages (right).

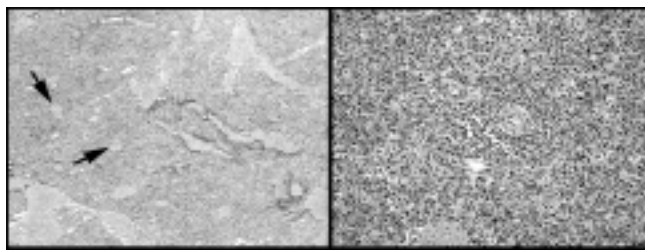


Figure 4: Spleen exhibiting markedly reduced white pulp due to a severe lymphatic depletion. Small-sized periarteriolar lymphoid sheaths (PALS, arrows) (left); Spleen, closer view of depleted PALS (right).

■ Discussion

Clinical history and postmortem findings as well as age of the affected calf differ from the common findings in *E. coli* diarrhea of camel calves (5). Bacteriological and pathological findings indicate that the calf had a septicemic condition (*E. coli* infection) resembling the commonly observed condition in neonatal bovine calves during their first week of life (1). The severe lymphocytic depletion seen in lymphatic organs indicates some kind of strain on the immune system of the calf.

Traditional animal husbandry practices of some camel keeping people often result in inadequate intake of colostrum by the newborn calf (1, 2). Failure to receive sufficient colostrum early in life may result in agammaglobulinemia or hypogammaglobulinemia, conditions which are considered prerequisite to the disease (2).

REFERENCES

1. GYLES C.L., 1993. *Escherichia coli*. In: Gyles C.L., Thoen C.O., Eds., Pathogenesis of bacterial infections in animals, 2nd ed. Ames, IA, USA, Iowa State University Press.
2. HULSEBUSCH C., 1999. Immunoglobulin G status of camels during 6 months postnatum. Doct. Thesis, Stuttgart, Germany, Center for Agriculture in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim.
3. KHANNA N.D., TANDON S.N., SAHANI M.S., 1992. Calf mortality in Indian camels. In: Allen W.R., Higgins A.J., Mayhew I.G., Snow D.H., Wade J.F., Eds., Proc. 1st Int. Camel Conference, Dubai, United Arab Emirates, 2-6 February 1992. Newmarket, UK, R&W Publications, p. 89-92.
4. SCHWARTZ H.J., DIOLLI M., Eds., 1992. The one-humped camel in Eastern Africa. A pictorial guide to diseases, health care and management. Berlin, Germany, Verlag Josef Margraf.
5. WERNERY U., KAADEN O.-R., 1995. Infectious diseases of camelids. Berlin, Germany, Blackwell Wissenschafts-Verlag.

Etat des recherches sur le dromadaire à partir de l'analyse bibliométrique des publications. Cas particulier des recherches sur le chameleon

B. Faye ^{1*} P. Bonnet ¹ G. Charbonnier ² A. Marti ²

Mots-clés

Dromadaire - Jeune animal - Documentation - Recherche - Coopération - Pays développé - Pays en développement.

Résumé

Les activités de recherche sur le dromadaire ainsi que les principales collaborations entre les acteurs de ce secteur sont analysées en s'appuyant sur une étude bibliométrique concernant les 10 dernières années (publications dans les revues périodiques et les congrès). Une attention particulière est apportée aux recherches sur le chameleon.

■ INTRODUCTION

L'analyse des références obtenues à partir des bases de données bibliographiques est de plus en plus utilisée pour mieux comprendre la structure d'un domaine de recherche ou en faire un état des lieux. Cette méthode de mesure de la bibliographie est appelée bibliométrie. Elle permet, lorsque le nombre de références sur un sujet est de plusieurs centaines ou même de plusieurs milliers d'unités, d'extraire des informations difficiles à détecter par une simple lecture séquentielle. Elle s'appuie sur l'idée que la publication scientifique est un bon indicateur pour l'analyse des activités de la recherche.

L'analyse bibliométrique utilise les différents paramètres qui caractérisent une publication et qui sont donnés par la référence bibliographique. Traitables automatiquement, les données bibliométriques permettent de répondre aux questions du type « qui fait quoi ? où ? quand ? » et de mettre en relief les relations de coopération entre pays, organismes ou chercheurs.

Cette méthode appliquée aux références des publications faites sur le dromadaire depuis 1990 a permis d'établir une cartographie des travaux de recherche, d'identifier leur nationalité et de répertorier les acteurs majeurs, organismes et chercheurs, du domaine. Un regard particulier a été porté aux recherches réalisées sur le chameleon afin d'illustrer l'état de l'art dans le cadre de l'atelier international d'Ouarzazate. Cependant, la bibliométrie reste une méthode d'évaluation et les résultats ne reflètent que des tendances et non des preuves.

■ MATERIEL ET METHODES

L'analyse présentée ici s'est limitée à la période 1990-1999. Le corpus documentaire a été constitué à partir des références bibliographiques rassemblées dans le cd-rom *Le dromadaire* (3), réactualisées pour l'année 1998 par l'interrogation des bases de données extérieures (Cab, Agris, Medline) et complétées par la saisie directe des communications aux colloques de 1998 à partir des actes non publiés. Seules les publications dans des revues périodiques et les communications à congrès ont été retenues.

Un important travail de normalisation du champ « organisme d'affiliation » des références a été effectué par retour au document primaire et par croisement automatique des données. En effet, en règle générale, les bases de données ne fournissent dans le champ « affiliation des auteurs » que celle du premier auteur, donnée insuffisante pour une étude des réseaux de coopération.

Un travail d'attribution de codes de classification à deux niveaux « domaine » et « thème » et d'homogénéisation a été réalisé avant traitement. Les références ont été traitées à l'aide d'un logiciel de traitement bibliométrique développé à l'université de Marseille (France).

■ RESULTATS

Vue d'ensemble de la recherche sur le dromadaire

Le nombre de publications scientifiques retenues entre 1990 et 1999 s'élève à 1 881. Ce sont pour 66 p. 100 des articles de périodiques et pour le tiers restant des communications à des congrès.

La production annuelle d'articles de périodique depuis 1990 (figure 1) reste relativement stable même si les années 1995 et 1997 montrent une légère chute de productivité. Depuis 1990,

1. Cirad-emvt, Productions animales, TA30/A, 34398 Montpellier Cedex 5, France

2. Cirad-dist, T4383/5, 34398 Montpellier Cedex 5, France

* Auteur pour la correspondance et les tirés à part

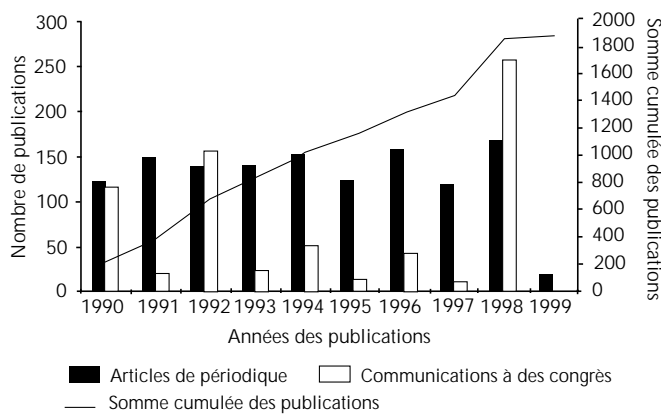


Figure 1 : évolution du nombre des publications sur le dromadaire depuis 10 ans.

le nombre d'articles de périodiques publiés se situe entre 120 et 160 articles par an. Le dromadaire semble donc être un secteur de recherche qui a atteint une certaine maturité.

Le nombre de communications à des congrès (figure 1) est peu élevé en dehors des congrès spécialisés sur le dromadaire : en 1990 Tobrouk (Libye) et Paris (France), en 1992 Dubaï (Emirats arabes unis), en 1994 Nouakchott (Mauritanie), en 1996 Eilat (Israël), en 1998 Al Ain (Emirats arabes unis) et Bikaner (Inde). L'année 1999 n'est mentionnée qu'à titre indicatif, le nombre peu élevé de publications s'expliquant par les délais de mise à disposition de l'information dans les bases de données.

Pays des acteurs impliqués dans la recherche sur le dromadaire

Une liste de fréquence des publications faites au cours des huit dernières années a permis, à partir de la nationalité des auteurs,

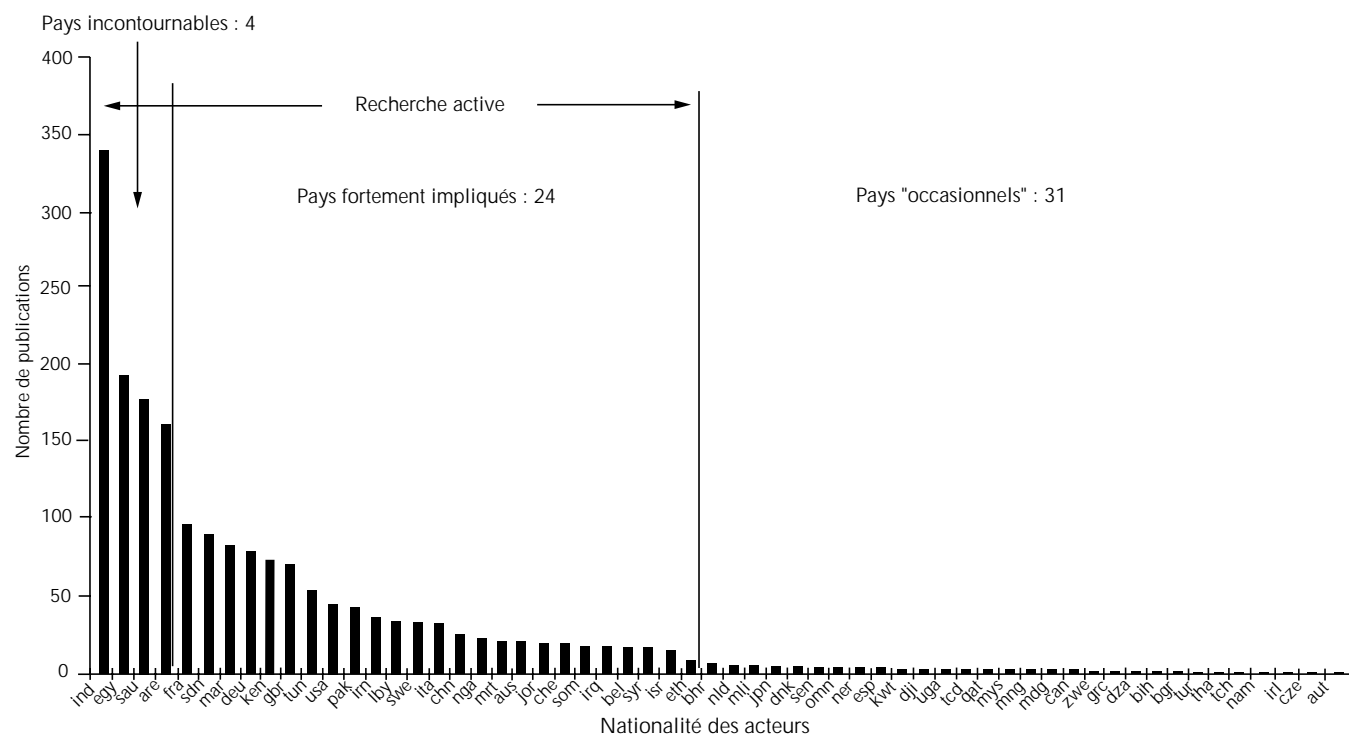


Figure 2 : répartition des pays par fréquence des publications sur le dromadaire (1990-1998).

d'isoler 59 pays signataires ou cosignataires de publications sur le dromadaire.

Ils peuvent être classés en trois catégories (figure 2) :

- les pays incontournables, au nombre de quatre (44 p. 100 des publications totales), qui publient entre 20 et 42 articles par an ;
- les pays fortement impliqués, au nombre de 24, qui totalisent 51 p. 100 des publications et publient entre 2 et 12 articles chaque année ;
- les pays occasionnels, au nombre de 31, qui totalisent 5 p. 100 des publications et ne publient qu'un seul article par an.

Sur cette liste, on peut donc distinguer un groupe de 28 pays très actifs ou actifs. Il est à noter que ce groupe relève aussi bien de pays du Sud que du Nord.

Pays du Sud

Au nombre de 39, ils sont signataires ou cosignataires de 77 p. 100 des publications totales. Sept pays se remarquent par leur activité de publication (73 p. 100 des publications des pays du Sud) : l'Inde, l'Egypte, l'Arabie saoudite, les Emirats arabes, le Soudan, le Maroc et le Kenya. Il est à noter que le lien entre le nombre de publications pour un pays donné et l'importance économique du dromadaire dans ce même pays n'est pas automatique.

En ne s'intéressant qu'à des entités régionales constituées des pays originaires du dromadaire on constate que le Proche- et le Moyen-Orient se situent en tête (462 publications), suivi du Maghreb (387) et du sous-Continent indien (382). Les pays de la Corne de l'Afrique qui possèdent la plus grande part du cheptel camelin mondial ne sont signataires que de 199 publications. Les autres pays de l'Afrique et de l'Asie viennent loin derrière (81 publications).

Pays industrialisés

Si 17 pays du Nord sont impliqués dans des activités de recherche sur le dromadaire, trois d'entre eux se distinguent nettement

(figure 3) : la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne qui rassemblent 64 p. 100 des publications des pays européens. L'Australie, seul pays industrialisé à disposer d'un troupeau de dromadaires, est peu investi dans la recherche caméline.

Dans l'ensemble, le rang des pays leaders a été assez constant au cours des dix dernières années, témoignant d'une certaine stabilité des opérations de recherche. Dans les pays du Sud, les variations observées sont le plus souvent associées à la tenue des congrès. Parmi les pays européens, la France se situe le plus souvent au premier rang par son nombre de publications, quelle que soit l'année.

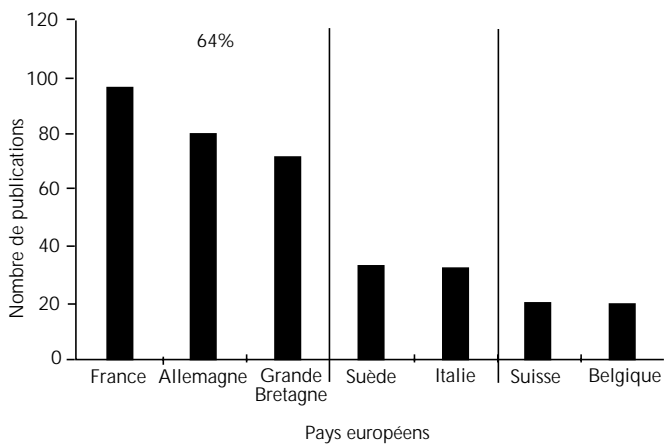


Figure 3 : classification des pays du Nord en fonction de leurs publications sur le dromadaire depuis 1990.

Cartographie générale des domaines et des thèmes de recherche

Les publications ont été indexées thématiquement à deux niveaux « domaine » et « thème » en se référant au plan de classement du *Guide de l'élevage du dromadaire* (2).

Cinq domaines ont été définis : 1) généralités (histoire, races, distribution, économie), 2) biologie (anatomie, physiologie, immunologie), 3) élevage (système de production, reproduction, croissance, lactation, alimentation, génétique, comportement), 4) productions (lait, viande, travail, cuirs et peaux), 5) maladies. Les références ne sont affectées que d'un seul code « domaine ». Globalement, sur huit ans, leur répartition souligne la prédominance des recherches liées aux maladies et à la biologie et ce, de façon stable dans le temps (tableau I). La part importante des publications en productions en 1994 est liée à la tenue du colloque de Nouakchott consacré à la production laitière chez la chamelle (1). Une analyse plus détaillée des thèmes à l'intérieur des domaines de recherche indiquent quelques tendances instructives.

En pathologie, les thèmes dominants sont les parasitoses internes et externes (19 p. 100 des références traitant des maladies), la pharmacologie (15 p. 100), les trypanosomes (15 p. 100) et les maladies bactériennes (14 p. 100). Les maladies virales et la traumatologie représentent chacune 10 p. 100 des publications sur les maladies. Pour l'ensemble de ces thèmes, l'activité de publication est régulière depuis 1990.

En biologie, le thème de la biochimie est nettement dominant (27 p. 100 des publications consacrées à la biologie). L'étude par année montre que le nombre de publications sur ce thème s'est accru depuis 1996. Les autres thèmes concernent par ordre d'importance, le système cardio-vasculaire (20 p. 100), le système urogénital (17 p. 100), l'endocrinologie (14 p. 100) et l'appareil digestif (13 p. 100). Les travaux sur l'immunologie et le système lymphatique n'apparaissent que depuis 1992.

En élevage, les deux thèmes de recherche dominants sont l'alimentation (34 p. 100) et la reproduction (31 p. 100). Le poids de ces deux thèmes peut varier au cours du temps. Les études sur la reproduction, par exemple, ont fortement dominé en 1990 (43 p. 100), du fait notamment de l'atelier de Paris (4), et de façon plus modérée en 1998 (28 p. 100). Le thème sur l'alimentation a largement été représenté en 1992 (49 p. 100) et en 1995 (44 p. 100). On peut également remarquer un engouement progressif pour ce dernier thème, notamment depuis 1998.

Pour les aspects relatifs à la production, le thème de la production laitière représente plus de la moitié (56 p. 100) des publications dans ce domaine.

Répartition géographique des recherches

La mise en relation de la nationalité des auteurs avec les domaines et les thèmes de recherche permet de mettre en évidence d'éventuelles spécificités ou spécialisation géographiques. Elle a été effectuée pour les pays du Sud et pour les pays du Nord.

Pays du Sud

Les résultats obtenus par regroupement géographique des pays (figure 4) montrent, à l'exception des pays d'Asie, que les maladies sont le domaine de recherche dominant. Elles représentent jusqu'à 64 p. 100 des publications des pays de la Corne de l'Afrique. Pour les pays du Maghreb et de la zone Proche- et Moyen-Orient, la part des recherches consacrée aux maladies et à la biologie est équivalente.

L'étude réalisée au niveau des pays (tableau II) situe de façon plus apparente les centres d'intérêt des pays leaders.

Trois autres pays présentant des spécificités intéressantes sont mentionnés :

- la Tunisie qui se caractérise par un nombre élevé de publications consacrées à l'élevage ;

Tableau I

Part des différents domaines de recherche (en pourcentages)

Domaines	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Maladies	27	39	41	45	41	44	43	42	43
Biologie	23	35	30	36	25	35	41	43	27
Elevage	28	13	17	9	9	16	8	11	19
Productions	16	8	8	6	23	4	4	2	8
Généralités	6	5	4	4	2	2	4	2	4

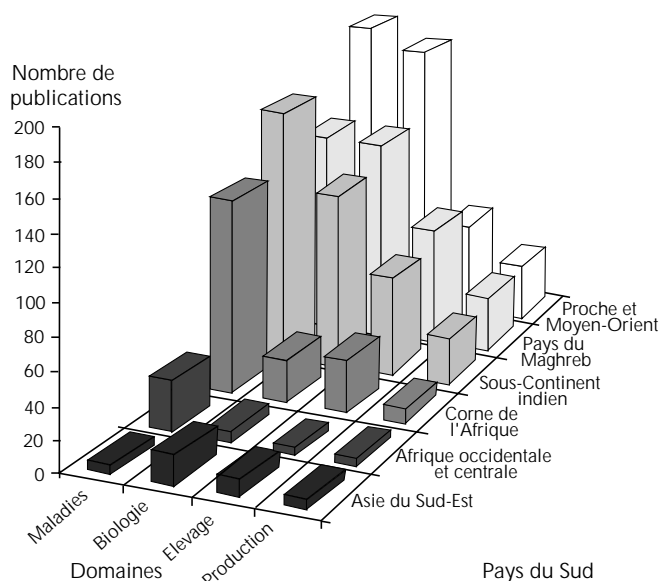


Figure 4 : répartition des publications sur le dromadaire par domaine pour les pays du Sud depuis 1990.

Tableau II

Répartition des publications par domaines de recherche depuis 1990 (en nombre de publications)

Pays du Sud	Maladies	Biologie	Elevage	Production
Inde	139	103	58	28
Egypte	92	64	23	11
Arabie saoudite	64	80	13	21
Emirats arabes unis	77	43	29	7
Soudan	59	13	16	3
Maroc	19	46	14	3
Kenya	54	2	8	4
Tunisie	5	14	26	6
Mauritanie	16	1	1	3
Iran	7	25	4	1

- l'Iran qui publie régulièrement en biologie (depuis 1993 seulement) ;

- la Mauritanie qui publie sur les maladies du dromadaire (depuis 1994 seulement).

Pays européens

Les trois pays leaders, la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne, interviennent dans les quatre domaines de recherche mais avec des profils différents. Ainsi, les publications impliquant au moins un organisme français concernent à 39 p. 100 la biologie. Les publications allemandes sont plutôt consacrées à la pathologie (24 p. 100 de ses publications). La Grande-Bretagne accorde la même importance à ces deux domaines. Mais elle est absente en 1990 et 1991. Les autres pays européens interviennent de façon plus ciblée thématiquement :

- l'Italie, la Belgique et la Suède interviennent essentiellement et assez régulièrement dans le secteur de la biologie depuis 1990 ;

- la Suisse concentre ses travaux sur les productions (exclusivement lait et produits laitiers). Ils concernent presque uniquement la période 1990-1994 ;

- la Belgique publie préférentiellement sur le thème de l'immunologie.

Acteurs et leurs coopérations

L'analyse des cosignatures des publications met en lumière les principaux acteurs et les réseaux actuels de collaboration. Seules les données des publications des quatre dernières années (1994-1998) ont été prises en compte afin d'inclure de façon plus exacte les collaborations en cours. Ces données correspondent à un ensemble de 1 031 références.

Organismes acteurs

Au total, 278 organismes signataires de publications dont la moitié sont à fréquence 1 sont identifiés. C'est le signe d'une grande diversité voire d'une dispersion. Parmi ces derniers, 57 p. 100 publient seuls. Ce chiffre tendrait à montrer qu'une partie des recherches sur le dromadaire se fait de façon ponctuelle et isolée.

En ne retenant que les organismes qui publient en moyenne quatre articles par an (tableau III), on obtient une liste de 18 structures que l'on pourrait qualifier d' incontournables en matière de recherche sur le dromadaire.

Ce classement par organisme situe le Maroc dans le groupe des pays phares au même niveau que l'Arabie saoudite et juste derrière les deux organismes indiens Rajasthan Agricultural University et National Research Centre for Camels. Par ailleurs, parmi les pays du Nord, la France est le seul pays européen qui apparaît à ce niveau de fréquence.

L'analyse du nombre de copublications pour chaque organisme indique une tendance forte de certains d'entre eux à publier seul (l'Inde par exemple), à l'inverse d'autres pays comme le Maroc, le Soudan, le Kenya, la Mauritanie qui affichent une stratégie de collaboration avec d'autres pays, soit du Sud, soit européens.

Globalement l'étude des coopérations révèle qu'il n'existe pas de véritable réseau international pour la recherche sur le dromadaire (figure 5).

Auteurs majeurs

Un index a été réalisé sur le premier auteur de chaque publication afin d'identifier les experts sur le dromadaire, leur organisme et les pays d'affiliation (tableau IV).

Recherches sur le chamelon

La préoccupation de la recherche scientifique sur le chamelon est relativement récente (figure 6) et se répartit selon trois rubriques majeures : la biologie, l'élevage et la pathologie.

Depuis 1970, l'interrogation des bases de données internationales a permis de rassembler 185 références. Dans la plupart d'entre elles, le chamelon n'est pas le thème majeur. Il est abordé indirectement au travers des études sur le dromadaire. Il s'agit en général d'études comparatives entre le jeune animal et l'animal adulte.

Tableau III
Organismes acteurs (1994-1998)

Pays	Organisme	Fréq. des publications	Fréq. des copublications
Inde	Rajasthan Agricultural University	92	11
Inde	National Research Center for Camels	73	12
Arabie saoudite	King Saud University	49	0
Maroc	IAV Hassan II	48	41
Inde	CCS Haryana Agricultural University	44	6
Arabie saoudite	King Faisal University	40	12
Egypte	University of Cairo	39	14
Soudan	University of Khartoum	31	20
France	Inra	31	28
Emirats arabes unis	United Arab Emirates University	29	8
Emirats arabes unis	Central Veterinary Research Laboratory	28	15
France	Cirad-emvt	25	22
Egypte	Assiut University	25	4
Pakistan	University of Agriculture	24	9
Kenya	Kenya Trypanosomosis Research Institute	19	10
Egypte	Zagazig University	17	0
Egypte	University of Nairobi	16	6
Mauritanie	Cnerv Nouakchott	16	12

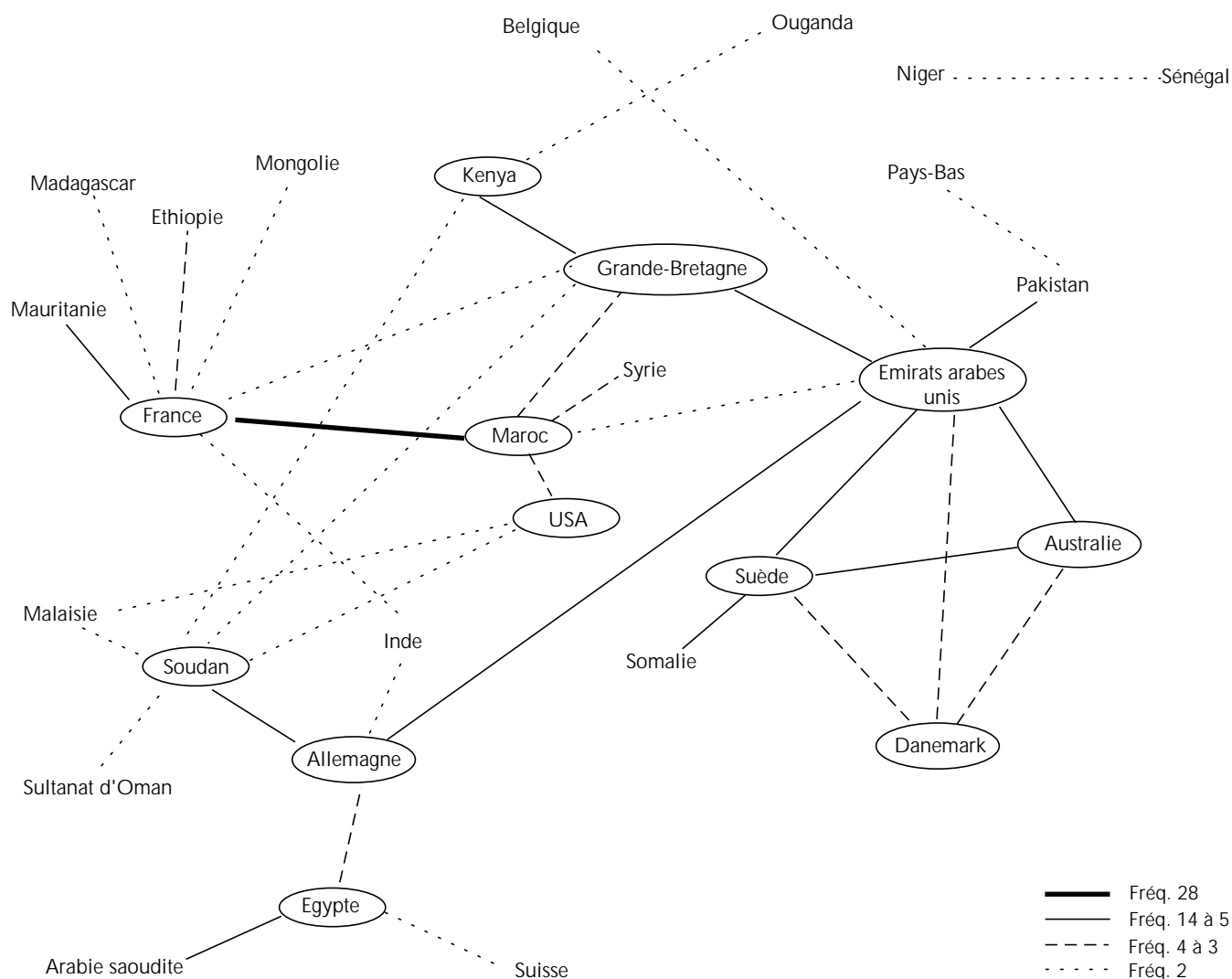


Figure 5 : réseaux des coopérations de recherche sur le dromadaire entre pays au travers des copublications (1994-1998).

Tableau IV

Auteurs majeurs ayant publié sur le dromadaire (1994-1998)

Premier auteur des publications	Organisme d'affiliation	Pays d'affiliation	Fréq. des publications
Gahlot T.K.	Rajasthan Agricultural University	Inde	17
Bengoumi M.	IAV Hassan II	Maroc	16
Wernery U.	Central Veterinary Research Laboratory	Emirats arabes unis	12
Skidmore J.A.	Camel Reproduction Center Dubai	Emirats arabes unis	11
Gitao C.G.	University of Nairobi	Kenya	11
Fahmy L.S.	University of Cairo	Egypte	11
Khalafalla A.I.	University of Khartoum	Soudan	10
Saber A.S.	Assiut University	Egypte	8
Partani A.K.	Rajasthan Agricultural University	Inde	8
Vyas S	National Research Center for Camels	Inde	7
Patak K.M.L.	Rajasthan Agricultural University	Inde	7
Oukessou M.	IAV Hassan II	Maroc	7
Jain R.K.	CCS Haryana Agricultural University	Inde	7
Jacquet P.	Cnerv Nouakchott	Mauritanie	7
Faye B.	Inra puis Cirad-emvt	France	7
Dia M.L.	Cnerv Nouakchott	Mauritanie	7
Agarwal S.P.	National Research Center for Camels	Inde	7
Singh A.P.	Rajasthan Agricultural University	Inde	6
Rai A.K.	National Research Center for Camels	Inde	6
Olaho Mukani W.	Kenya Trypanosomiasis Research Institute	Kenya	6
Nagpal A.K.	National Research Center for Camels	Inde	6
Kohler Rollefson I.	Technische Hochschule	Allemagne	6
Hegazy A.A.	University of Cairo	Egypte	6
Duhaiman A.S.	King Saud University	Arabie saoudite	6
Al Jafari A.A.	King Saud University	Arabie saoudite	6
Agab H.	Gedaref Veterinary Research Laboratory	Soudan	6

■ MORTALITE

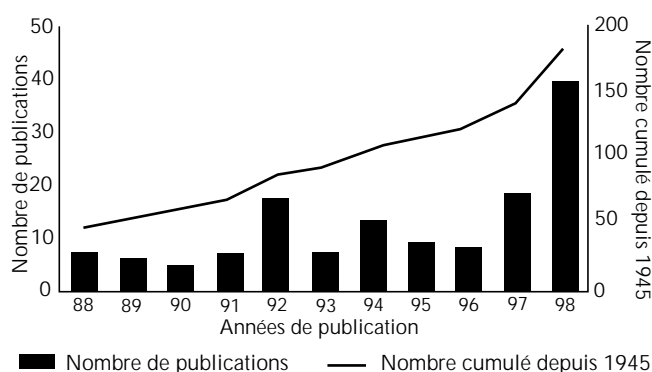


Figure 6 : répartition annuelle et évolution des publications sur le chamelon.

Les travaux sur le chamelon peuvent être classés selon quatre thèmes issus du plan de classement du Cd-rom *Le Dromadaire* (3) :

- les maladies ; le nombre de références sur les maladies est quantitativement le plus important (44 p. 100 des références). Les maladies infectieuses sont décrites dans la plupart des cas en comparant l'évolution de la maladie chez le jeune et chez l'adulte. Les troubles digestifs, maladies de carence, intoxications, diarrhées sont aussi abordés fréquemment ;

- la biologie/physiologie, qui comprend les études sur la morphologie, l'anatomie de l'animal ainsi que les travaux relevant de disciplines telles que la biochimie, l'endocrinologie et l'immunologie, recouvre 26 p. 100 des publications consacrées au chamelon ;

- l'élevage (28 p. 100 des références) qui concerne plus particulièrement les systèmes d'élevage, la reproduction et les performances de reproduction, les problèmes de croissance ainsi que les travaux sur la lactation, l'allaitement, la composition du lait. L'alimentation est une rubrique importante, elle est suivie par le signalement des travaux spécifiques sur le comportement et la mortalité ;

- la production qui ne comporte qu'un petit nombre de publications (2 p. 100).

Supports de publication des résultats de la recherche sur le dromadaire

Une étude des périodiques dans lesquels sont publiés les articles sur le dromadaire place en première position le *Journal of Camel Practice and Research*, édité par la Rajasthan Agricultural University avec 99 publications depuis seulement 1994, date de la création de cette revue. Il s'agit, de fait, de la seule revue spécialisée sur cette espèce.

La mise en relation des thèmes de recherche avec les supports de publication montre que les thématiques maladies et biologie sont prédominantes dans les articles de périodiques alors que les communications à des congrès traitent essentiellement d'élevage et de production.

■ CONCLUSION

L'intérêt des scientifiques pour l'étude des grands camélidés n'est pas démenti. Au regard du nombre d'articles et de congrès, la tendance est vers une lente augmentation de la production scientifique. Toutefois, les travaux restent quantitativement marginaux en comparaison aux autres espèces d'herbivores domestiques. Cette marginalité est liée, bien sûr, à la faiblesse des effectifs mondiaux de camélidés (officiellement 20 millions, mais davantage vraisemblablement) comparés, par exemple, à la population bovine mondiale (1,3 milliard), mais aussi à la restriction géographique de l'aire de distribution, le dromadaire étant un animal fortement associé à des pays arides et semi-arides où, dans la plupart des cas, la recherche zootechnique et vétérinaire ne répond pas aux besoins

réels des pays concernés. Il faut donc voir dans l'analyse présentée ici, à la fois un motif d'espoir de voir le développement d'une recherche caméline effective par une coopération Nord-Sud et Sud-Sud soutenue, et une certaine modestie : les 7 100 références répertoriées depuis 1779 (!) dans la base de données analysée, n'équivalent guère plus qu'au même nombre de références consacrées à la vache depuis moins de deux ans.

BIBLIOGRAPHIE

1. BONNET P. éd., 1998. Actes de l'atelier Dromadaires et chameaux, animaux laitiers, Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994. Montpellier, France, Cirad-emvt, 301 p.
2. FAYE B. éd., 1997. Le guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi, 126 p.
3. FAYE B., MEYER C., MARTI A., 1999. Le dromadaire. Cd-rom. Montpellier, France, Cirad.
4. SAINT-MARTIN G. éd., 1993. Actes de l'atelier Peut-on améliorer les performances de reproduction des camelins, Paris, France, 10-12 septembre 1990. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 437 p.

Summary

Faye B., Bonnet P., Charbonnier G., Marti A. Assessing camel research by a bibliometrical study of publications with an emphasis on the camel calf

Camel research as well as the main collaborations between players in the field are analyzed based on a bibliometrical study of the last ten years (journal publications, conference proceedings). A special consideration is given to camel calf research.

Key words: Camel - Young animal - Documentation - Research - Cooperation - Developed country - Developing country.

Resumen

Faye B., Bonnet P., Charbonnier G., Marti A. Estado de las investigaciones sobre el dromedario a partir del análisis bibliográfico de las publicaciones - caso particular de las investigaciones sobre el camello joven

Se analizan las actividades de investigación sobre el dromedario, así como las principales colaboraciones entre los actores de este sector, apoyándose sobre un estudio bibliográfico, comprendiendo los últimos 10 años (publicaciones en las revistas periódicas y los congresos). Se da particular atención a las investigaciones sobre el camello joven.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Documentación - Investigación - Cooperación - País desarrollado - País en desarrollo.

Etude de la mortalité des chamelons au Sud du Maroc : enquête rétrospective

M. Bengoumi ¹ E.B. Gandega ² A. El Abrak ³
J. Berrada ¹ B. Faye ⁴

Mots-clés

Dromadaire - Jeune animal - Mortalité - Maroc.

Résumé

Une enquête rétrospective a été réalisée entre janvier et août 1999 dans les provinces d'Oued Eddahab, Laâyoune, Guelmim, Tata, Essaouira, Zagora, Ouarzazate, Errachidia et Figuig. Elle a concerné 252 troupeaux camelins, soit 15 p. 100 des effectifs recensés dans ces régions. La mortalité périnatale du chamelon reste une contrainte majeure au développement de l'élevage camelin avec en moyenne 20,2 p. 100 de la mortalité (16,4 p. 100 en 1996 et 22,9 p. 100 en 1997). L'âge de la mort se situait entre 0 et 6 mois dans plus de 80 p. 100 des cas. Les premières causes de mortalité citées par les éleveurs étaient la diarrhée (72 p. 100), puis, très loin derrière, l'insuffisance alimentaire (9 p. 100), la mortinatalité (6 p. 100) et les abcès (5 p. 100), avec de fortes variations selon les provinces. La typologie des élevages a permis de distinguer quatre classes selon le profil sanitaire et cinq classes selon les pratiques d'élevage. Il existait de fortes corrélations entre la mortalité des chamelons et certaines pathologies des dromadaires adultes, notamment le syndrome respiratoire, la variole, la gale-teigne et d'autres pathologies. La forte homogénéité des modes de conduite n'a pas permis de mettre en évidence des corrélations entre la mortalité et les pratiques d'élevage qui jouaient probablement un rôle important.

INTRODUCTION

La mortalité des chamelons est une contrainte majeure à la productivité du cheptel camelin en élevage extensif. En Ethiopie, des taux de 31 à 59 p. 100 ont été rapportés (4) ; Richard notait un taux de mortalité de 30 à 40 p. 100 dans la tranche d'âge de 0 à 6 mois (7). Burgmeister a noté un taux de mortalité de 26 p. 100 en Tunisie (3). Wilson estime que la mortalité néonatale jusqu'à un an est voisine de 50 p. 100 et considère que 30 p. 100 est un taux normal de mortalité (10). Richard et coll. ont observé un taux de mortalité au Niger de 44,6 p. 100 dans la tranche d'âge de 0 à 6 mois (8). Toujours au Niger, Saley a rapporté des taux de 10 à 25 p. 100 entre 0 et 6 mois et de 12 à 18 p. 100 entre 6 et 12 mois (9). Dans la province de Laâyoune, la mortalité varie, suivant les conditions climatiques et les troupeaux, de 7 à 60 p. 100 avec une moyenne de 22 à 25 p. 100 en 1995 et de 5 à 19 p. 100 en 1996 (1).

Dans les conditions actuelles, il semble que l'identification des causes de la mortalité des chamelons soit posée comme une condition au développement de l'élevage camelin. Devant une

pathologie multifactorielle, l'approche écopathologique est la démarche la mieux adaptée à l'identification de l'étiologie et des facteurs de risques.

MATERIEL ET METHODES

L'étude a été réalisée dans les provinces sahariennes du Maroc (Errachidia, Essaouira, Figuig, Guelmim, Laâyoune, Oued Eddahab, Ouarzazate, Tata et Zagora). C'est la zone d'élevage camelin du pays. Même si dans la zone d'Essaouira les troupeaux sont en général de petite taille, la diversité des systèmes justifie le choix de cette province pour cette étude. Les éleveurs ont été choisis de façon aléatoire, soit aux points d'eau, soit directement dans les douars, notamment lors des jours de grands rassemblements (marchés par exemple). L'ensemble des zones à camelins des provinces choisies a été couvert par l'enquête qui s'est déroulée entre janvier et août 1999.

Le questionnaire utilisé comprenait trois parties principales ainsi qu'une annexe sur les pathologies les plus fréquentes apparues dans le troupeau pendant les trois dernières années. L'unité statistique était représentée par le troupeau, défini comme un groupe d'animaux conduits ensemble sur les mêmes parcours et bénéficiant de pratiques d'élevage similaires.

1. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, Maroc

2. Cnerv, BP 167, Nouakchott, Mauritanie

3. Lnez, BP 6472, Rabat-Instituts, Maroc

4. Cirad-emvt, Productions animales, 34398 Montpellier Cedex 5, France

Les questions se rapportaient à l'organisation des hommes autour de l'élevage camelin en général et du troupeau en particulier, notamment les pratiques zootechniques, les soins vétérinaires ainsi que les événements survenus pendant les trois dernières années. Les questions étaient regroupées en trois types d'informations correspondant aux trois grandes divisions du questionnaire. Dans la base de données, chaque enregistrement représentait un troupeau et, dans la plupart des cas, un éleveur seul ou associé. Le masque de saisie a été élaboré avec le concours de l'équipe de statisticiens et d'informaticiens du Cirad-emvt. La saisie des questionnaires remplis a été effectuée au fur et à mesure de leur arrivée, ainsi que sur le terrain pendant les enquêtes des provinces d'Ouarzazate et d'Errachidia. Pour des raisons pratiques de classification, une numérotation unique des questionnaires a été adoptée lors de la saisie (encadrée sur la première page du questionnaire).

Un premier tri des variables a été fait pour éliminer les données redondantes ou inintéressantes. Le recodage de variables continues en classes et la définition de modalités ont été effectués à partir des réponses saisies ; le regroupement de réponses proches a été effectué. De nouvelles variables ont été définies, permettant de mieux représenter l'information recueillie lors de l'enquête. Les variables pertinentes ont été retenues pour l'analyse multivariée.

La fréquence des réponses aux questions a permis l'analyse statistique des valeurs de chaque groupe de variables homogènes et la mise en évidence des caractéristiques de l'échantillon pour les questions se rapportant au système de production camelin : organisation des éleveurs, stratégies de déplacement, structure du troupeau, pratiques d'élevage, pathologie des dromadaires et mortalité des chamelons et leurs causes.

L'analyse des correspondances multiples (Acm) et une classification ascendante hiérarchique (Cah) sur les facteurs obtenus par l'Acm ont été effectuées sur le logiciel Winstat. Deux classifications des élevages ont été faites, l'une suivant le profil sanitaire des adultes et l'autre sur les pratiques d'élevage. Les corrélations entre variables ont été testées par la méthode du Chi² après croisement des variables.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de ce travail ont été obtenus par des enquêtes de terrain effectuées en grande partie par des techniciens connaissant bien le système de production camelin au Maroc, mais qui n'étaient pas à l'abri de biais éventuels (uniformisation des réponses à certaines questions, interrogation des éleveurs les plus accessibles, nombre insuffisant d'éleveurs enquêtés...). Au-delà du modeste rapport présenté ici, ce travail a regroupé des chercheurs-enseignants dans différents domaines, des épidémiologistes et des praticiens vivant le quotidien du terrain, d'où des contributions diverses et enrichissantes.

L'importance de l'élevage camelin dans les provinces sahariennes du Maroc n'est plus à démontrer et la mobilisation autour de cet animal des zones arides est justifiée. L'enquête a touché 14 000 dromadaires représentant 15 p. 100 des effectifs recensés dans les zones de l'étude. Les troupeaux étaient en majorité de petite taille (48 p. 100), les grands effectifs (13 p. 100) provenaient des zones du Sud du pays. Les femelles représentaient 63 p. 100 des effectifs et les jeunes 30 p. 100.

Sur les 252 éleveurs interrogés, seuls 11 p. 100 avaient des associés. L'élevage constituait l'unique activité professionnelle des deux tiers des propriétaires. Les contraintes de cet élevage étaient liées à sa faible fécondité (un chamelon tous les 24 à 30 mois en

moyenne) aggravée par une forte mortalité des jeunes, d'où une faible productivité. L'enquête rétrospective sur la mortalité des chamelons, sur trois ans, a donné un taux de mortalité moyen de 22 p. 100 en 1998 et 1997. En 1996, ce taux était de 16 p. 100 du fait des bonnes conditions pluviométriques qui ont permis l'amélioration des conditions d'alimentation des parents. Ces forts taux de mortalité étaient d'origine multifactorielle et complexe (pathologie, nutrition, environnement, pratiques d'élevage...).

La prise de colostrum par le jeune était observée dans 88 p. 100 des cas, mais 11 p. 100 des éleveurs la limitaient. Trois stratégies de sevrage étaient pratiquées par les chameliers. Le sevrage précoce, réalisé par 18 p. 100 des éleveurs, obéissait à des objectifs de vente des chamelons pour les boucheries du Sud, zone traditionnelle de consommation de produits du dromadaire. Dans la seconde stratégie, qui regroupait la majorité des troupeaux (66 p. 100), les éleveurs exploitaient le lait tout en laissant le petit téter une partie de la production pendant un an. La dernière stratégie, adoptée par 14 p. 100 des éleveurs, consistait à laisser le chamelon librement avec sa mère ; le sevrage était en général naturel, l'éleveur n'intervenant qu'au cas où les tétées se poursuivaient après fécondation de la chamelle ; le *chmel* était alors utilisé dans 80 p. 100 des cas.

La supplémentation alimentaire n'était pratiquée qu'occasionnellement, en année de sécheresse (84 p. 100), mais elle pouvait être poursuivie en cas de mauvaises années successives. Les pratiques sanitaires étaient observées, même si la disponibilité des produits pharmaceutiques n'était pas toujours assurée ; 65 p. 100 des éleveurs pratiquaient le déparasitage externe de leurs animaux occasionnellement, 32 p. 100 le faisaient régulièrement. Les pratiques de vermifugation étaient rares (26 p. 100), peut-être en raison des conditions d'aridité de la zone qui ne permettent pas de grosses infestations parasitaires.

L'analyse multivariée a mis en évidence cinq classes de pratiques d'élevage. La première classe comportait 40 troupeaux. Elle était caractérisée par une stratégie de sevrage à un an (82 p. 100), la traite partielle des femelles (95 p. 100), la prise de colostrum limitée (62 p. 100) et une période de tétée volontaire observée par 75 p. 100 des éleveurs. La classe 2 contenait 44 troupeaux dont 75 p. 100 étaient de petite taille. Elle était caractérisée par une stratégie de sevrage précoce (98 p. 100). La classe 3 contenait 20 p. 100 des troupeaux. Elle était caractérisée par une stratégie de sevrage à un an pour l'ensemble des jeunes, la traite n'était pratiquée qu'en bonne année. La classe 4 comportait 16 p. 100 de grands troupeaux ; les femelles en lactation étaient traitées partiellement, l'âge au sevrage dépassait un an. La classe 5 était composée de 62 troupeaux dont 8 p. 100 de grande taille ; c'est la classe où la vermifugation était la plus courante.

La stratégie de déplacement a montré une tendance à la sédentarisation ou aux déplacements de faible amplitude dans la province pour des raisons de sécurité alimentaire et pathologique. La majorité des éleveurs interrogés restaient sur place toute l'année (53 p. 100), 29 p. 100 effectuaient plusieurs petits déplacements et 18 p. 100 de grands déplacements. Ces stratégies correspondaient aux différentes tailles des troupeaux identifiés : les grands déplacements étaient en général effectués par les grands troupeaux des provinces sahariennes qui disposaient de grandes étendues de parcours naturels, alors que les deux autres stratégies étaient adoptées par les petits et moyens troupeaux dont les déplacements étaient limités. Toutes ces stratégies pouvaient être profondément remises en cause en cas de déficits fourragers importants.

L'analyse du profil sanitaire des dromadaires adultes a montré trois classes. La première, composée de 26 troupeaux originaires pour l'essentiel des provinces d'Errachidia et de Tata, était caractérisée

par la présence forte de la trypanosomose (72 p. 100 des cas recensés) et un taux de mortalité important sur 42 p. 100 des troupeaux. La classe 2 contenait 36 troupeaux des provinces de Laâyoune et de Guelmim, chez lesquels les maladies dominantes des adultes étaient la variole (28 p. 100) et l'ectoparasitose. La classe 3 était composée de 61 troupeaux des provinces de Zagora, d'Essaouira et d'Errachidia, où dominait le groupe « autres pathologies », avec le plus fort taux de mortalité des chamelons (39 p. 100). La classe 4 contenait 50 p. 100 des troupeaux suivis, originaires des provinces de Laâyoune et d'Essaouira ; les gros troupeaux représentaient 12 p. 100 de cette classe où l'on rencontrait l'ensemble des grandes pathologies du système d'élevage camelin et des taux de mortalités forts.

Le test du Chi² a montré le lien entre l'état sanitaire des parents et l'apparition de la mortalité chez leurs petits, notamment certaines maladies dont la présence signe les pertes importantes de jeunes (syndromes respiratoires et « autres pathologies »). D'autres maladies comme les parasitoses externes (gale, teigne) et la variole étaient faiblement corrélées avec la mortalité des jeunes. La comparaison des fréquences d'apparition de la mortalité a montré que d'autres pathologies des adultes influençaient sur la mortalité du chameau, même si cette influence n'a pas paru énorme dans les résultats obtenus (trypanosomose).

Le test du Chi² a démontré également les corrélations entre certaines pratiques et la mortalité des jeunes. Le déparasitage externe était corrélé avec la mortalité des chamelons, la fréquence des taux de mortalité forts allait de 36 p. 100 pour les animaux déparasités à 46 p. 100 pour les élevages qui n'observaient pas cette pratique. Des pratiques comme la prise de colostrum, la vermifugation et la vaccination jouaient également un rôle dans l'apparition des mortalités, même si ce rôle n'a pas été nettement mis en évidence par les résultats de l'enquête. L'hypothèse de la corrélation de la prise de colostrum avec l'apparition des mortalités n'a pu être confirmée entièrement par l'étude. Cependant, l'examen des fréquences de mortalité a montré que la privation de colostrum avait une part de responsabilité dans les forts taux de mortalité des jeunes. Là aussi, la formulation des questions pouvait avoir semé la confusion dans l'esprit de l'enquêteur. Bien que la prise du colostrum pendant quatre à six jours ait été une règle dans tous les élevages, il était difficile de s'en assurer pour chaque individu, surtout dans les grands troupeaux et en particulier pour les chameaux primipares « difficiles » (non traités). L'état sanitaire et l'état nutritionnel des chameaux étaient des facteurs importants dans l'apparition des mortalités. Les diarrhées étaient la principale cause de mortalité identifiée chez les chameaux sur l'ensemble de la zone d'étude, ce

qui rejoint les travaux antérieurs (1, 5, 8, 9). Les insuffisances alimentaires jouaient également un rôle non négligeable dans cette mortalité. La forte homogénéité observée dans l'organisation des élevages, les déplacements et les pratiques d'élevage (surveillance des femelles pendant la mise bas, prise de colostrum, sevrage, allotement, supplémentation, traitement et prévention des maladies...) n'a pas permis de mettre en évidence une relation nette entre la mortalité et ces facteurs. En effet, la majorité des élevages enquêtés étaient conduits d'une manière plus ou moins identique. La différence avec les travaux réalisés à Laâyoune (2, 8), qui ont montré un effet important du mode de conduite et de gestion du troupeau sur la mortalité, serait liée à l'existence de quelques élevages « pépiniéristes » (produisant des géniteurs et subventionnés par l'Etat), ou bien périurbains, qui ont une conduite particulière.

L'influence de l'état sanitaire des parents sur la mortalité des chameaux confirme ainsi les hypothèses de départ. Le test du Chi² a montré en effet des corrélations fortes entre certaines affections des adultes et les forts taux de mortalité observés chez les chameaux (syndromes respiratoires, « autres pathologies »). D'autres affections avaient des corrélations moins nettes avec cette mortalité (parasitoses, variole). Les pratiques de soins sanitaires sur les adultes influençaient l'apparition des mortalités périnatales, ce qui confirme les premiers résultats.

■ CONCLUSION

Les causes de mortalité avancées par les éleveurs ont confirmé la responsabilité des diarrhées (70 p. 100 des premières causes) dans l'ensemble de la zone de l'étude, puis celle des insuffisances alimentaires. Les autres causes identifiées étaient les abcès, les mortinatalités et « autres pathologies » dont l'importance variait d'une province à une autre. Des problèmes d'intoxication par les plantes ont été évoqués par les éleveurs des provinces de Zagora et de Tata, liés certainement à la mise précoce du chameau sur parcours.

Les axes de recherche identifiés ne sauraient être traités efficacement par de seules enquêtes ponctuelles comme celle-ci, mais plutôt par la mise en place de véritables suivis d'élevages représentatifs, dans l'ensemble des provinces concernées par le problème. Des études plus approfondies (étiologie, physiopathologie, traitement, prévention...) sur les principales causes de la mortalité des chameaux — notamment les diarrhées, les abcès et les maladies respiratoires — permettraient de diminuer cette mortalité et d'améliorer la rentabilité de l'élevage camelin.

BIBLIOGRAPHIE

1. BENGOU MI M., BERRADA J., TLIGUI N.S., 1997. Etude des causes de mortalité du chameau dans le Sud du Maroc. Note bibliographique et méthodologique. Rapport projet ACSAD. Rabat, Maroc, Institut agronomique et vétérinaire.
2. BENGOU MI M., MICHEL J.F., HIDANE K., BONNET P., FAYE B., 1998. Ecopathological study of the camel young mortality in the South of Morocco. In: Proc. 3rd Annual meeting for animal production under arid conditions, Al-Ain, UAE, 2-3 May 1998.
3. BURGMEISTER R., 1975. Problèmes posés par l'élevage de chameaux en Afrique : exemple du Sud tunisien. *Schreibe Gesellsch. Tech. Zu Arb.*, 21.
4. COSSINS N., 1971. Pastoralism under pressure: a study of the Somali classes in the Jijiga area of Ethiopia. Addis Abeba, Ethiopia, Livestock and Meat Board, 101 p.

5. FAYE B., 1997. Le guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi, 126 p.

6. MICHEL J.F., BENGOU MI M., BONNET P., HIDANE K., ZRO K., FAYE B., 1997. Typologie des systèmes de production camélins dans la province de Laâyoune, Maroc. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 50 : 313-323.

7. RICHARD D., 1975. Etude de la pathologie du dromadaire dans la sous-province du Borana (Ethiopie). Thèse Méd. vét., Ecole nationale vétérinaire, Maisons-Alfort, France, 181 p.

8. RICHARD D., PLANCHENAU LT D., GIOVANNETTI J.F., 1985. Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Productions camélins (Rapport final). Maisons-Alfort, France, Iemvt, 135 p.

9. SALEY M., 1990. Performances de reproduction du dromadaire au Niger. In: Proc. Workshop It is possible to improve reproductive performances in the camel, Paris, France, 10-12 September 1990. Maisons-Alfort, France, Iemvt, p. 379-386.

10. WILSON R.T., 1984. The camel. London, UK, Longman, 223 p.

Summary

Bengoumi M., Gandega E.B., El Abrak A., Berrada J., Faye B.
Study on camel calf mortality in South Morocco:
Retrospective survey

Between January and August 1999 a retrospective survey was conducted in the provinces of Oued Eddahab, Laayoune, Guelmim, Tata, Essaouira, Zagora, Ouarzazate, Errachidia and Figuig on 252 camel herds, i.e. 15% of the counted populations in these areas. Calf perinatal mortality remains a major constraint to development of camel husbandry with on average 20.2% deaths (16.4% in 1996 and 22.9% in 1997). In more than 80% cases death occurred between 0 and 6 months of age. Main mortality causes reported by breeders were diarrhea (72%), then far behind feed insufficiency (9%), stillbirth (6%) and abscesses (5%), with wide variations among provinces. Herd typology helped identify four classes based on health status and five based on livestock practices. Strong correlations between camel calf mortality and some adult camel diseases, notably the respiratory syndrome, camel pox, mange-moth and other diseases, were observed. Because management modes were very similar, correlations between mortality and breeding practices, which probably played a major role, could not be highlighted.

Key words: Dromedary - Young animal - Mortality - Morocco.

Resumen

Bengoumi M., Gandega E.B., El Abrak A., Berrada J., Faye B.
Estudio de la mortalidad de los camellos jóvenes al Sur de Marruecos: encuesta retrospectiva

La encuesta retrospectiva se realizó entre enero y agosto 1999, en las provincias de Oued Eddahab, Laayoune, Guelmim, Tata, Essaouira, Zagora, Ouarzazate, Errachidia y Figuig. Incluyó 252 hatos de camellos, o sea 15 % del efectivo incluido en el censo de estas regiones. La mortalidad perinatal del camello joven sigue siendo un obstáculo mayor para el desarrollo de la crianza de camellos y representa un promedio de 20,2 % (16,4 % en 1996 y 22,9 % en 1997). En más de 80 % de los casos, la edad de la muerte se sitúa entre 0 y 6 meses de edad. Las primeras causas de mortalidad citadas por los criadores son diarrea (72 %), siguiendo de lejos la insuficiencia alimenticia (9 %), natimuertos (6 %) y abscesos (5 %), con fuertes variaciones según las provincias. La tipología de los establecimientos permitió distinguir cuatro clases según el perfil sanitario y cinco clases según las prácticas de crianza. Existen fuertes correlaciones entre la mortalidad de los camellos jóvenes y ciertas patologías de los dromedarios adultos, sobre todo el síndrome respiratorio, la viruela, la sarna y otras patologías. La fuerte homogeneidad de las formas de conducta no permitió poner en evidencia correlaciones entre la mortalidad y las prácticas de manejo, que juegan probablemente un importante papel.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Mortalidad - Marruecos.

Camel calf losses and calf care measures in pastoral herds of Northern Kenya. A system view

B.A. Kaufmann¹

Key words

Camelidae - Young animal - Pastoral system - Productivity - Mortality - Livestock management - Innovation adoption - Knowledge-based system - Kenya.

Summary

A comparative analysis of management, production and productivity of three pastoral camel husbandry systems (Rendille, Gabra and Somali) in Northern Kenya was conducted using the life history technique, management questionnaires and a bioeconomic modelling approach. Based on life history data for 1506 Rendille (RE), 789 Gabra (GA) and 1206 Somali (SO) camel calves born between 1980 and 1995, this study presents quantitative information on losses and underlying causes. The effect of calf losses on overall herd productivity was assessed for the three systems using a bioeconomic herd-driven model. Average calf mortality up to one year of age was 27% in RE, 22% in GA and 31% in SO calves, with a wide variation between the years (5-87% RE, 12-67% GA, 11-42% SO). Mortality in SO calves was significantly higher in males than in females (35 vs. 28%). Diseases accounted for most of the losses: 59, 71 and 82% in RE, GA and SO calves, respectively. Mortality caused by drought (22, 21 and 1%), predation (9, 6 and 7%) and accident (2, 5 and 3%) was of lower importance. Unknown causes accounted for 7-10% of overall losses in the three systems. Few major disease groups, namely enteritic conditions, skin conditions, septicemia and tick intoxication were responsible for 66, 83 and 65% of losses in RE, GA and SO calves, respectively. Analyzing mortality causes and related management suggested that a change in colostrum management could reduce mortality considerably. However, pastoralists do not adopt management changes on the sole advice of an outsider, even if a beneficial impact is promised. They will first evaluate such proposed changes in the context of their own view and knowledge of cause and effect relationships within their production system. Understanding the pastoralists' rationale is a prerequisite for identifying appropriate research and development activities in pastoral production systems.

■ INTRODUCTION

High camel calf mortality rates are generally considered an important bottleneck in pastoral camel husbandry systems. Figures of 30-50% are estimated for East Africa (7, 10, 23, 26). Competition of man and calf for milk is said to be the main underlying reason (4, 21, 25). However, sources providing long-term data from the pastoral areas are scarce in literature. Furthermore, little is known about the importance of calf mortality for the productivity of the husbandry system. This knowledge in combination with knowledge on pastoral calf rearing management

is essential to assess effective and feasible interventions to profitably reduce calf mortality. The present paper comparatively assesses calf mortality, its causes, importance and possible improvement measures in three pastoral camel husbandry systems in Northern Kenya.

■ MATERIALS AND METHODS

Study location, production conditions and pastoral communities

A comparative analysis of camel husbandry systems of the Rendille, Gabra and Somali pastoral communities was carried out in Marsabit District in Northern Kenya (figure 1).

1. Centre for Agriculture in the Tropics and Subtropics, Institute for Animal Production, Hohenheim University, D-70593 Stuttgart, Germany



Figure 1: Marsabit District.

All three pastoral communities are classified as Hamitic peoples (19). The Rendille are said to have their ancestral origins among the Somali, but are considered an own ethnic group with their own language, Kirendille. They inhabit the southwest of the district. The Gabra originate from the Galla people of Ethiopia. At the beginning of the century, they became resident in the northwest of

the district (18). The Somali of this study belong mainly to the Garre clan, one of the most important and numerous clans of the Somali pastoral community in Northern Kenya. They inhabit the northeast of the district (17).

All three communities lead a nomadic life, whereby several households form a camp (*manyatta*). Camel husbandry is the cornerstone of their production system, but all of them also keep small ruminants. Cattle are kept to a lesser degree where forage conditions are more favorable (15).

In Northern Kenya, rainfall follows a bimodal pattern. The long rainy season from March to May brings the majority of rainfall, whereas the short rainy season from October to November brings only little rain and often does not bring any.

A brief characterization of the natural resources in the Rendille, Gabra and Somali areas is given in table I. It becomes obvious that the production environment is most favorable in the Somali area.

Data collection

Production data

Animal records were obtained using the Life History Techniques whereby herders recall the complete life history for individual breeding females from birth to the present date chronologically and event by event (24). Herders knew their breeding females individually and identified them by names. For every calf of a breeding female the following information was collected: date of birth, sex, survival until weaning, age and reason for death if applicable, offtake reason and time if applicable, present destination.

The existence of a calendar system for the Rendille, Gabra and Somali permitted the collection of life history data as "dates" (year and season). Following the approach of Swift (24), members from the pastoral communities were chosen and trained as enumerators. They were well-respected elders of the community, who possessed their own herd of camels, and were literate in either English or Kiswahili. They were familiar with the topics, because the notion of animal life histories is part of their everyday life.

Management data

Information on management areas, which are under the control of the pastoralists and which were anticipated to affect production parameters, was collected through management questionnaires.

Table I
Characterization of natural resources*

	Rendille	Gabra	Somali
Surface (km ²)	11,000	27,000	9,000
Altitude (m a.s.l)	350	400 to 600	400 to 700
Median rainfall** (mm)	163	123	503
Duration of drought (months)	4-11	4-11	4-11
Average total biomass availability (kg DM/ha/year)	1659	1835	2592
Herbal layer (kg DM/ha/year)	1190	1301	1778
Shrub layer (kg DM/ha)	469	534	814

* Based on data published in the Range Management Handbook (Schwartz *et al.*, 1991)

** Data from the Kenya Meteorological Department (1996) for the period 1980 to 1994

Among others, information on calf care, important calf diseases and respective treatment possibilities were recorded.

The number of both life history and management questionnaires completed in the three communities is compiled in table II.

Table II

Number of life histories and management questionnaires completed

	Rendille	Gabra	Somali
Life history			
Adult females	471	287	416
Calves	1506	789	1206
Management questionnaire	56	50	55

Data analysis

The data recorded with the life history questionnaires refer to the time period 1980-1995. For each community data from all herds were combined and thus represent the camel populations of the Rendille, Gabra and Somali. Inherent fitness traits for the respective populations (survival rates by sex and age, culling rates by age, age at first calving, calving interval and litter size) and produce-related input parameters for the production systems (yields, prices) were calculated and used as input parameters for a herd model.

The bioeconomic computer model PRY (2) was used to determine productivity of the respective camel populations. Outputs of the camel production system were aggregated into a total output value (TOV). A productivity index (PI) was calculated as total output value/dry matter intake for an average herd animal (AHA). An average herd animal is a "theoretical animal" composed of the different animal categories, breeding female, surplus female and fattening male, according to their proportions in a steady state herd (3). A steady state herd does neither increase nor decrease in size. Assuming a steady state herd is necessary when productivity indices for different husbandry systems or management alternatives are to be compared.

Sensitivity analyses were conducted using the bioeconomic model in order to determine the impact of change of single production parameters on the productivity of the camel husbandry system.

These analyses permit the ex-ante evaluation of the effects of change in management, which are assumed to affect the production parameters.

Seminars

After the analyses, the results obtained and the management propositions derived from them were discussed in seminars with pastoralists for each of the three communities. Each topic was presented and discussed as follows:

- An introductory summary of the present management practices and production level was given to improve transparency for the pastoralists;
- The problems associated with this management were presented as seen by the scientist;
- The scientist proposed possible improvement measures;
- The pros and cons of the present and proposed management were discussed with the pastoralists.

RESULTS AND DISCUSSION

Calf losses

Average preweaning mortality (birth to 12 months of age) was found to be 27.3, 22.3 and 31.4% in Rendille, Gabra and Somali calves, respectively, over the 16 years from 1980 to 1995. Calf mortality for single years shows a wide variation especially in the Rendille and Gabra systems. It ranged from 5 to 87% in Rendille, 12 to 67% in Gabra and 11 to 42% in Somali calves.

The often quoted calf mortality rates of 30 to 50% for Northern Kenya (7, 10, 23, 26) can well represent values of single years, but seem to be exaggerated if used as long-term averages.

Only in the Somali system, mortality of male calves was significantly higher than that of female calves and of male calves in the other two systems (table III). In a milk oriented system, higher male calf mortality rates would not be surprising especially when males cannot be sold or fattened and slaughtered (9). Further analysis of the production systems (15) showed that the Somali production system is predominantly geared towards milk production and male calves are of secondary importance. In the Rendille and Gabra systems, however, males are of higher value because of their transport function and as savings (15).

Table III

Calf mortality until weaning

Calves	Rendille			Gabra			Somali		
	n*	n _d **	mortality (%)***	n*	n _d **	mortality (%)***	n*	nd**	mortality (%)***
Females	719	183	29.3 ^{a,α}	388	73	20.8 ^{b,α}	606	147	27.6 ^{a,α}
Males	787	178	25.6 ^{a,α}	400	85	23.8 ^{a,α}	600	180	35.3 ^{b,β}
All	1506	361	27.2 ^a	788	158	22.3 ^b	1206	327	31.4 ^a

* Number of animals at the beginning of the period

** Number of animals that died during the period

*** Calculated as $n_d / n - 1/2 n_d$

Within rows (a,b) and columns (α, β), respectively, values with different letters differ at $p < 0.05$

Causes for calf losses

Losses caused by disease accounted for 59, 71 and 82% of total losses in Rendille, Gabra and Somali calves, respectively. Rendille herders associated 22% of their calf losses with drought. Almost all of these occurred in calves born in 1991. Gabra herders associated 11%, and Somali herders only 1% of calf losses with drought. The difference in production conditions between the areas could explain it, because drought and feed shortage were more common in the Rendille and Gabra areas than in the Somali's. Predation was another important mortality cause responsible for 6 to 9% of preweaning calf losses. Hyenas accounted for most of these, usually attacking stray or lost animals. Hence, careful herding and preventing animals from straying were regarded as important herd management measures by the pastoralists.

Few major disease conditions, namely enteritic conditions, skin conditions, septicemia and tick intoxication were responsible for 76, 83 and 65% of losses caused by disease in Rendille, Gabra and Somali calves, respectively (table IV).

Diarrhea was a major cause of loss in all three systems, as well as in camel systems in Somalia and Niger (13, 20). Furthermore, pox was important in the Gabra and Somali systems, septicemia/navel ill and tick paralysis in the Rendille and Gabra's, and Ilgoff in the Somali's. These disease conditions have also been identified as the most important ones in Morocco (12). Orf and camel pox are of high importance in Tunisia (11) and severe tick infestation in the Pokot system in Kenya (5).

Calf care measures

Pastoralists reported to follow a combined milking and suckling regime, whereby calves usually get the milk of half their dam's udder, while the remaining half is milked for human consumption. If calves do not thrive well enough they might get the whole milk of their dam, be supplemented with more milk from other camels or even be fed sheep fat as energy rich supplement.

Other commonly reported calf care measures were:

- Removal of ticks, washing with acaricides, changing pasture;
- Improving fencing, protection from predators;
- Preventing diarrhea.

Herders say that one main measure to prevent diarrhea is to ensure that the calf does not get too much of the first milk (colostrum). Therefore, the udder is milked out once before the calf first sucks

and the calf is left with only a restricted quantity (about half a liter) of colostrum on the first day of life. Pastoralists claim that if this practice is not followed, calves are likely to get diarrhea, especially if their mothers have high milk yields.

There was a special care for the so-called *lamadel* calves. A traditional belief is that the milk of a camel giving birth to her second calf (the *lamadel* calf) is harmful to the calf. This is either because the amount is too high or because the milk is too strong, as they say, meaning more concentrated. Therefore, the calf is likely to get diarrhea and may die as a consequence. To prevent this, the udder of high yielding camels is milked out completely, both in the morning and in the evening, from the first day of lactation onwards. The *lamadel* calf is only allowed to suck the remnant after milking. After the first month, *lamadel* calves are treated like the others.

Especially the last two calf care measures reported, i.e. preventing the calf from drinking "too much" colostrum and milk, seem contraproductive. Withholding the colostrum means depriving the calf of antibodies, essential to combat infections during the first weeks of life. Other pastoral communities also consider colostrum harmful to the calf and hence restrict its intake (5, 6, 13). Only Burgemeister (8) observed that Tunisian herdsmen actively feed with colostrum those calves which fail to stand up soon after birth, because they consider the early intake as important.

Physiologically, the observed digestive disorders might be related to the high protein content of colostrum, 14% versus 4% in milk (1). If large amounts of colostrum are ingested at once, the resulting high amounts of ingested proteins cannot be completely absorbed and/or digested in the small intestine of the newborn and is passed on into the colon. There, these proteins are osmotically active causing water influx, which might lead to the observed diarrhea (14).

Ex-ante analysis of possible measures to reduce calf mortality

Sensitivity analyses to compare the systems output and productivity for the actual mortality level (status quo) and with reduced calf mortality were done using the bioeconomic model PRY.

Analyses were run under the assumption that calf mortality up to six months of age could be halved. This would reduce overall preweaning mortality to about 20, 15 and 20% in the Rendille, Gabra and Somali populations, respectively.

Table IV

Reported disease signs associated with calf losses

Rendille (n* = 213)	%	Gabra (n* = 112)	%	Somali (n* = 270)	%
Har (diarrhea)	33	Abthara (pox)	25	Ilgoff** (emaciation)	28
Gulor (navel ill)	18	Mita (septicemia)	24	Har (diarrhea)	23
Chilim ticks)	15	Albati (diarrhea)	21	Dulla (abscesses)	7
Lamadel (loss in second borns)	10	Chilim (ticks)	13	Bagga (pox)	7
Other diseases	24	Other diseases	17	Other diseases	35

* Number of preweaning calf losses due to disease

** Disease of unknown etiology, showing symptoms of eye infection, emaciation and weakness

In camels, lactation ceases in absence of the stimulus of the sucking calf, hence, early calf mortality leads to a reduction in milk offtake. A reduction of the lactation yield of about 50% was recorded by Simpkin (23). Using this estimate, it was assumed that reducing calf mortality would increase milk yield and consequently the offtake in the respective dams in the order of 50%. It was further calculated that reducing calf mortality to the above percentage would affect about 7, 7 and 11% of all the lactation in the Rendille, Gabra and Somali systems, respectively. Consequently, the average milk offtake per lactation would rise from 1097, 1400 and 1581 kg to 1180, 1499 and 1763 kg in the Rendille, Gabra and Somali systems, respectively (15).

Under these assumptions, the productivity index increases by 10 and 9% in the Rendille and Gabra systems, respectively, and even by 14% in the Somali system. Evaluated on a monetary basis, the total output value increases by 320, 329 and 709 Kenya shillings (KSh) per average herd animal per year for Rendille, Gabra and Somali camels, respectively (table V).

Seminars with pastoralists

The assessment of calf losses, loss causes, calf care measures and their impact on systems output and productivity suggests that:

- Only few disease conditions are of paramount importance for calf losses;
- Among these are diarrhea, navel ill and septicemia, i.e. infections with ubiquitous bacteria, which are likely to be due to a lack of passively acquired immunity;
- Herders' management of restricting colostrum intake in calves might foster these disease conditions;

- Reducing calf mortality is beneficial for the productivity of the husbandry system.

Therefore, possible changes in colostrum management as an improvement measure to the system were discussed with the pastoralists in seminars. A summary of the dialogue that took place in one of the seminars is given in annex 1.

The extract of the discussion in annex 1 shows that the Rendille pastoralists doubted the usefulness of the change in management, because they could not see that the recommendation would yield the same effect in their production environment as in the one the scientist had experience with.

Although the outcome of the seminar seemed at first unsatisfactory, some essentials could be learned about the pastoralists' perception of problems. It became clear that cause and effect relations were seen differently by scientists and pastoralists. In essence, the pastoralists observed that calves that consumed high amounts of colostrum suffered from diarrhea and therefore they reasoned that colostrum consumption promotes diarrhea. Scientists, on the other hand, followed the reasoning that colostrum contains antibodies and protects the animal from diseases like diarrhea. The proposed change in management, i.e. giving calves full access to colostrum, did not comprise a solution to the problem diarrhea, which pastoralists empirically related to colostrum feeding in their production system. The fact that the scientist did not encounter a diarrhea problem following free access to colostrums was not convincing in itself, and could in their view be due to the difference in vegetation. The nutritional base of the mother camels had to their knowledge an impact on milk properties.

Table V

Total output value and productivity index for status quo and reduced calf mortality (PRY model results)

	Rendille			Gabra			Somali		
	Sq ¹	Assumed change		Sq	Assumed change		Sq	Assumed change	
Calf mortality rate (%)	27,2	20		22,3	15		31,4	20	
Milk offtake (l/lactation)	1097	1180		1400	1499		1581	1763	
Output value in monetary units (KSh)² per year	per AHA³	per AHA	Δ	per AHA	per AHA	Δ	per AHA	per AHA	Δ
Liveweight (KSh)	894	932	+4%	857	897	+5%	1318	1467	+11%
Fallen meat (here hides) (KSh)	12	11	-8%	15	14	-7%	24	21	-13%
Milk offtake (KSh)	2574	2857	+11%	3192	3482	+9%	4149	4712	+14%
Total output value (TOV) (KSh)	3480	3800	+9%	4062	4393	+8%	5491	6200	+13%
Dry matter intake (DMI)(kg)	2051	2029	-1%	2094	2077	-1%	2903	2868	-1%
PI ⁴ = TOV/DMI (KSh/kg)	1.7	1.9	+10%	1.9	2.1	+9%	1.9	2.2	+14%

1. Status quo

2. 55 KSh (Kenya shillings) = 1 US\$ in 1996

3. Average herd animal

4. Productivity index

Annex 1

Extract of a seminar with Rendille pastoralists

Introducing the topic, the scientist pointed out that:

1. Despite various calf care measures it was observed that on average about one third of the calves died before reaching weaning age, and that diseases probably due to a low immune status, such as diarrhea, were the major causes.

2. Mortality was especially high for calves of heifers and for *lamadel* calves. This high disease incidence and subsequent mortality was very likely caused by the common practice of withholding colostrum.

The scientist then explained the function of colostrum as passive immunization against diseases and proposed that the herders should feed the whole colostrum to the calves.

A discussion with elders followed (it must be kept in mind that the pastoralists knew the scientist as a camel expert from a livestock ranch keeping over 400 camels in semi-arid Laikipia District of Kenya).

During the discussion the elders were first receptive to the advice, but at the same time expressed their fears. From their experience, colostrum is dangerous for the calf; especially calves of high yielding mothers are likely to get diarrhea from consuming colostrum ("When

pastures are good the milk is more nutritious hence during that period you must prevent the calf from drinking colostrum from birth up to three days"). Pastoralists were, however, also aware of beneficial effects of colostrum. It was mentioned that the young warriors themselves consume much colostrum "in order to get strong".

When asking the pastoralists whether they would try to let the calf have full access to the colostrum, they wanted to know what the scientist would recommend in order to prevent the diarrhea, a danger they anticipated from the proposed change in management.

First, they asked whether the scientist gave additional medicine to prevent diarrhea. The scientist replied that this was not necessary as no problems were experienced after giving the colostrum. Then, they asked several questions about the camel production system the scientist had experience with, e.g. whether the camel breeds were the same and how the vegetation in that area compared to their own. This revealed that there were differences in the vegetation the camels were feeding on, and led the pastoralists to conclude: "The risk of getting milk, which brings about the diarrhea to the calves, depends on the vegetation. Thus, the situation in your area might not be the same as here".

■ MORTALITE

■ CONCLUSION

Field methods are available to collect long-term demographic and production parameters for pastoral camel husbandry systems. A ready to use bioeconomic herd model exists to further aggregate such parameters into productivity indices, and to perform sensitivity analyses for the ex-ante evaluation of intervention-induced parameters change.

Regarding calf mortality, only long-term data permit a meaningful assessment of its importance within a production system and there is evidence that its actual value and impact have often been overestimated in the past. Assessing a realistic impact of calf mortality requires a system's perspective and calf mortality cannot generally be considered a major production constraint for camel husbandry. In the present study, the predicted benefit of reducing calf mortality was moderate for the husbandry system as a whole. However, analyzing mortality causes and management practices revealed that a change in colostrum management could reduce mortality considerably, and because this is a cheap measure it would at first glance seem a sensible one to take.

This leads to the question of target group participation in research programs. Analyzing husbandry systems should be conducted in close cooperation with the pastoralists in order to include their system inherent knowledge. When finally deriving recommendations and proposing management changes in order to improve

on certain aspects of the system, pastoralists must be closely involved in the evaluation of such recommendations. The present study made it clear that no experienced livestock keeper will adopt changes to his management on the pure advice of an outsider, even if a beneficial impact is promised. He will first evaluate such proposed changes in the context of his own view and knowledge of cause and effect relationships within his production system, and will not adopt it if he anticipates problems arising from it. He will take the lesser risk; the higher his degree of dependence on livestock husbandry is, the more critical to innovation he will be.

Understanding that non-adoption is not caused by pastoralists' ignorance, that it has a rationale behind it, is a prerequisite for appropriate research and development activities in pastoral production systems.

Acknowledgments

The author is indebted to F. Chabari, F. Menzel and the field staff of the Marsabit District Development Programme (MALDM/GTZ) for logistic and financial support. The German Academic Exchange Service (DAAD) and the Eiselen Foundation (Ulm/Germany) provided funding for personal and running costs. Data collection would not have been possible without the work done by the various pastoralists acting as enumerators in their respective communities. All these contributions are gratefully acknowledged.

REFERENCES

1. ABU-LEHIA I.H., AL-MOHIZEA I.S., EL-BEHERI M., 1989. Physical and chemical characteristics of camel colostrum. *Aust. J. Dairy Technol.*, **44**: 34-36.
2. BAPTIST R., 1992. Derivation of steady-state herd productivity. *Agr. Syst.*, **39**: 253-272.
3. BAPTIST R., 1992. Population dynamics and productivity at the stationary state of culling regimes in livestock herds and flocks. Stuttgart, Germany, Habilitationsschrift, Universität Hohenheim.
4. BAUMANN M.P.O., ZESSIN K.H., 1992. Productivity and health of camels (*Camelus dromedarius*) in Somalia: associations with trypanosomosis and brucellosis. *Trop. Anim. Health Prod.*, **24**: 145-156.
5. BOLLIG M., 1992. East Pokot camel husbandry. *Nom. Peop.*, **31**: 34-50.
6. BORNSTEIN S., 1988. The case of African drylands and balanced camel production: a veterinary point of view. In: A. Hjort af Ornäs Ed., Camels in development: sustainable production in African drylands. Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of African Studies, p. 97-104.
7. BREMAUD O., 1969. Notes on camel production in the northern districts of the Republic of Kenya. Maisons-Alfort, France, IEMVT.
8. BURGEMEISTER R., 1975. Élevage de Chameaux en Afrique du Nord. Eschborn, Germany, GTZ.
9. COSSINS N.J., UPTON M., 1988. Options for improvement of the Borana pastoral system. *Agr. Syst.*, **27**: 251-278.
10. DAHL G., HJORT AF ORNAS A., 1976. Having herds - Pastoral herd growth and household economy. Stockholm, Sweden.
11. DJELLOULI M.S., SAINT-MARTIN G., 1992. Productivity and economy of camel breeding in Tunisia. In: W.R. Allen, A.J. Higgins, I.G. Mayhew, D.H. Snow and J.F. Wade Eds., Proc. First international camel conference, Dubai, UAE, 2-6 February 1992. Newmarket, UK, R&W Publications, p. 209-212.
12. FARAK M., 1992. Contribution à l'étude des performances de reproduction chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) : Post-partum et productivité. Thèse Doct., Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
13. HARTLEY B.J., 1984. The dromedary of the Horn of Africa. In: W.R. Cockrill Ed., The Camelid - An all-purpose animal, Vol. 1, Proc. Khartoum workshop on camels, December 1979. Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of African Studies, p. 77-97.
14. KASKE M., 1994. Pathophysiologische Aspekte der neonatalen Kälberdiarrhoe. *Tierärztl. Umschau*, **49**: 336-348.
15. KAUFMANN B., 1998. Analysis of pastoral camel husbandry in Northern Kenya. Stuttgart, Germany, Margraf Weikersheim. (Hohenheim Tropical Agricultural series, 5)
16. KENYA METEOROLOGICAL DEPARTMENT, 1996. Rainfall data for Marsabit district. Nairobi, Kenya, Kenya Meteorological Department.
17. LEWIS I.M., 1994. Peoples of the Horn of Africa. London, UK, Haan Associates.
18. O'LEARY M., 1985. The economics of pastoralism in Northern Kenya: The Rendille and the Gabra. UNESCO Programme on man and the biosphere (MAB), IPAL Technical Report No. F-3. Nairobi, Kenya, UNESCO.
19. OMINDE S.H., 1965. The Ethnic map of the Republic of Kenya. Occasional memoir No. 1, Department of Geography, University of Nairobi. Nairobi, Kenya, East African Institute Press.
20. RICHARD D., PLANCHENAU D., 1992. Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Production cameline. Maisons-Alfort, France, IEMVT. (Rapport de la 2^e mission)
21. SCHWARTZ H.J., SHABAANI S., WALTHER D., 1991. Marsabit district range management handbook of Kenya, Vol. II.1. Nairobi, Kenya, Ministry of Livestock Development.
22. SCHWARTZ H.J., WILSON A.J., DOLAN R., EVANS J.O., FAIRHALL J., 1982. Produktionsleistungen von Kamelen (*Camelus dromedarius*) in ausgewählten Gebieten Kenias. *Prakt. Tierarzt*, **63**: 964-974.
23. SIMPKIN S.P., 1985. The effects of diseases as constraints to camel production in Northern Kenya. In: UNESCO Programme on man and the biosphere (MAB), IPAL Technical Report No. E-7, Camel diseases and productivity in the arid lands of Northern Kenya. Nairobi, Kenya, UNESCO, p. 76-160.
24. SWIFT J., 1981. Rapid appraisal and cost-effective participatory research in dry pastoral areas of West Africa. *Agric. Administ.*, **8**: 485-492.
25. WILSON A.J., DOLAN R., OLAHU W.M., 1981. Important camel diseases in selected areas in Kenya. In: UNESCO Programme on man and the biosphere (MAB), IPAL Technical Report No. E-6. Nairobi, Kenya, UNESCO.
26. WILSON R.T., 1984. The camel. Harlow, Essex, UK, Longman.

Résumé

Kaufmann B.A. Mortalité du chamelon et mesures envisagées dans des troupeaux de systèmes pastoraux au Nord Kenya. Point de vue

Une analyse comparative des pratiques, de la production et de la productivité de trois systèmes pastoraux camélins (Rendille, Gabra et Somali) au Nord Kenya a été réalisée par la technique d'analyse généalogique, les questionnaires sur les pratiques et une approche de modélisation bioéconomique. Sur la base des données généalogiques provenant de 1 506 chamelons Rendilles (RE), 789 Gabra (GA) et 1 206 Somali (SO), nés entre 1980 et 1995, cette étude présente une information quantitative sur l'importance des pertes et leurs causes sous-jacentes. L'effet des pertes sur la productivité globale du troupeau a été évalué pour les trois systèmes par l'intermédiaire d'un modèle bioéconomique. Le taux de mortalité moyen des chamelons de 0-1 an a été de 27 p. 100 chez les RE, 22 p. 100 chez les GA et 31 p. 100 chez les SO avec une variabilité importante selon l'année (respectivement 5-87, 12-67 et 11-42 p. 100). La mortalité des chamelons SO a été significativement plus élevée chez les mâles que chez les femelles (35 vs 28 p. 100). Les maladies ont été à l'origine de la plupart des pertes (59, 71 et 82 p. 100 respectivement chez les RE, GA et SO). Les mortalités dues à la sécheresse (respectivement 22, 21 et 1 p. 100), aux prédateurs (9, 6 et 7 p. 100) et aux accidents (2, 5 et 3 p. 100) ont été d'importance mineure. Celles qui étaient liées à des causes inconnues ont représenté 7 à 10 p. 100 de l'ensemble des pertes des trois systèmes. Quelques maladies majeures, comme le syndrome entéritique, les maladies cutanées, la septicémie et les infections par les tiques, ont été responsables de 66, 83 et 65 p. 100 des pertes dans les trois systèmes respectifs. L'analyse des causes de mortalité et des modes de gestion associés a montré qu'en modifiant la gestion du colostrum on pouvait réduire la mortalité considérablement. Cependant, les pastoralistes n'appliquent pas à leurs méthodes les changements recommandés par les personnes de l'extérieur, même si des résultats prometteurs leur sont garantis. Ils évalueront d'abord ces propositions de changement à la lumière de leurs connaissances sur les relations de cause à effet à l'intérieur de leur système de production. C'est d'abord en comprenant le raisonnement de ces éleveurs que des activités de recherche et de développement pourront être identifiées pour les systèmes de production pastoraux.

Mots-clés : Camelidae - Jeune animal - Pastoralisme - Productivité - Mortalité - Conduite d'élevage - Adoption de l'innovation - Système basé sur la connaissance - Kenya.

Resumen

Kaufmann B.A. Pérdidas de camellos jóvenes y medidas para el cuidado del joven en hatos en pastoreo en el Norte de Kenia. Una visión del sistema

Se llevó a cabo un análisis comparativo del manejo, la producción y la productividad de tres sistemas de crianza de camellos en pastoreo (Rendille, Gabra y Somali) en el Norte de Kenia, esto mediante el uso de la técnica de historial de vida, cuestionarios de manejo y un enfoque de modelo bioeconómico. El presente estudio, basado en datos de registros de 1506 camellos jóvenes Rendille (RE), 789 Gabra (GA) y 1206 Somali (SO), nacidos entre 1980 y 1995, presenta una información cuantitativa de las pérdidas y las causas adyacentes. El efecto de las pérdidas de animales jóvenes en la productividad global del hato se midió en los tres sistemas, utilizando un modelo bio-económico, hato orientado. La mortalidad promedio hasta el primer año de edad fue de 27 % para RE, 22 % para GA y 31 % para SO, con una amplia variación entre años (5-87 % RE, 12-67 % GA, 11-42 % SO). La mortalidad en los jóvenes SO fue significativamente mayor en machos que en hembras (35 vs. 28 %). La mayor causa de las pérdidas fueron enfermedades: 59, 71 y 82 % en RE, GA y SO respectivamente. La mortalidad causada por la sequía (22, 21 y 1 %) , predadores (9, 6 y 7 %) y accidentes (2, 5 y 3 %) fue de menor importancia. Causas desconocidas incurrieron en 7-10 % de las pérdidas totales en los tres sistemas. Una cantidad reducida de grupos de enfermedades mayores, como las enteritis, problemas de la piel, septicemia e intoxicación por garrapatas, fueron responsables de 66, 83 y 65 % de las pérdidas de jóvenes RE, GA y SO respectivamente. El análisis de las causas de mortalidad y el manejo relacionado sugirió que un cambio en el manejo del calostro podría reducir considerablemente la mortalidad. Sin embargo, los productores pastoriles no adoptan cambios de manejo únicamente bajo el consejo de un extraño, aún si se les promete un impacto benéfico. Primero evaluarán los cambios propuestos según el contexto del conocimiento y visión propios de la relación causa efecto dentro de cada sistema de producción. La comprensión del raciocinio de los pastores es un prerequisite para la identificación de las actividades de desarrollo y de investigación apropiadas en los sistemas de producción pastoriles.

Palabras clave: Camelidae - Animal joven - Pastoralism - Productividad - Mortalidad - Manejo del ganado - Adopción de innovación - Sistema inteligente - Kenia.

Potential of interrelating information on the health and management of Camelids

D. Dessalegne¹ S.I. Boardman¹ F.J. Dein²
D.C. Bourne¹

Key words

Camelidae - Animal health - Animal husbandry method - Information system - Database.

Summary

References on camel are scarce, widely scattered and difficult to access. An interactive information system may be useful if minimum qualities are available. This system must be simple and friendly. WildPro™ multimedia is an information network on wildlife, which answers this type of demand. A module on health and management of Camelids has been launched.

■ INTRODUCTION

In contrast to other livestock species there has been a serious limitation in research (13) and hence available publications or scientific information on diseases and husbandry of Camelids. The information available was also widely scattered and difficult to access. However, in the past three decades there has been a shift from this trend. There is an increased awareness of the importance of the camel and its diverse habitats. Development of the camel racing industry in the Middle East has initiated more interest in both basic and applied research on camel diseases and husbandry worldwide (11). There is an apparent increase in research output and information is communicated by traditional media: books, journals, newsletters as well as electronic formats. Although this development is encouraging, the problem of disseminating interactive and interrelated information to those professionals who need it most at distant parts of the world remains yet to be addressed.

The objective of this paper was to highlight the problems that exist in accessing relevant information and the potential of using an interactive data management system to bridge the gap. This would also assert the current demand for even closer collaboration between specialist institutions and individuals in the field to tackle an ever-pressing need for accessibility to relevant and interrelated information.

■ SOURCES OF INFORMATION

Information can be stored in many ways and could be procured from various sources. One of the traditional sources of information is the memory (8). Memory can be obtained from empirical knowledge that is accumulated over generations and/or can be acquired from scientific studies. The information can be communicated orally as in traditional folklore, and scientific information is mainly communicated in written media such as books, journals and periodicals, and recently in electronic formats (5). Written documents (hard copy) however remain as the main sources and means of storing information. The linear organization of the information, the extensive lag time and the high cost related to publishing as well as the limitation in indexing are the salient problems of written media. Moreover, the physical form and limitation of space in written media restrict its ability to present huge volumes of data in an interrelated format and portable size (1, 2, 8).

1. Wildlife Information Network, Royal Veterinary College, Royal College Street, London NW1 0TU, UK

E-mail: win@wildlifeinformation.org

2. National Wildlife Research Center, USGS, WI, USA

E-mail: joshua_dein@usgs.gov

The advents of computers and recent advances in information technology have made it possible to store and retrieve huge volumes of information in a very short period. In spite of their value, databases tend to be inflexible as they require specific keyword-search mechanisms for specific information (5). The user has to spend more time filtering through unsolicited information to retrieve the relevant material (12). Although the World Wide Web (www) and electronic mail (e-mail) are gaining enormous popularity, inadequate or general lack of reference section and refereed information render its validity questionable and restrict its scientific acceptability.

■ INFORMATION REQUIRED

An interactive information system must address the needs of the end-user by presenting information in a concise and clear format (7). It has to be practical, applicable to different situations and specific cases conveying interrelated and integrated information in an easily obtainable mechanism (8). These are but some of the essential minimum qualities an information management system should have. The development of such a comprehensive system demands the input of multidisciplinary expertise. A multidisciplinary approach will assure a broader viewpoint in presenting information that will meet the users' needs.

■ ATTRIBUTES OF INTERACTIVE INFORMATION SYSTEMS

An interactive information system is developed in a simple and user-friendly interface in order to be practical to people at different skill levels (3, 4). The use of multiple entry points and pathways will allow a speedy navigation within the system and minimize the time required to search different areas of interest. A simplified data entry process will guarantee the possibility of multi-authoring, editing and/or updating the system, while at the same time making use of existing databases will ease its expandability (4, 12). The system can also incorporate visual aid facilities for efficient communication. The user can easily search for information on a single species and/or multiple species that will be affected by a given agent or vice versa. It can hyperlink to related web sites and enables the user to navigate from one source to various other sites without logging out (5, 10). The development of WildPro™ as an interactive data management system has considered these parameters.

■ WILDPRO™ MULTIMEDIA

Wildlife Information Network was conceived as a result of the recognition of an acute dearth of relevant information wildlife veterinary officers and managers in most Southeast Asian countries faced. The lack of hands-on care information was a serious hindrance to efficiently execute their day-to-day activities (9). To abate the problem it was envisaged to send relevant information packages to information centers and to help them establish mini information banks. However, this approach proved to be both logistically and costwise inefficient and unsustainable. At that juncture, the potential of an electronic information system as an alternative (1) solution to bridge the information gap was considered. Subsequently, a survey was carried out to identify the pertinent areas of need and to appraise the professionals' access to computers as well as the frequently used software packages.

The development of the WildPro™ Multimedia V.5 'Concept Evaluation' was funded by the Overseas Development Administration (ODA~now DFID), UK. The 'Concept Evaluation' was distributed to over 500 professionals in 65 countries (2, 4). Among the 360 evaluators from 33 countries who responded within the planned period, 96% thought that WildPro™ would be a useful tool to professionals, and 82% replied that they would use it as a reference regularly.

Subsequently, the following WildPro™ modular projects were launched: Wildlife Welfare Advisory Support Programme (WWASP), London Waterfowl Health and Management (LWP), Elephant Health and Management Module, Health and Management of Camelids and London Wildlife Projects. All the projects culminate with WildPro™ modules. The modules will be accessible on a web site or a CD-ROM. The Wildlife Information Network (WIN) web site (www.wildlifeinformation.org) was launched recently and the prototype LWP module can be viewed. Following the prototype trial period, professionals can access the site after subscribing annually at a nominal fee to cover costs and sustain the system.

The Health and Management of Camelids is the result of WIN's collaboration with the Ministry of Agriculture, Ethiopia. The collaboration was an effort to identify and control a mysterious camel disease that had swept through the Horn of Africa Region during 1996-97. This was followed up by a preliminary survey of camel production in pastoral regions of Ethiopia that highlighted, among other factors, the critical lack of relevant and current information on the camel (6). The problem was emphasized in academic and research institutions as well as rural development agencies. It then became apparent that the problem would be best tackled through adoption of an information management system, to provide vital veterinary and husbandry practice information and to hyperlink with collaborating expert research and laboratory centers worldwide (6). Hence, the WildPro™ Health and Management of Camelids was launched.

The project's call for collaboration has received an overwhelming response from distinguished Camelid specialist institutions and individuals worldwide. The system relies on data that is in the public domain. The multidisciplinary project steering group will appraise the meta-data forms, identify professionals as referees, and oversee that reference and other data presentation standards are observed.

■ CONCLUSION

WildPro™ will be a success if it provides the end-user with vital information when and where it is most needed to help in the care of animals in particular and society in general. Finally, the following quotation from Robert Day "...scientific communication is a two-way process. ...(it) is useless unless it is both received and understood by its intended audience" sums up the aspiration of the Wildlife Information Network.

Acknowledgments

We would like to express our sincere gratitude to Mr. G. Stouldulsky and Ms. A. Poole of the Royal Veterinary College, to FARMAfrica, UK, and Arunvale Alpaca Farm. D. Dessalegne also wishes to thank Mr. I.M.W. Boardman for making the attendance to this workshop a reality.

REFERENCES

1. BENNETT P.M., GASCOYEN S.C., HART M.G., KIRKWOOD J.K., HOWKEY C.M., 1991. Development of LYNX: a computer application for disease diagnosis and health monitoring in wild mammals, birds and reptiles. *Vet. Rec.*, **128**: 496-499.
2. BOARDMAN S.I., 1997. WildPro™ Multimedia: a database management system for the health, welfare and conservation of wild animals. In: Annual Conference of the Association of Veterinary Teachers and Research Workers, Scarborough, UK, April 1997.
3. BOARDMAN S.I., 1999. Introduction to Wildlife Information Network and the London Waterfowl Project. In: Proc. Waterfowl Information Network Conference, London, UK, 16-17 September 1999.
4. BOARDMAN S.I., DEIN F.J., 1998. WildPro™ Multimedia: an electronic manual on the health, management and natural history of captive and free ranging animals. In: Proc. Joint Conf. American Association of Zoo Veterinarians and American Association of Wildlife Veterinary, Omaha, NE, USA, 17-22 October 1998, p. 107-108.
5. BOURNE D., BOARDMAN S.I., DEIN F.J., 1998. The London Waterfowl Project: information, communication and expert assistance. In: 3rd Int. Conf. European Wildlife Diseases Association, Edinburgh, UK, 16-20 September 1998.
6. BROWN N., DESSALEGNE D., HEPBURN R., 1997. A preliminary assessment of camel production in pastoral regions of Ethiopia. Report of collaboration between the Ministry of Agriculture, Ethiopia, and the Wildlife Information Network, Addis Ababa, Ethiopia.
7. DAY R.A., 1995. How to write and publish a scientific paper, 4th ed. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
8. DEIN F.J., BOARDMAN S.I., 1999. Integrating and accessing multidisciplinary information. In: Int. Conf. Waterfowl Information Network, London UK, 16-17 September 1999.
9. JACKSON S.I., 1994 Wildlife veterinary education programme - Computer interfaces and the domestic animal model. In: 4th Conf. South-East Asian Zoological Parks Association, Hong Kong.
10. STOSKOPF M.K., 1998. Expert systems, boon or pitfall? In: Proc. Joint Conf. American Association of Zoo Veterinarians and American Association of Wildlife Veterinary, Omaha, NE, USA, 17-22 October 1998.
11. WERNEREY U., KAADEN O.R., 1997. Infectious diseases camelids, English translation by J.H. Buzanoski. Berlin, Germany, Blackwell Wissenschafts-Verlag.
12. WESEBERG K., DEIN F.J., 1998. Citation databases for zoo and wildlife veterinarians. In: Proc. Joint Conf. American Association of Zoo Veterinarians and American Association of Wildlife Veterinary, Omaha, NE, USA, 17-22 October 1998.
13. WILSON R.T., 1987. The Camel. London, UK, Longman.

Résumé

Dessalegne D., Boardman S.I., Dein F.J., Bourne D.C. Potentiel de la mise en relation d'informations sur la santé et l'élevage des camélidés

Les références sur les camélidés sont peu nombreuses, très dispersées et peu accessibles. Un système d'information interactif peut être utile sous réserve de quelques qualités minimales. Ce système doit être simple et convivial. WildPro™ Multimedia est un réseau d'informations sur la faune sauvage qui répond à ce type de demande. Un module sur la santé et l'élevage des camélidés est en cours de réalisation.

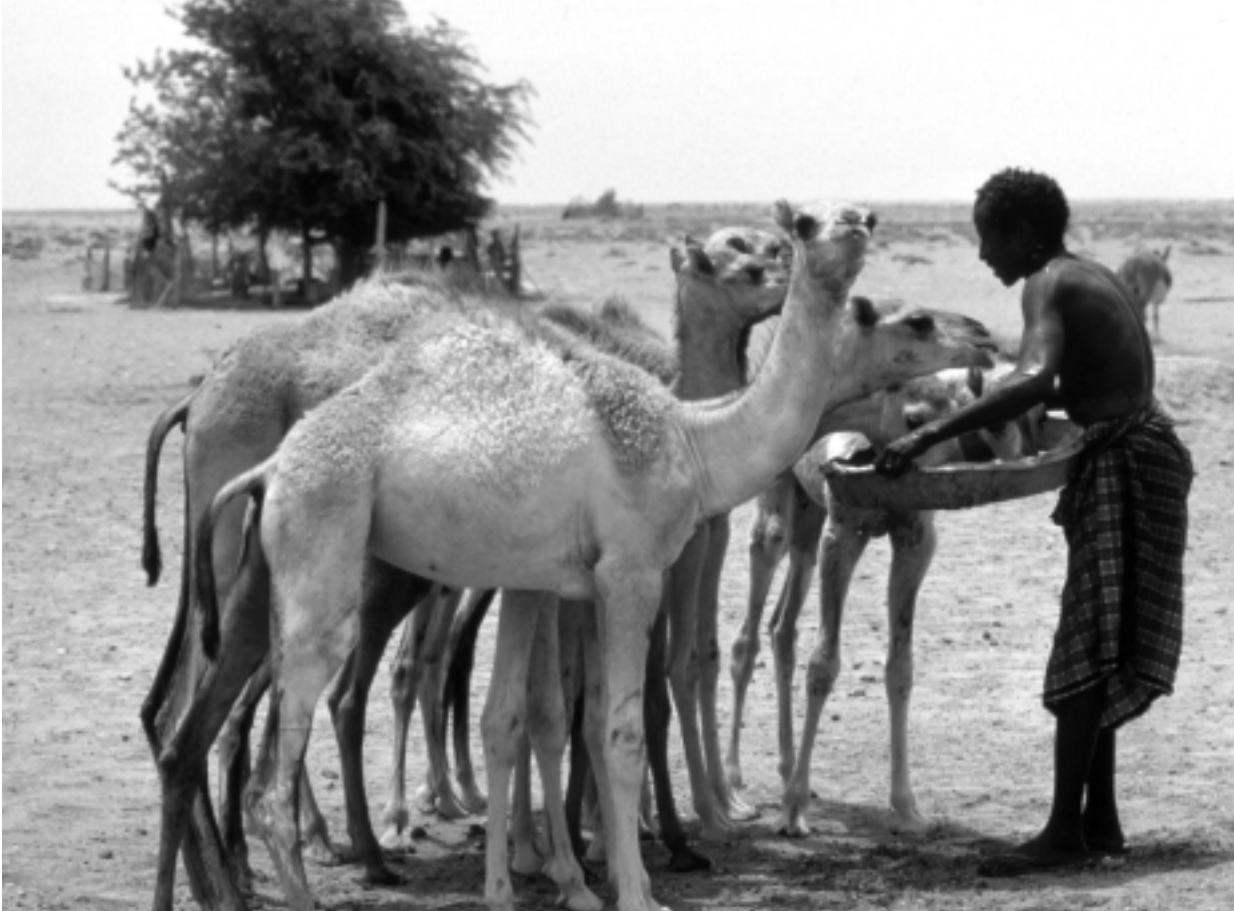
Mots-clés : Camelidae - Santé animale - Méthode d'élevage - Système d'information - Banque de données.

Resumen

Dessalegne D., Boardman S.I., Dein F.J., Bourne D.C. Potencial para interrelacionar información sobre la salud y el manejo de los camélidos

Las referencias sobre los camellos son escasas, dispersas y de difícil acceso. Un sistema de información interactivo sería útil si existiesen calidades mínimas. Este sistema debe ser simple y accesible. WildPro™ multimedia es una red de información sobre vida silvestre que responde a este tipo de demanda. Se lanza un módulo sobre la salud y el manejo de los camélidos.

Palabras clave: Camelidae - Sanidad animal - Metodo de crianza - Sistema de información - Base de datos.



© B. Faye, Cirad-emvt

Diarrhées du chamelon en Mauritanie : résultats d'enquête

M.L. Dia ¹ A. Diop ² O.M. Ahmed ²
C. Diop ¹ O.T. El Hacén ³

Mots-clés

Dromadaire - Jeune animal - Diarrhée - Etiologie - *Escherichia coli* - *Salmonella* - *Eimeria cameli* - *Haemonchus longistipes* - Mauritanie.

Résumé

En Mauritanie, les éleveurs sont très préoccupés par les diarrhées des chameçons qui peuvent survenir quelques semaines après la mise bas. Selon eux, elles seraient seules responsables des causes de mortalité du chamelon. Afin de déterminer les étiologies de ces diarrhées et d'évaluer les pertes qu'elles occasionnent, deux enquêtes ont été menées : (1) dans les Wilaya du Sud Est du pays lors d'une enquête sur les mortalités des jeunes animaux ; (2) sur les dromadaires à Boghé (Centre du pays). Les animaux sondés étaient de jeunes chameçons présentant des diarrhées et âgés de quelques jours à un an. Les selles diarrhéiques prélevées sur le terrain étaient conservées au froid pour les recherches bactériologiques et formolées pour le diagnostic parasitologique. Ces diarrhées avaient différentes étiologies constituant un « complexe étiologique » incluant :

- des bactéries ; les colibacilles (*Escherichia coli*) et les salmonelles étaient parmi les germes bactériens responsables des entérites des jeunes animaux ; les animaux âgés de 0 à 3 mois ont été les plus touchés ;

- des parasites ; les coccidies (*Eimeria cameli*) et des parasites gastro-intestinaux (*Haemonchus longistipes*) ont été rencontrés dans tous les prélèvements en particulier pendant la saison des pluies.

Sinon, elles étaient d'origine alimentaire ou inconnue. Ces résultats corroborent les observations des éleveurs selon lesquels il faut ajouter à ces étiologies l'état sanitaire de la chamelle mère, la période de mise bas et les produits phytosanitaires utilisés en agriculture.

■ INTRODUCTION

En Mauritanie, l'élevage est de loin l'activité essentielle et la plus populaire car 70 p. 100 de la population en tire sa subsistance. La place prédominante de ce sous-secteur dans le pnb agropastoral s'accroît régulièrement. Elle est passée de 74 p. 100 en 1985 à 81 p. 100 en 1991 alors que celle des productions végétales a reculé (8).

Jadis parent pauvre dans les projets de l'élevage, utilisé pour le transport, avec les sécheresses répétées que connaît le Sahel, le dromadaire est devenu une nécessité en Mauritanie, un impératif

permettant aux « hommes du désert » de vivre et aussi une source de rente. Si de nombreux documents rapportent une estimation de 1,1 million de têtes, en l'absence d'un recensement, il n'est pas exagéré de chiffrer la population de dromadaires de Mauritanie à 2 millions. Les plus fortes densités se situent dans le Sud-Est du pays. Mais, dans ces dernières années, on assiste à un repli des effectifs vers le sud du pays (région du Trarza et basse vallée du fleuve Sénégal) et en périphérie des grands centres urbains (Nouakchott).

La première mise bas d'une chamelle se situe entre 5 et 7 ans d'âge en fonction des conditions du milieu (9, 11, 14). La durée de gestation est de l'ordre de 13 mois. Ses paramètres étant bien connus des éleveurs, on comprend tout l'intérêt qu'ils accordent à la survie du jeune chamelon.

Dès la deuxième semaine de naissance, le chamelon peut consommer en plus du lait maternel un peu d'aliment des pâturages (7). Dans la pathologie néonatale, les diarrhées sont très communes. Elles peuvent survenir dès la naissance et à tout âge (3). Leur importance est bien connue des éleveurs mauritaniens. C'est cette préoccupation qui a amené les auteurs à tenter d'identifier leurs étiologies et à évaluer les pertes qu'elles occasionnent au cours de deux enquêtes.

1. Laboratoire de parasitologie, Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires (Cnerv), BP 167, Nouakchott, Mauritanie
Tél. : +222 25 27 65/25 28 08 ; fax : +222 25 28 08
E-mail : mld@mr.refer.org

2. Maladies infectieuses, Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires (Cnerv), BP 167, Nouakchott, Mauritanie
Tél. : +222 25 27 65/25 28 08 ; fax : +222 25 28 08
E-mail : cnerv@pactec.org

3. Président, Groupement national des associations agro-pastorales (Gnap), BP 175, Nouakchott, Mauritanie
Tél. : +222 25 39 46

■ MATERIEL ET METHODES

Première enquête dans le cadre du volet « mortalité des jeunes » du projet Elevage II

Cette enquête a été conduite dans différents sites de la région Sud-Est de la Mauritanie. Elle a concerné les veaux et les chamelons âgés de 0 à 2 ans et les agneaux et chevreaux de 0 à 6 mois (tableau I). Elle a duré trois ans.

Deuxième enquête à Boghé

Cette enquête spécifique au chamelon a été menée dans la région du Brakna à la suite des déclarations des éleveurs de mortalités de chamelons dues aux diarrhées. Les troupeaux visités étaient composés de 2 080 dromadaires. Au total 112 selles diarrhéiques ont été prélevées sur des chamelons âgés de 0 à 6 mois. Parallèlement, tous les chamelons sondés ont été traités avec des produits à base de néomycine, de furanes et de sulfamides.

Quelle qu'ait été la nature de l'enquête, sur le terrain, les selles ont été récoltées dans le rectum et formolées quand elles étaient destinées à la parasitologie. Les échantillons ont été analysés en coproscopie par la méthode de McMaster au laboratoire de Parasitologie du Cnerv. En bactériologie, il a été procédé à l'écouvillonnage des sujets présentant des symptômes de diarrhées. Les échantillons ont été conservés au froid dans des milieux de transport Tgv placés dans des containers isothermes. Au laboratoire de Microbiologie du Cnerv, la bactériologie classique, la recherche des caractères culturels, morphologiques et biochimiques, l'identification galerie Api et l'antibiogramme ont été réalisés.

■ RESULTATS

En fonction des sites, il existait une grande disparité entre les troupeaux. Certains ont été très touchés par les entérites alors que d'autres, pourtant voisins, ont été épargnés. Les selles étaient souvent liquides, d'odeur fétide, parfois striées de sang avec des débris de nourriture non digérée et du sable. Les chamelons les plus atteints étaient âgés de 0 et 3 mois (79,5 p. 100). L'analyse des échantillons a montré que les diarrhées du chamelon avaient diverses étiologies.

Origine parasitaire

Au total 78,5 p. 100 des prélèvements ont été positifs. Tous les échantillons prélevés pendant l'hivernage (juillet à septembre) ont été positifs. Il s'agissait d'infestation par des parasites gastro-intestinaux et des coccidies (tableau II). Dans certains échantillons, seuls des œufs de strongles digestifs ou d'oocystes ont été rencontrés. Dans d'autres, le polyparasitisme a été observé.

D'après la morphologie des œufs de strongles digestifs, 65 p. 100 étaient des *Haemonchus*. Chez le dromadaire, il s'agit de *H. longistipes*. En comparaison avec les prélèvements des autres jeunes animaux, la figure 1 montre que les diarrhées des chamelons ont surtout été dues aux strongles digestifs et aux coccidies alors que l'étiologie a été plus variée chez les veaux, les agneaux et les chevreaux.

Origine bactériologique

Une flore bactérienne diversifiée avec une prédominance de colibacilles et de salmonelles a été mise en évidence. Ces germes ont été isolés de façon systématique chez les sujets dont les selles étaient très liquides et parfois sanguinolentes. Le tableau III présente les germes isolés en culture pure et dans la figure 2 sont comparés les résultats avec les autres animaux.

Tableau I

Nombre d'animaux prélevés en fonction des sites

Sites	Chamelon	Veau	Agneau	Chevreau	Total
Abdel Bagrou	15	45	16	9	85
Drouagalatt	2	8	4	8	22
Rassel Vil	4	15	3	7	29
Bouadra	7	62	2	29	100
Achoiv	5	65	17	37	124
Touil	35	41	15	12	103
Sabou	3	5	30	15	53
Seyal	-	12	15	19	46
Sadra	7	21	19	9	56
Moibaratt	-	12	7	8	25
Total	78	286	128	153	645

Tous les germes isolés ont été testés avec certains antibiotiques. Ils ont été sensibles à l'ampicilline, la néomycine, les furanes et les sulfamides.

Origine alimentaire ou inconnue

Dans certains prélèvements, les recherches parasitaires et bactériologiques se sont avérées négatives. La cause des diarrhées a alors été considérée comme étant alimentaire ou inconnue.

■ DISCUSSION

Les diarrhées des chamelons sont signalées partout où l'élevage de dromadaires est pratiqué. Au Niger, 68,3 p. 100 des causes de mortalité du jeune sont attribuées aux diarrhées (3). Selon certains auteurs, l'absence de prise de colostrum maternel dès la naissance prédispose le jeune aux diarrhées (5).

Tableau II

Résultats des coproscopies des selles de chamelons

Nature	Prélèvements positifs
Strongles digestifs	43
Coccidies	66
Total	109

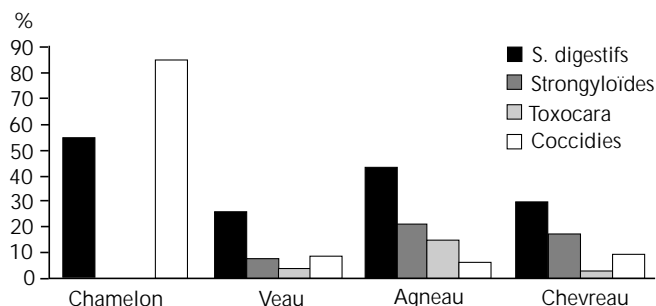


Figure 1 : résultats des coproscopies entre les différents animaux.

Tableau III
Résultats des antibiogrammes

Germes	Prélèvements positifs	
	Total	Chamelon
Colibacille	169	31
Salmonelle	23	6
Pseudomonas	11	3
Staphylocoque	15	3
Streptocoque	8	8
Total	226	51

Cette responsabilité des diarrhées dans les taux de mortalité est bien connue des éleveurs mauritaniens. Ils considèrent, d'après les deux enquêtes de cette étude, qu'elles sont la première cause de mortalité (plus de 80 p. 100) du chamelon entre 0-6 mois. Leurs troupeaux n'ayant pas été suivis, il a été difficile de donner des valeurs significatives à ces taux de mortalité. Toutefois, en 1987, une étude a montré que les formes les plus graves de diarrhées sont observées chez des sujets âgés de deux mois. L'évolution vers la mort est très rapide, en 4-5 jours. Les diarrhées sont très liquides, jaunâtres puis noirâtres et nauséabondes avec atteinte de l'état général (2). Des cas de déshydratation très avancée suivie de mort ont pu être observés sur le terrain dans cette étude.

Dans l'étude du Cnerv (2), sur 29 prélèvements de selles diarrhéiques, les analyses bactériologiques ont permis d'isoler 16 souches de colibacilles, 9 salmonelles, 2 *Edwardsiella tarda* et 8 *Klebsiella pneumoniae*. Dans d'autres travaux, il a été démontré également que ces diarrhées sont dues le plus souvent à des bactéries (*Escherichia coli*) et à des salmonelles responsables des mortalités. En l'absence de traitement approprié, la mortalité peut atteindre 100 p. 100 (4). Ces résultats sont conformes à ceux de cette étude puisque les colibacilles ont représenté 60,8 p. 100 des prélèvements positifs, suivis des streptocoques (15,7 p. 100) et des salmonelles (12 p. 100). Un traitement à base d'antibiotiques et d'antiparasites appropriés a permis après trois jours de suivi, de sauver in extremis des sujets dont les diarrhées étaient très liquides et sanguinolentes.

Lors de l'enquête du Cnerv en 1987 (2), seules des analyses bactériologiques ont été effectuées. D'autres investigations auraient permis de faire des comparaisons avec les résultats parasitologiques obtenus dans cette étude qui a fait ressortir que les parasites gastro-intestinaux et les coccidies étaient fréquemment rencontrés dans

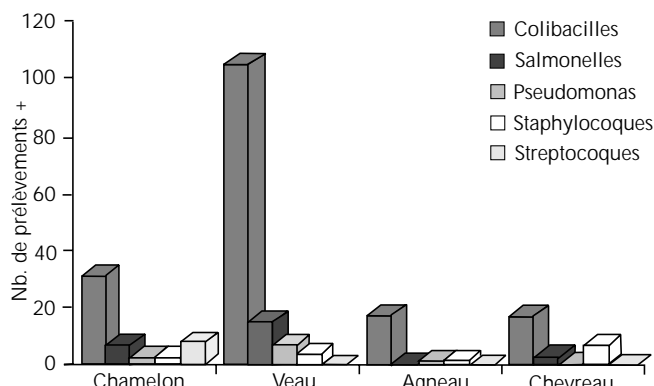


Figure 2 : germes rencontrés dans les selles diarrhéiques des jeunes animaux.

les prélèvements des sujets atteints de diarrhées. En effet, le mode d'élevage pratiqué en Mauritanie favorise l'infestation parasitaire puisque dès l'âge de 10 jours, le jeune peut suivre sa mère au pâturage. Empêché de téter grâce au *chemel* (protège mamelle), il se trouve dans l'obligation de se nourrir de végétaux, sources de sa contamination parasitaire. Les parasites gastro-intestinaux sont dominés par *Haemonchus longistipes*. Pendant l'hivernage, dans certains prélèvements, le nombre d'œufs par gramme de fèces est souvent très important. L'importance du parasitisme à cette époque de l'année s'expliquerait par la biologie des trichostrongylidés en général et celle d'*Haemonchus longistipes* en particulier. En effet, en juillet les pâturages sont essaimés d'œufs. Les conditions d'hygrométrie et la température devenant optimales, ces pâturages sont rapidement contaminés en larves L₃ infestantes (6, 13). Selon Arzoun et coll. (1), les dromadaires adultes seraient plus sensibles à *H. longistipes* ; pour Richard (11), ce sont les jeunes qui présentent les formes les plus graves. *H. longistipes* est un parasite hématophage. En cas d'infestations massives, des troubles graves peuvent entraîner la mort du sujet. Il est arrivé aux auteurs d'observer, dans la région du Trarza, des chamelons âgés de 2 à 8 mois atteints de très fortes diarrhées où des *H. longistipes* étaient visibles dans les selles.

Quant aux coccidies observées dans les prélèvements, elles devaient appartenir à l'espèce *Eimeria cameli*. Leur pathogénicité n'a pas été démontrée (10, 11).

A ces agents pathogènes, des facteurs alimentaire, nutritionnel et toxique méritent d'être cités. D'après certains éleveurs, le statut nutritionnel de la mère a un rôle prépondérant dans ces diarrhées. Pour d'autres, les chamelons nés un peu avant la pousse des herbes (hivernage) ou issus de femelles qui ont échappé aux avortements liés à la trypanosomose ou à l'ingestion de chenilles (Hassan Taleb, comm. pers.) sont particulièrement prédisposés à ces diarrhées.

Ces résultats ne doivent pas être examinés isolément (origine parasitaire, bactérienne ou alimentaire) car la part de chacune de ces étiologies n'a pu être déterminée dans ces diarrhées du chamelon. Sur un même prélèvement, différents germes bactériologiques et parasitaires pouvaient être rencontrés. Il n'est pas exclu que des viroses – non recherchées dans cette étude – aient aussi été impliquées. Pour ces raisons, les auteurs ont considéré qu'il s'agissait de complexes étiologiques, à mettre en parallèle avec le « syndrome diarrhée du chamelon » évoqué par de nombreux auteurs (5).

■ CONCLUSION

Les diarrhées du chamelon préoccupent beaucoup les éleveurs mauritaniens. Cette enquête a eu pour objectif d'identifier leur étiologie et d'évaluer les pertes occasionnées. Elle a montré que 79,5 p. 100 des sujets atteints étaient âgés de 0 et 3 mois. En l'absence de traitement approprié, la mort était inévitable. L'analyse des échantillons a montré que l'étiologie de ces diarrhées était d'origines diverses (infectieuse et/ou alimentaire ou nutritionnelle ou inconnue). Il s'agissait donc d'un véritable complexe étiologique où des agents infectieux étaient impliqués en interaction avec d'autres facteurs comme le mode d'élevage, la période des naissances, etc.

Remerciements

Les auteurs remercient les responsables du projet Elevage II (Banque mondiale), Laprovvet, ainsi que les éleveurs rencontrés sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARZOUN I.M., HUSSEIN H.S., HUSSEIN M.F., 1984. The pathogenesis of experimental *Haemonchus longistipes* infection in camels. *Vet. Parasit.*, **14**: 43-53.
2. CENTRE NATIONAL D'ELEVAGE ET DE RECHERCHES VETERINAIRES, 1987. Rapport d'activité. Nouakchott, Mauritanie, Cnerv, 118 p.
3. DIOLI M., SCHWARTZ H.J., SIMMELMAYR R., 1992. Management and handling of the camel. In: Schwartz H.J., Dioli M. Eds., The one-humped camel in Eastern Africa: a pictorial guide to diseases, health care and management. Weikerssheim, Germany, Verlag, p. 62-68.
4. DIOLI M., SIMMELMAYR R., 1992. Diseases of the gastrointestinal system. In: Schwartz H.J., Dioli M. Eds., The one-humped camel in Eastern Africa: a pictorial guide to diseases, health care and management. Weikerssheim, Germany, Verlag, p. 195-199.
5. FAYE B. ed., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi Santé animale, 126 p.
6. GRABER M., TABO R., SERVICE J., 1967. Enquête sur les helminthes du dromadaire tchadien. Etude des strongyloses gastro-intestinales et de l'hæmonchose à *Haemonchus longistipes*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **20** : 227-254.

Summary

Dia M.L., Diop A., Ahmed O.M., Diop C., El Hacen O.T. Camel calf diarrhea in Mauritania: Survey results

In Mauritania, diarrheas among camel calves can occur a few weeks after birth and are of great concern to livestock breeders. According to them, they are solely responsible for camel calf mortality. Two surveys were conducted in order to determine diarrhea etiology and to assess ensuing losses: 1) in the Wilayas (in the South East of the country) as part of a survey on young animal mortality; 2) in Boghé (in the Center) in dromedaries. Calves with diarrhea and aged a few days to a year were surveyed. Diarrhea samples were collected in the field and stocked in ice or formaldehyde for bacteriological or parasitological examinations, respectively. The origins of the various etiologies ("etiologic complex") could be linked to:

- Bacteria; *Escherichia coli* and *Salmonella* were among the bacteria responsible for enteritis; camel calves 0-3 months of age were the most affected;
- Parasites; coccidia (*Eimeria cameli*) and gastrointestinal parasitic (*Haemonchus longistipes*) were found in all samples in particular in the rainy season;
- Feed, or be unknown.

These results corroborate those of other breeders who add to the etiology the mother health status, parturition period and phytoproducts used in agriculture.

Keys words: Dromedary - Young animal - Diarrhea - Etiology - *Escherichia coli* - *Salmonella* - *Eimeria cameli* - *Haemonchus longistipes* - Mauritania.

7. KAMOUN M., 1990. Reproduction et productions des dromadaires maghrabis entretenus dans des parcours de physionomie méditerranéenne. In: Actes de l'Atelier Peut-on améliorer les performances de reproduction des camélins, Paris, France, 10-12 septembre 1990. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, p. 117-129. (Etudes et synthèses n° 41)

8. MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL ET DE L'ENVIRONNEMENT / FAO/PNUD, 1998. Politiques et stratégies générales pour le développement du secteur rural. Horizon 2010, version finale, Mdre. Rome, Italie, Fao/Pnud, 78 p.

9. MUKASA-MUGERWA E., 1981. The camel (*Camelus dromedarius*): A bibliographical review. Addis Abeba, Ethiopia, ILCA-CIPEA, 147 p.

10. RICHARD D., 1976. The diseases of the dromedary (*Camelus dromedarius*) in Ethiopia. *Ethiop. vet. Bull.*, **2**: 46-67.

11. RICHARD D., 1985. Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, France, Iemvt, p. 117-129. (Etudes et synthèses n° 12)

12. RICHARD D., 1989. L'hæmonchose du dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** : 45-53.

13. TAGER-KAGAN P., 1984. Résultats d'enquêtes sur les helminthiases du dromadaire dans le département de Zinder (Rép. du Niger) ; leur évolution dans l'année - moyens de lutte. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 19-25.

14. WILSON R.T., 1989. Reproductive performance of the one-humped camel. The empirical base. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42**: 117-125.

Resumen

Dia M.L., Diop A., Ahmed O.M., Diop C., El Hacen O.T. Las diarreas en el camello joven en Mauritania: resultados de una encuesta

En Mauritania, los criadores tienen mucho trabajo con las diarreas en los camellos jóvenes, que pueden aparecer algunas semanas después del parto. Según ellos, ellas son las únicas causas responsables de la mortalidad en el camello joven. Con el fin de determinar las etiologías de estas diarreas y de evaluar las pérdidas que estas ocasionan, se llevaron a cabo dos encuestas: 1) en los Wilaya del Sureste del país durante una encuesta sobre la mortalidad de los animales jóvenes, 2) específica a los dromedarios en Bogue (Centro del país). Los animales incluidos fueron camellos jóvenes presentando diarrea y con edades variando entre algunos días y un año. Las muestras de heces diarreicas, tomadas en el campo, fueron conservadas en frío para la búsqueda bacteriológica y en formol para el diagnóstico parasitológico. Estas diarreas presentaron diferentes etiologías, que se calificaron de « complejo etiológico ». El origen fue:

- bacteriano; colibacilos (*Escherichia coli*) y salmonelas estuvieron entre los gérmenes bacterianos responsables de las enteritis en los animales jóvenes; los animales con edades de 0 a 3 meses fueron los más afectados;
- parasitaria; las coccidioses (*Eimeria cameli*) y los parásitos gastrointestinales (*Haemonchus longistipes*) fueron encontrados en todas las muestras, en particular durante la estación lluviosa;
- alimenticio o desconocido.

Estos resultados corroboran perfectamente las observaciones de los criadores, según quienes habría que agregar a estas etiologías el estado sanitario de la camela madre, el periodo de parto y los productos fitosanitarios utilizados en la agricultura.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Diarrea - Etiología - *Escherichia coli* - *Salmonella* - *Eimeria cameli* - *Haemonchus longistipes* - Mauritania.

Diarrhées néonatales du chamelon dans les provinces sahariennes du Sud du Maroc : étude bactériologique

J. Berrada ¹ M. Bengoumi ² K. Hidane ³

Mots-clés

Dromadaire - Jeune animal - *Salmonella* - *Escherichia coli* - Diarrhée - Maroc.

Résumé

Une étude bactériologique sur les causes de diarrhées néonatales du chamelon (*Camelus dromedarius*) a été conduite sur 16 troupeaux originaires de différentes régions des provinces sahariennes du Sud du Maroc, au cours des années 1996, 1997 et 1999. Un total de 44 échantillons de matières fécales a été récolté à partir de chamelons diarrhéiques âgés d'une à dix semaines. Les spécimens de fèces ont été analysés pour la recherche de *Salmonella* sp. et d'*Escherichia coli* K99⁺. Six isolats originaires de cinq troupeaux différents ont été caractérisés comme étant *Salmonella* sp. La détermination du sérotype des salmonelles isolées ainsi que leur sensibilité à différents antibactériens ont été réalisées. L'étude a permis également l'isolement d'*E. coli* K99⁺ provenant de cinq chamelons originaires de quatre troupeaux différents. La présence simultanée de *Salmonella* sp. et d'*E. coli* K99⁺ n'a pas été relevée.

■ INTRODUCTION

Les infections à salmonelles et à *E. coli* sont largement répandues chez l'homme et chez les animaux à travers le monde (7). La salmonellose revêt une importance hygiénique et économique grandissante en raison de sa fréquence (3). Chez l'homme, les salmonelles sont responsables de fièvres typhoïde et paratyphoïde ainsi que de toxi-infections alimentaires (7). Chez les animaux domestiques, elles causent une variété de maladies économiquement importantes comme la septicémie, l'entérite, les avortements, etc. (3). Parmi les nombreux agents bactériens et viraux impliqués dans les diarrhées néonatales de ruminants domestiques, *E. coli* entérotoxigène, le rotavirus et le coronavirus sont considérés, seuls ou en association, comme les plus pathogènes (6).

Chez le chamelon, les causes infectieuses de diarrhées ont été peu rapportées dans la littérature (5). De même, aucune étude sur leur importance chez la population cameline marocaine n'a été entreprise antérieurement.

Au cours des années 1996, 1997 et 1999, plusieurs foyers de diarrhées néonatales chez le chamelon, associées à de fortes mortalités, ont été signalés aux autorités vétérinaires des provinces sahariennes du Sud du Maroc. Des investigations sur l'étiologie bactérienne de ces diarrhées ont été entreprises. L'objectif de cette communication a été de présenter les résultats de ces investigations.

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux

La présente étude conduite en 1996, 1997 et 1999 dans les provinces sahariennes du Sud a concerné 16 troupeaux de dromadaires (*Camelus dromedarius*) dans lesquels 44 chamelons diarrhéiques nouveau-nés, âgés d'une à 10 semaines, ont été examinés.

Echantillons de fèces

Les matières fécales ont été prélevées directement dans le rectum d'animaux diarrhéiques, en utilisant des gants à usage unique. Les prélèvements ont été identifiés grâce à un système de numération et placés dans des sachets en plastique individuels, dans une glacière réfrigérée (environ 4 °C) jusqu'à leur arrivée à Laâyoune. Ils ont été ensuite stockés à -20 °C et expédiés pour analyse au Département de microbiologie, immunologie et maladies contagieuses de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II.

Isolement et identification de *Salmonella*

L'analyse bactériologique des échantillons de matières fécales a été effectuée selon la méthode décrite dans le manuel *American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians* (1). Brièvement, 3 g de fèces de chaque spécimen ont été enrichis dans 10 ml de bouillon Sélénite (Bio Mérieux). Après 18 h d'incubation à 42 °C, les bouillons Sélérites ont été placés dans des boîtes de gélose sélective *Salmonella-Shigella* [S-S] (Bio Mérieux) et incubés à 37 °C pendant 24 h. Les colonies ne fermentant pas le lactose ont été placées dans des inclinés Trypticase-Soja (Bio Mérieux) et incubées à 37 °C pendant 24 h. L'identité des salmonelles des colonies suspectes a été confirmée par une galerie biochimique conventionnelle.

1. Département de microbiologie, immunologie et maladies contagieuses, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, Maroc

2. Département de pharmacie-toxicologie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, Maroc

3. Direction de l'élevage, Ministère de l'Agriculture, du développement rural et des pêches maritimes, Rabat, Maroc

Sérotypage de *Salmonella*

Le sérotypage des isolats de *Salmonella* a concerné les antigènes somatiques (O) et flagellaires (H). Il a été effectué sur des cultures jeunes utilisant des antisérums polyvalents et monovalents selon les recommandations du fabricant (Pasteur productions).

Sensibilité aux antibactériens

La sensibilité des isolats de *Salmonella* à l'érythromycine, la gentamicine, la tétracycline, le chloramphénicol, le triméthoprim-sulfaméthoxazol et au nitrofurane a été effectuée sur milieu Muller et Hinton (Bio Mérieux) utilisant la méthode conventionnelle à timbres.

Isolement d'*E. coli* K99⁺

Parallèlement à la recherche des salmonelles, les échantillons de matières fécales ont été cultivés à 37 °C pendant 24 h sur milieu sélectif de McConkey (Bio Mérieux). Les colonies fermentant le lactose ont été par la suite purifiées sur milieu Minca additionné

d'isovitalax (BBL). Pour permettre l'expression de l'antigène K99, deux passages sur milieu Minca additionné d'isovitalax ont été effectués une fois l'identité d'*E. coli* établie par une galerie biochimique conventionnelle. La mise en évidence de l'antigène K99 a été réalisée sur de jeunes cultures pures par la réaction de séroagglutination sur lame utilisant un antisérum spécifique produit sur lapin.

■ RESULTATS

Sur les 44 échantillons de fèces examinés, six isolats de *Salmonella* ont été obtenus (13,6 p. 100). Les isolats provenaient de cinq troupeaux différents éloignés de 40 à 200 km.

De même, cinq *E. coli* K99⁺ (11,36 p. 100) ont été isolés de cinq chamelons diarrhéiques provenant de quatre élevages différents. Aucun isolement mixte (*Salmonella* - *E. coli* K99⁺) n'a été relevé. Les résultats d'isolement des *Salmonella* et d'*E. coli* K99⁺ sont représentés dans le tableau I. Les résultats de la détermination du sérotype et de la sensibilité aux antibactériens testés sont consignés dans le tableau II.

Tableau I

Résultats de l'isolement de *Salmonella* sp. et d'*E. coli* K99⁺ provenant de chamelons diarrhéiques

N° du troupeau	Nb. de chamelons diarrhéiques examinés	Nb. de <i>Salmonella</i> sp. isolées	Nb. d' <i>E. coli</i> K99 ⁺ isolées
1	4	2	-
2	3	-	1
3	2	-	-
4	2	1	-
5	3	-	-
6	3	1	-
7	3	-	-
8	4	-	2
9	3	1	-
10	2	-	-
11	1	-	1
12	3	-	-
13	2	-	1
14	3	1	-
15	3	-	-
16	3	-	-
Total	44	6 (13,63 %)	5 (11,36 %)

Tableau II

Résultats du sérotypage et sensibilité aux antibactériens des isolats de *Salmonella*

Isolat de <i>Salmonella</i>	Sérotype (séro groupe)	Antibactérien testé					
		E ¹	Gm ²	C ³	Te ⁴	SxT ⁵	F ⁶
1	<i>S. tananarive</i> (C ₂)	R ⁷	S ⁸	S	S	S	S
2	<i>S. tallahassee</i> (C ₂)	R	S	S	S	S	S
3	<i>S. tennessee</i> (C ₁)	R	S	S	R	S	R
4	<i>S. tennessee</i> (C ₁)	R	S	S	S	S	S
5	<i>S. enteritidis</i> (D ₁)	R	S	S	R	S	S

1. érythromycine ; 2. gentamicine ; 3. chloramphénicol ; 4. tétracycline ; 5. sulfaméthoxazol-triméthoprim ; 6. nitrofurane ; 7. résistant ; 8. sensible

■ DISCUSSION

Malgré sa faiblesse numérique à l'échelle nationale, estimée en 1998 à 120 000 têtes (8), le dromadaire joue un rôle socio-économique important et il est bien adapté à l'utilisation des ressources des zones désertiques (5). Cette investigation était nécessaire pour déterminer les causes de l'apparition de foyers de diarrhées néonatales du chamelon en décembre 1996 (2).

Les résultats ont révélé que la salmonellose et la colibacillose constituaient des causes importantes des diarrhées chez le chamelon nouveau-né dans les provinces sahariennes du Sud du Maroc, avec des pourcentages respectifs de 13,63 et de 11,36. Par ailleurs, les six isolats de *Salmonella* provenaient de cinq troupeaux différents, soit 31,25 p. 100 (les isolats 1 et 2 ont été mis en évidence chez deux animaux d'un même troupeau). De même, *E. coli* K99⁺ a été isolée à partir de cinq chamelons diarrhéiques appartenant à quatre troupeaux différents, soit 25 p. 100. Ceci montre que la salmonellose et la colibacillose sont prévalentes dans la région. Toutefois, l'étude n'a identifié la cause des diarrhées que chez 25 p. 100 des individus. Aucune association entre *Salmonella* sp. et *E. coli* K99⁺ n'a été relevée.

Le taux de morbidité dans les foyers épizootiques de salmonellose chez les veaux, les agneaux et les porcelets est souvent élevé, atteignant parfois 50 p. 100 ou plus (3). Ceci suggère que le taux d'isolement obtenu dans la présente étude (13,63 p. 100) est peut-être sous-estimé. En effet, la congélation et le transport des échantillons endommagent les cellules de *Salmonella*, spécialement lorsqu'elles sont en nombre faible (1). Une procédure de pré-enrichissement de l'échantillon à analyser dans un bouillon de lactose pourrait restaurer la viabilité des cellules endommagées et augmenter par la même occasion les chances d'isolement de *Salmonella*.

La contamination des chamelons nouveau-nés est survenue vraisemblablement à partir de porteurs adultes via la voie digestive (3). Selon plusieurs études (4, 5, 9), plusieurs sérotypes de *Salmonella* ont été isolés à partir de camélidés. *Salmonella typhimurium* (groupe B), *S. enteritidis* (groupe D₁) et *S. dublin* (groupe D₁) ont été associées à des entérites chez des dromadaires et des chameaux jeunes et adultes d'Arabie saoudite, de Somalie, du Nigeria et de l'ex-Urss (4). Cependant, aucune information n'est disponible sur l'infection à salmonelles des dromadaires au Maroc, ni sur les sérotypes impliqués. Dans cette étude, plusieurs sérotypes de *Salmonella* ont été identifiés comme étant associés aux diarrhées néonatales du chamelon. Ils incluent *S. tennessee* (deux isolats différents par leurs profils d'antibiorésistance) du groupe C₁, *S. tananarive* et *S. tallahassee* du groupe C₂ ainsi que *S. enteritidis* du groupe D₁ (tableau II).

L'isolement d'*E. coli* K99⁺ provenant de chamelons diarrhéiques est rapporté ici pour la première fois. L'importance de ce résultat et la nature des sérotypes d'*E. coli* isolés seront déterminées

ultérieurement. Toutefois, l'antigène K99 a souvent été associé au caractère entérotoxigène d'*E. coli* (6).

Des études doivent être entreprises pour déterminer d'autres étiologies impliquées dans le syndrome de la diarrhée du chamelon et pour estimer l'importance de celles qui ont été identifiées.

■ CONCLUSION

A la connaissance des auteurs, le présent travail constitue la première description de la salmonellose et de la colibacillose chez le chamelon nouveau-né au Maroc. D'autres études sont nécessaires pour déterminer l'importance de ces infections chez le dromadaire et pour identifier d'autres agents pathogènes impliqués dans le syndrome diarrhéique chez les jeunes.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement le professeur K. Bouzoubaa pour avoir réalisé la détermination du sérotype des *Salmonella* isolées.

BIBLIOGRAPHIE

1. AAVLD, 1976. Culture methods for the detection of animal salmonellosis and arizonosis. A manual of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians. Ames, IA, USA, Iowa State University Press.
2. BENGOUIMI M., BERRADA J., ROCHDI M., HIDANE K., DE LAFARGE F., FAYE B., 1998. Physiopathologie des diarrhées du chamelon au Maroc. Signes cliniques et perturbations métaboliques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 277-281.
3. BLOOD D.C., HENDERSON J.A., RODOSTITIS O.M., 1979. Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs and horses, 5th ed. London, UK, Bailliere Tindall.
4. BUCHNEV K.N., TULEPBAEV S.Z.H., SANSYZBAEV A.R., 1987. Infectious diseases of camels in the USSR. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6** : 487-493.
5. FASSI-FEHRI M.M., 1987. Les maladies des camélidés. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6** : 315-335.
6. FASSI-FEHRI M.M., JOHNSON D.W., TAOUDI A., BERRADA J., 1988. Epidémiologie des diarrhées à *Escherichia coli* et à rotavirus chez le veau et l'agneau au Maroc. *Ann. Rech. vét.*, **19** : 59-64.
7. GRAY L.D., 1995. *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* and *Yersinia*. In: Murray P.R., Baron E.J., Pfaller M.A., Tenover F.C., Tenover R.H. Eds., Manual of clinical microbiology, 6th ed. Washington, DC, USA, ASM Press, p. 450-456.
8. MADRPM, 1998. Recensement général de l'agriculture. Rabat, Maroc, Ministère de l'Agriculture, du développement rural et des pêches maritimes, Direction de l'élevage.
9. WERNERY U., KAADEN O.R., 1995. Infectious diseases of camelids. Berlin, Germany, Blackwell Wissenschafts-Verlag.

Summary

Berrada J., Bengoumi M., Hidane K. Diarrhea in newborn camel calves in Saharan provinces of South Morocco: Bacteriological study

During the years 1996, 1997 and 1999, a bacteriological study on diarrhea causes in newborn camel calves (*Camelus dromedarius*) was carried out in 16 herds from different areas in Saharan provinces of South Morocco. A total of 44 feces samples were collected from diarrheic camel calves aged one to ten weeks old. They were analyzed for presence of *Salmonella* sp. and *Escherichia coli* K99⁺. Six isolates from five separate herds were characterized as *Salmonella* sp. Serotyping and sensitivity of isolated *Salmonella* to antibacterial agents were performed. *E. coli* K99⁺ was also isolated in five camel calves from four separate herds. The copresence of *Salmonella* and *E. Coli* K99⁺ was not established.

Key words: Dromedary - Young animal - *Salmonella* - *Escherichia coli* - Diarrhea - Morocco.

Resumen

Berrada J., Bengoumi M., Hidane K. Diarreas neonatales en el camello pequeño en las provincias del Sahara al Sur de Marruecos: estudio bacteriológico

Se llevó a cabo un estudio bacteriológico sobre las causas de diarreas neonatales en el camello pequeño (*Camelus dromedarius*), en 16 hatos provenientes de diferentes regiones de las provincias del Sahara al Sur de Marruecos, durante los años 1996, 1997 y 1999. Se colectó un total de 44 muestras de materia fecal, a partir de camellos pequeños diarreicos, de una a diez semanas de edad. Los especímenes de las heces fueron analizados para la búsqueda de *Salmonella* sp. y de *Escherichia coli* K99⁺. Seis aislamientos, provenientes de cinco hatos diferentes, se identificaron con *Salmonella* sp. Se realizó la búsqueda del serotipo de la *Salmonella* aislada, así como su sensibilidad a diferentes antibacterianos. El estudio permitió igualmente el aislamiento de *E. coli* K99⁺ en cinco camellos jóvenes originarios de cuatro hatos diferentes. No se identificó la presencia simultánea de *Salmonella* sp. y de *E. coli* K99⁺.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven- *Salmonella* - *Escherichia coli* - Diarrea - Marruecos.

Evaluation de l'efficacité d'un traitement spécifique contre les diarrhées du chamelon

M. Bengoumi ¹ J. Berrada ¹ F. de La Farge ²
K. Hidane ³ B. Faye ⁴

Mot-clés

Dromadaire - Jeune animal - Diarrhée - Thérapeutique - Réhydratation.

Résumé

L'efficacité d'une formule d'un réhydratant associée à un traitement anti-infectieux a été évaluée chez 21 chamelons diarrhéiques dans la région de Dakhla et de Guelmim au Sud du Maroc. Un examen clinique et des prélèvements de sang et de matières fécales ont été réalisés avant et après trois jours de traitement. Les résultats ont montré que ce traitement a été efficace contre les diarrhées du chamelon. Les paramètres cliniques ont été rétablis et les signes cliniques et biochimiques de la déshydratation ont été corrigés. En effet, le traitement de trois jours a entraîné une amélioration de l'état général avec diminution de la température corporelle, reprise de l'appétit, une bonne réactivité et disparition de l'énophtalmie et de la persistance du pli cutané. Pour les selles, des effets significatifs ont été notés sur la consistance, la couleur, l'odeur et la présence de substances étrangères. Pour les paramètres sanguins, le traitement a induit une baisse significative de l'hématocrite, une augmentation de la natrémie, de la magnésémie, de la bicarbonatémie et de la glycémie.

■ INTRODUCTION

La mortalité des chamelons est l'une des contraintes majeures au développement de l'élevage camelin. Elle peut atteindre plus de 50 p. 100 dans certains pays avec une moyenne de 20 à 30 p. 100. Les diarrhées sont les principales causes de morbidité et de mortalité des chamelons avant sevrage ; elles entraînent des pertes économiques sévères. L'étude de la physiopathologie des diarrhées montre qu'elles entraînent une déshydratation hypotonique (hémococoncentration, hyponatrémie, légère hyperkaliémie) et une acidose compensée (2). À la lumière de ces résultats, la formule d'un traitement spécifique associant un réhydratant et des anti-infectieux a été élaborée. L'objectif du présent travail a été d'évaluer l'efficacité de ce traitement chez des chamelons diarrhéiques.

■ MATERIEL ET METHODES

Matériel

L'étude a été réalisée dans la province de Dakhla et en particulier dans les régions d'Aousserd et de Guelmim. Le choix de la région de Dakhla a été imposé par la présence de la majorité des troupeaux du Sahara dans les parcours riches de la région d'Aousserd. Ce travail a été réalisé entre janvier et avril 1999. Le choix de cette

période s'explique par la saison des chamelages qui s'étend de décembre à mars. Cette étude a concerné 21 chamelons âgés de 15 à 90 jours avec un poids de 30 à 75 kg. Le choix des troupeaux a été dicté par la présence de chamelons diarrhéiques. Ces derniers ont été soumis à un examen clinique complet et à des prélèvements de sang et de fèces avant le traitement et un jour après la fin de celui-ci.

Comme traitement, les chamelons diarrhéiques ont reçu un sachet de réhydratant par jour pendant trois jours. Le sachet était dilué dans 2,5 l d'eau et était réparti en quatre prises. Pendant la période du traitement, le lait a été supprimé.

Méthodes

Dès le prélèvement, l'hématocrite a été déterminé après centrifugation du sang total pendant 15 min à 3 000 g. Les paramètres biochimiques témoins des perturbations métaboliques ont été analysés sur un auto-analyseur Ektachem Kodak XR 700. L'analyse bactériologique des matières fécales s'est focalisée sur la recherche de salmonelles et de colibacilles selon les méthodes classiques. Le traitement statistique s'est appuyé sur des méthodes d'analyse de la variance à un critère de classification (Anova).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats concernant l'examen clinique des animaux avant et après traitement sont présentés dans le tableau I. Les diarrhées ont affecté l'état général des animaux entraînant de l'hyperthermie, une diminution de l'appétit, un réflexe de succion faible ou désorganisé, un état d'abattement et de prostration et parfois même de décubitus. Les signes de déshydratation ont été bien marqués, en particulier la persistance du pli cutané et l'enfoncement du globe oculaire ou

1. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat, Maroc

2. Direction provinciale de l'agriculture, Dakhla, Maroc

3. CHU, Toulouse-Rangueil, 31054 Toulouse, France

4. Cirad-emvt, Productions animales, TA30/A, 34398 Montpellier Cedex 5, France

Specific treatment against camel calf diarrhea

énophtalmie. Après trois jours de traitement, une nette amélioration de l'état général a été notée, en particulier la disparition de l'hyperthermie et de l'abattement et la reprise de l'appétit avec un bon réflexe de succion. Les signes de déshydratation, c'est-à-dire persistance du pli cutané, froideur de la cavité buccale et énophtalmie, ont été corrigés. Ces effets auraient été liés à l'utilisation d'un traitement anti-infectieux et surtout à la restauration de l'équilibre hydroélectrolytique et à l'apport de glucose comme source d'énergie.

Les caractéristiques des selles sont restées de loin les symptômes les plus évidents et les plus pathognomoniques (tableau II). En effet, les selles normales d'un chamelon ont une consistance pâteuse, une couleur verdâtre, une odeur légèrement lactique avec absence de substances étrangères telles que le mucus, la fibrine ou le sang (2). Les diarrhées ont provoqué une modification très importante des

selles avec une consistance liquide ou en bouillie, une couleur jaune verdâtre à jaunâtre, une odeur putride et la présence de mucus ou de sang. Ces perturbations sont comparables à celles observées chez le veau (8). Les pertes hydriques par voie fécale et les fermentations intestinales associées à l'entérite ont été à l'origine de ces modifications, plus marquées chez les jeunes en allaitement total, en raison de la putréfaction rapide des protéines du lait. En effet, les toxines produites par les agents infectieux induisent une hypersécrétion intestinale et une fuite d'eau des électrolytes vers la lumière intestinale. Il en résulte une augmentation de la fluidité des fèces et de la fréquence de leur émission souvent accompagnée d'une hypermotricité intestinale (8).

Le traitement a entraîné une modification significative des selles qui sont devenues normales (voir plus haut). L'effet du traitement

Tableau I

Effet du traitement sur certains paramètres cliniques

Paramètres	Etat	Avant le traitement		Après le traitement	
		Effectif	%	Effectif	%
Appétit	Bon	1	5	18	86
	Moyen	15	71	3	14
	Mauvais	5	24	0	0
Attitude	Eveillé	8	38	19	90
	Abattu	11	52	2	10
	Décubitus	2	10	0	0
Pli cutané	< 5 s	0	0	19	90
	5-10 s	12	57	2	10
	Persistant	9	43	0	0
Enophtalmie	Absence	2	10	19	90
	Légère	17	81	2	10
	Sévère	2	10	0	0
Réflexe de succion	Puissant	5	24	16	76
	Faible	14	67	5	24
	Désorganisé	2	10	0	0
Température	< 38	3	14	13	62
	38-39	11	52	8	38
	> 39	7	33	0	0

Tableau II

Effet du traitement sur les caractéristiques des selles

Paramètres	Etat	Avant le traitement		Après le traitement	
		Effectif	%	Effectif	%
Consistance	Pâteuse	1	5	18	86
	En bouillie	15	71	3	14
	Liquide	5	24	0	0
Couleur	Verdâtre	3	14	14	67
	Jaune verdâtre	12	57	7	33
	Jaunâtre	6	29	0	0
Odeur	Normale	1	5	13	62
	Putride	20	95	8	38
Substances étrangères	Absence	12	57	17	81
	Mucus	7	33	4	19
	Fibrine	0	0	0	0
	Sang	2	10	0	0

sur les caractéristiques des selles s'expliquerait par la lutte contre les bactéries et, par conséquent, leurs toxines par les anti-infectieux utilisés (8).

Chez le chamelon, les infections bactériennes responsables des diarrhées sont essentiellement la salmonellose, la colibacillose et les entérotoxémies. Les études précédentes menées au Sud du Maroc ont permis d'isoler plusieurs sérotypes de salmonelles. Cependant, c'est la première fois qu'*Escherichia coli* K 99⁺ a été isolée chez le dromadaire au Maroc (tableau III). Ces résultats sont comparables à ceux rapportés dans les autres pays (5).

Les résultats des paramètres sanguins sont présentés dans le tableau IV. Les diarrhées ont eu un effet significatif sur certains paramètres sanguins, notamment sur l'augmentation de l'hématocrite, de l'urémie et de la créatininémie, d'une part et sur la baisse de la natrémie, de la bicarbonatémie, de la glycémie et de la magnésémie, d'autre part.

L'hématocrite renseigne globalement sur le volume des liquides circulants (hémodilution, hémococoncentration) au cours des privations ou des apports hydriques. La fuite d'eau dans les selles se répercute directement dans le liquide extracellulaire, en particulier le plasma. L'hémococoncentration qui s'ensuit se traduit par une

élévation des éléments corpusculaires du sang. L'hématocrite a diminué en moyenne de sept points après trois jours de traitement (33 vs 26). Cette diminution était liée aux apports hydriques qui étaient de 2,5 l par jour, mais aussi à la diminution des pertes dans les matières fécales.

Chez les chamelons malades, la natrémie est légèrement plus basse mais dans une proportion moins importante que celle décrite chez le veau diarrhéique (3). L'hyponatrémie serait beaucoup plus importante, mais elle est masquée par l'hypovolémie (1). L'hyponatrémie est la conséquence directe de la fuite du sodium dans les matières fécales. Il s'agirait donc d'une déshydratation de type hypotonique, caractérisée par la diminution de la pression osmotique. L'association du traitement anti-infectieux et de l'apport du sodium a permis de lutter contre les fuites et de rétablir la natrémie. La kaliémie et la chlorurémie n'ont pas été affectées par les diarrhées ou le traitement, ce qui confirme les observations faites précédemment (2). Chez le veau diarrhéique, l'élévation de la kaliémie est plus importante (7). Cette hyperkaliémie est liée au passage des ions K⁺ du milieu intracellulaire vers le compartiment extracellulaire, contribuant ainsi, par l'échange avec l'ion H⁺, à compenser l'acidose métabolique. L'influence des diarrhées sur la chlorurémie n'est pas claire et les résultats de la littérature sont contradictoires (7). La baisse de la concentration plasmatique des bicarbonates chez les chamelons diarrhéiques était comparable à celles rapportées chez les veaux (7) et chez les chamelons (2). L'hypobicarbonatémie est liée à la compensation de l'acidose métabolique consécutive à la fuite importante du sodium et des bicarbonates dans les matières fécales et à la production d'acides organiques en particulier l'acide lactique (3). Le traitement a eu un effet significatif sur la concentration plasmatique des bicarbonates qui a augmenté de 18 à 22 mmol/l. Cet effet aurait été lié à la diminution des pertes fécales et à l'apport du sodium, électrolyte alcalinisant par excellence. Par ailleurs, l'apport de glucose permet également de limiter la production d'acides.

Tableau III

Principales bactéries isolées avant le traitement

Agent infectieux	Effectif (n = 17)	%
<i>Escherichia coli</i> K99 ⁺	5	29
<i>Escherichia coli</i> K99 ⁻	11	65
<i>Salmonella</i> sp.	1	6
Gram - non entérobactérie	2	12

Tableau IV

Effet du traitement sur certains paramètres sanguins (moyenne + écart-type)

Paramètres	Avant le traitement	Après le traitement	Anova
Hématocrite (l/l)	33 ± 2	26 ± 2	***
Sodium (mmol/l)	150 ± 4	156 ± 5	*
Potassium (mmol/l)	5,6 ± 0,7	5,4 ± 0,4	ns ¹
Chlorures (mmol/l)	109 ± 6	109 ± 8	ns
Bicarbonates (mmol/l)	18,3 ± 3,6	22,2 ± 2,4	***
Calcium (mmol/l)	2,50 ± 0,11	2,57 ± 0,07	ns
Phosphates (mmol/l)	3,26 ± 0,42	3,35 ± 0,27	ns
Magnésium (mmol/l)	0,84 ± 0,10	0,97 ± 0,12	*
Protéines (g/l)	61 ± 9	56 ± 7	ns
Urée (mmol/l)	7,8 ± 7,3	4,6 ± 1,2	ns
Créatinine (mmol/l)	132 ± 86	98 ± 28	ns
Bilirubine (mmol/l)	3,5 ± 0,9	2,7 ± 0,5	ns
Glucose (mmol/l)	6,5 ± 0,5	7,2 ± 0,6	**
Triglycérides (mmol/l)	0,82 ± 0,38	0,83 ± 0,34	ns
Cholestérol (mmol/l)	1,48 ± 0,95	1,15 ± 0,41	ns
Asat (U/l)	125 ± 45	124 ± 29	ns
Alat (U/l)	21 ± 6	20 ± 4	ns
Ldh (U/l)	2461 ± 534	2367 ± 476	ns
Pal (U/l)	375 ± 70	393 ± 62	ns
Ggt (U/l)	16 ± 3	17 ± 2	ns
Ck (U/l)	158 ± 53	140 ± 38	ns

* P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; *** P < 0,001

1. P > 0,05

L'apport de magnésium dans le traitement a induit une légère augmentation de la magnésémie. La fuite du magnésium lors des diarrhées contribuerait à l'abattement des animaux (6).

Les diarrhées n'ont pas semblé affecter la calcémie et la phosphatémie. En effet, ses deux paramètres sont soumis à une régulation hormonale et leur déficit est comblé par une diminution de l'excrétion et surtout une mobilisation des réserves osseuses. Des observations similaires ont été observées chez les veaux (7) et chez les chamelons (2).

La glycémie du dromadaire est plus élevée que celle des autres ruminants ou herbivores. La néoglucogénèse est très active chez le dromadaire. Les valeurs observées dans cette étude chez les animaux sains sont comparables aux résultats déjà publiés pour cette espèce (4).

L'inappétence et la faible absorption du glucose étaient responsables de l'hypoglycémie observée lors des diarrhées. L'apport du glucose et du propionate qui est un stimulateur de la néoglucogénèse explique l'augmentation significative de la glycémie après le traitement. Généralement, les diarrhées se traduisent par une élévation de la protéinémie, de l'urémie et de la créatininémie par un simple effet d'hypovolémie liée à la déshydratation. Celle-ci entraîne une diminution de la diurèse et une accumulation des produits issus du catabolisme protéique dans le sang est alors observée (6). Ces phénomènes apparaissent moins marqués chez le chamelon, comparé au veau, bien que chez les chamelons les plus déshydratés, l'urémie avait atteint 29 mmol/l. La légère diminution non significative de l'urémie après le traitement aurait été liée au rétablissement de l'équilibre hydrique et, par conséquent, de l'excrétion rénale.

Les diarrhées et le traitement n'ont pas semblé influencer la fonction hépatobiliaire comme en témoignait la stabilité de la bilirubinémie. Les activités plasmatiques de l'Asat, l'Alat, la Ggt, la Ck, la Ldh et les Pal n'ont pas été significativement influencées par les diarrhées ou le traitement. Il en découle que les tissus hépatique, musculaire, cardiaque, osseux ou pulmonaire n'ont pas souffert de lésions cellulaires lors des diarrhées ou à la suite du traitement (6).

Summary

Bengoumi M., Berrada J., De La Farge F., Hidane K., Faye B. Assessment of the efficacy of a specific treatment against camel calf diarrhea

The efficacy of a rehydrating formula combined with an anti-infective treatment was assessed in 21 camel calves in Dakhla and Guelmim regions in South Morocco. Clinical examination as well as blood and feces sampling were performed before and after three days' treatment. Results showed the treatment to be effective against camel calf diarrhea. Clinical parameters were recovered, and clinical and biochemical signs of dehydration were corrected. Actually, overall health improvement with decrease in body temperature, appetite recovery, good reactivity, enophthalmia and skin-fold disappearance were observed following the three-day treatment. Significant effects were noted on feces consistency, color, odor and presence of foreign substance. Similarly, concerning blood parameters, the packed cell volume significantly decreased, whereas blood sodium, magnesium, bicarbonate and glucosidemia increased.

Key words: Dromedary - Young animal - Diarrhea - Therapy - Rehydration.

■ CONCLUSION

Ces premiers résultats montrent que l'association d'un anti-infectieux et d'un réhydratant est efficace dans le traitement des diarrhées du chamelon. Les résultats des enquêtes écopathologiques permettront de proposer une stratégie de lutte contre les diarrhées du chamelon basée sur l'utilisation adéquate de ce traitement mis au point pour la première fois chez cette espèce. D'autres études sur les agents pathogènes permettraient d'élaborer des vaccins spécifiques comme chez les autres espèces domestiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. BENGOUMI M., RIAD F., GIRY G., DE LA FARGE F., SAFWATE A., DAVICCO M.-J., BARLET J.-P., 1993. Hormonal control of water and sodium in plasma and urine of camels during dehydration and rehydration. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **89**: 378-386.
2. BENGOUMI M., BERRADA J., ROCHDI M., HIDANE K., DE LA FARGE F., FAYE B., 1998. Physiopathologie des diarrhées du chamelon au Maroc : Signes cliniques et perturbations métaboliques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 277-281.
3. DEMIGNE C., REMESY C., 1980. Evidence of different types of acidosis associated with diarrhea in the neonatal calf. *Ann. Rech. vét.*, **11**: 267-272.
4. ELIAS E., YAGIL R., 1984. Haematological and serum biochemical values in lactating camels (*Camelus dromedarius*) and their newborn. *Refuah Vet.*, **41**: 7-13.
5. FAYE B., BENGOUMI M., Ed., 1999. Guide de l'élevage du dromadaire (en arabe). Libourne, France, Sanofi.
6. KANEKO J.J., 1989. Clinical biochemistry of domestic animals, 4th ed. New York, NY, USA, Academic Press.
7. MAACH L., GRUNDER H.D., BOUJIIA A., 1995. La diarrhée néonatale du veau. Etude physiopathologique. *Maghreb Vét.*, **7** : 30.
8. VALLET A., 1983. Rôle des facteurs du milieu dans la pathologie du veau nouveau-né. *Epidémiologie et santé animale. Bull. AEEMA*, **3** : 5-24.

Resumen

Bengoumi M., Berrada J., De La Farge F., Hidane K., Faye B. Evaluación de la eficiencia de un tratamiento específico contra las diarreas del camello joven

Se evaluó la eficiencia de una fórmula de un hidratante asociado a un tratamiento anti infeccioso, en 21 camellos jóvenes diarreicos en la región de Dakhla y de Guelmim, al sur de Marruecos. Se realizó un examen clínico, así como tomas de sangre y de materias fecales, antes y tres días después del tratamiento. Los resultados muestran que este tratamiento es eficaz contra las diarreas en el camello joven. Los parámetros clínicos fueron restablecidos y los signos clínicos y bioquímicos de la deshidratación fueron corregidos. En efecto, el tratamiento de tres días llevó a una mejoría del estado general, con disminución de la temperatura corporal, reaparición del apetito, buena reactividad y desaparición de la endoftalmia y de la persistencia del pliegue cutáneo. En cuanto a las heces, se notaron efectos significativos sobre la consistencia, el color, el olor y la presencia de sustancias extrañas. Para los parámetros sanguíneos, el tratamiento llevó a una disminución significativa del hematocrito, un aumento de la natremia, de la magnesemia, del nivel de bicarbonato sanguíneo y de la glicemia.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Diarrea - Terapia - Rehidratación.

Données sur les pathologies du chamelon en Mauritanie

Y. Kane ¹ B.C. Diallo ¹

Mot-clés

Dromadaire - Jeune animal - Bactériose - Parasitose - Mauritanie.

Résumé

Les principales maladies du chamelon diagnostiquées en Mauritanie étaient d'origine virale, bactérienne et parasitaire. La variole (*camel pox*) est une maladie virale fréquente qui se manifeste par une forme locale et une forme généralisée. Elle affectait des chamelons d'âge compris entre 0 à 2 ans avec une morbidité pouvant atteindre 50 p. 100 et une mortalité allant jusqu'à 10 p. 100. La périodicité d'apparition de la maladie était souvent annuelle (selon 33 p. 100 des éleveurs) ou bisannuelle (selon 57 p. 100 des éleveurs). Elle s'est souvent observée à la fin de la saison pluvieuse jusqu'au début de la saison sèche fraîche. Les maladies bactériennes étaient dominées par la lymphadénite suppurée, la pyodermatite (dermatite staphylococcique), les diarrhées et les bronchopneumonies. Plusieurs espèces bactériennes ont été isolées selon l'affection. Les principales maladies parasitaires étaient la gale, les mycoses et l'infestation par les tiques. Ces différentes pathologies ont entraîné un mauvais état général du chamelon malade, une mauvaise croissance et parfois des mortalités. Les perspectives pour réduire ces conséquences sont évoquées.

■ INTRODUCTION

La Mauritanie est un pays à vocation agropastorale très ancienne où l'élevage du dromadaire occupe une place importante (1 137 000 têtes) (3). Cet élevage est largement pratiqué par les différentes catégories socioprofessionnelles et est largement étendu dans tout le territoire national selon les saisons.

De nos jours, des mutations apparaissent au sein de cet élevage. Parmi ces mutations, on peut citer le développement de l'élevage de type laitier périurbain dans les principales villes du pays, l'organisation des éleveurs en associations ou coopératives et la formulation de projets de recherche et de développement. Ces mutations sont soutenues par une volonté politique de l'État en vue de l'intégration du secteur élevage dans l'économie nationale.

L'ensemble de ces facteurs traduisent la volonté des acteurs de l'élevage camelin à œuvrer pour l'amélioration de la productivité du cheptel camelin en Mauritanie. Cette amélioration passera, entre autres, par la levée de certaines contraintes. Parmi les principales, on trouve, selon 33 p. 100 des éleveurs (1), les pathologies qui handicapent la productivité de l'élevage du dromadaire en Mauritanie.

Cette étude retrace les principales maladies du chamelon diagnostiquées en Mauritanie à travers des résultats d'analyses et d'enquêtes menées au Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires (Cnerv) de 1977 à 1998.

■ MATERIEL ET METHODES

Les prélèvements analysés étaient divers et fonction de la maladie suspectée. Ils provenaient soit des particuliers, soit des missions de terrain effectuées par les agents du Cnerv. Les méthodes d'analyse étaient celles classiquement employées lors du diagnostic des maladies virales, bactériennes et parasitaires.

■ RESULTATS

Les principales maladies du chamelon diagnostiquées en Mauritanie se sont manifestées par trois syndromes (tableau I). Elles avaient une étiologie variée (virale, bactérienne et parasitaire) (tableau II).

Les maladies virales étaient dominées par la variole (*camel pox*). Cette maladie a été fréquemment observée chez des chamelons âgés de quelques mois à deux ans. Deux formes cliniques ont été observées : forme locale et forme généralisée. Selon les informations recueillies auprès des éleveurs, sa manifestation était périodique (annuelle : 33 p. 100 ; bisannuelle : 57 p. 100) et la saison d'apparition était soit en saison pluvieuse (30 p. 100), soit en saison sèche fraîche (27 p. 100). Son évolution était souvent bénigne

1. Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires (Cnerv), BP 167, Nouakchott, Mauritanie
Tél./fax : +222 25 28 03

(cas de la forme locale) mais elle pouvait être fatale (cas de la forme généralisée) avec des surinfections bactériennes. La morbidité pouvait atteindre plus de la moitié de l'effectif des chamelons d'un troupeau et sa mortalité 10 p. 100. Trois souches virales ont été isolées à partir des croûtes et caractérisées. Le traitement était symptomatique (badigeonnage avec des pommades lors de la forme locale et antibiothérapie lors de la forme généralisée avec complications).

Les maladies bactériennes du chamelon étaient dominées par les diarrhées, les maladies cutanées et les pneumopathies. Les diarrhées étaient fréquentes, surtout en saison pluvieuse jusqu'au début de la saison sèche froide. Elles affectaient des animaux âgés de quelques jours à deux mois et la morbidité pouvait atteindre jusqu'à 50 p. 100 des chamelons d'un troupeau. Elles évoluaient souvent en quelques jours et entraînaient parfois des mortalités. Les principales bactéries isolées étaient des salmonelles, des colibacilles et le bacille pyocyanique.

Les maladies bactériennes cutanées étaient dominées par la lymphadénite suppurée et la dermatite suppurée (pyodermatite). La lymphadénite a été observée chez des chamelons de quelques mois d'âge. Sa localisation était variable (tête, entrée de poitrine, membre postérieur). Elle pouvait être soit unique, soit multiple, unilatérale ou bilatérale. Le nœud lymphatique affecté était hypertrophié, de consistance dure à molle selon le degré d'abcédation et souvent il se fistulisait laissant apparaître un pus blanc jaunâtre, épais à pâteux. Les principaux germes isolés étaient des staphylocoques et des streptocoques.

La dermatite suppurée est caractérisée par des formations nodulaires cutanées de petite taille (environ 1 cm) recouvertes souvent par des croûtes dont l'élimination laisse apparaître une zone nécrotique suppurée. Ces formations sont réparties sur tout le corps (principalement le cou, le dos, les membres). Elle affecte de jeunes animaux (moins d'un an). L'histologie a révélé des lésions de folliculite suppurée évoluant vers une furunculose avec d'importants remaniements inflammatoires. Des staphylocoques ont été isolés à partir de ces lésions.

Les pneumopathies ont été observées en saison froide et quelquefois en saison pluvieuse. Elles se sont manifestées par des symptômes respiratoires divers et un amaigrissement. Leur évolution pouvait être longue et des mortalités ont été rapportées.

Les principales bactéries isolées ont été : *Actinomyces pyogenes* (*Corynebacterium pyogenes*), *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Streptococcus* spp.

Seules les pneumopathies graves étaient traitées par des antibiotiques. La gravité des autres maladies étant sous-estimée par les éleveurs, un traitement traditionnel n'était que rarement appliqué.

Les principales maladies parasitaires étaient la gale, les mycoses et l'infestation par des tiques. Cette infestation pouvait être massive avec des localisations diverses sur tout le corps, même sur les muqueuses, notamment oculaire et urogénitale. Ces tiques entraînaient un amaigrissement et un mauvais état général.

■ DISCUSSION

Le chamelon, à l'instar du dromadaire et des autres espèces animales domestiquées en Mauritanie, est l'objet d'affections multiples. Selon le ou les agent(s) étiologique(s), les manifestations sont variées ainsi que la sévérité des manifestations cliniques. Trois syndromes dominent les pathologies du chamelon en Mauritanie : les syndromes digestif, cutané et respiratoire.

La variole a fréquemment été décrite chez le chamelon (4-7). Elle est souvent bénigne, mais elle peut entraîner des mortalités et une mauvaise croissance des chamelons. Sur le terrain, son diagnostic différentiel vis-à-vis de l'ecthyma contagieux reste délicat. Seul le laboratoire peut donner un diagnostic définitif.

Les maladies cutanées autres que virales sont également fréquentes chez le chamelon. Elles sont souvent associées (pyodermatite, lymphadénite, gale, mycose, etc.), ce qui complique le diagnostic

Tableau I

Principales maladies du chamelon

Syndrome	Maladies
Respiratoire	Bronchopneumonie bactérienne
Digestif	Diarrhées d'étiologie variée (bactérienne, parasitaire, alimentaire)
Cutané	Variole, gale, lymphadénite suppurée, pyodermatite, infestation par les tiques, mycose

Tableau II

Principaux agents identifiés selon la maladie

Maladie	Principaux agents isolés
Variole	<i>Camel poxvirus</i>
Lymphadénite suppurée	<i>Actinomyces (Corynebacterium) pyogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus</i> spp.
Dermatite suppurée (pyodermatite)	<i>Staphylococcus aureus</i>
Bronchopneumonie suppurée	<i>Actinomyces (Corynebacterium) pyogenes</i> , <i>Streptococcus</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus</i> spp.

de l'infection primaire. La lymphadénite a souvent été observée chez des chamelons contrairement à ce qui avait été décrit en Afrique de l'Est (6). L'infestation par les tiques est un facteur prédisposant et/ou aggravant des affections cutanées.

Les diarrhées ont souvent été aussi décrites chez le chamelon et leur étiologie est diverse et complexe (4, 6, 7). Elles ont des conséquences néfastes sur la croissance et la survie des chamelons.

■ CONCLUSION

Les dominantes pathologiques du chamelon en Mauritanie ont été identifiées et leur répercussion néfaste sur la croissance du chamelon est considérable. Il est recommandé qu'une sensibilisation sur l'impact économique de ces affections soit menée auprès des éleveurs afin de mieux les traiter.

En outre, certains agents étiologiques viraux, bactériens et parasitaires ont été déterminés, mais il est évident que les syndromes précédemment décrits ont une étiologie multifactorielle dont l'identification est plus complexe. Certes, des pas ont été franchis mais d'autres investigations sont indispensables pour préciser autant que possible le rôle déterminant de certains agents par rapport à d'autres au sein d'un syndrome donné. D'importantes données épidémiologiques (âge, saison, lieu, morbidité, mortalité, etc.)

Summary

Kane Y., Diallo B.C. Data on camel calf diseases in Mauritania

Camel calf diseases diagnosed in Mauritania were mainly due to viruses, bacteria and parasites. Camel pox is a common viral disease, either localized or generalized. It affected camel calves 0-2 years old with morbidity and mortality rates sometimes reaching 50 and 10%, respectively. Among the breeders, 33 and 57% reported outbreaks occurring yearly and every other year, respectively, often at the end of the rainy season until the beginning of the dry cool season. The main bacterial diseases were suppurative lymphadenitis, pyodermitis (staphylococcal dermatitis), diarrheas and bronchopneumonia. Depending on the infection, several bacterial species were isolated. The main parasitic diseases were mange, mycoses and tick infestation. The various diseases resulted in unthriftiness, poor growth performance and sometimes death of the camel calf. Proposals to reduce these constraints are discussed.

Key words: Dromedary - Young animal - Bacteriosis - Parasitosis - Mauritania.

restent à compléter afin de mener des actions de lutte efficaces contre les maladies du chamelon sans lesquelles ce dernier, représentant l'avenir du troupeau camelin, paierait un lourd tribut, car c'est toute la production de la filière cameline qui serait affectée. C'est l'objectif principal des recherches commencées par les auteurs sur les pathologies respiratoires, digestives et cutanées.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGUE K.M., 1998. Etude de la filière du lait de chamelle en Mauritanie. Thèse Doct. vét., Eismv, Dakar, Sénégal. (N° 16)
2. DIA M.L., DIOP C., THIAM A., AMINETOU M., JACQUIET P., 1997. Importance of camel trypanosomiasis and its vectors in Mauritania. *J. Camel Pract. Res.*, 4: 271-276.
3. DRAP, 1996. Rapport. Nouakchott, Mauritanie, la Drap.
4. FAYE B. Ed., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire, 1^e ed. Libourne, France, Sanofi - Santé et nutrition animale.
5. KANE Y., 1988. Contribution à l'étude de la variole du dromadaire (*camel pox*) en Mauritanie. Thèse Doct. vét., Iav Hassan II, Rabat, Maroc.
6. SCHWARTZ H.J., DIOLI M., 1992. The one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Eastern Africa. A pictorial guide to diseases, health care and management. Berlin, Germany, Verlag Josef Margraf.
7. WERNERY U., KAADEN O.-R., 1995. Infectious diseases of camelids. Berlin, Germany, Blackwell Wissenschafts-Verlag.

Resumen

Kane Y., Diallo B.C. Datos sobre la patología del camello joven en Mauritania

Las principales enfermedades del camello, diagnosticadas en Mauritania, son de origen viral, bacteriano o parasitario. La viruela (*camel pox*) es una enfermedad viral frecuente que se manifiesta por una forma local y una forma generalizada. Afecta camellos jóvenes, de edades comprendidas entre 0 y 2 años, con una morbilidad que puede alcanzar 50 % y una mortalidad de hasta 10 %. La periodicidad en la aparición de la enfermedad es a menudo anual (según 33 % de los criadores) o bianual (según 57 % de los criadores). Se observa a menudo hacia el fin de la estación de lluvias y hasta el inicio de la estación seca fresca. Las principales enfermedades bacterianas son la linfadenitis supurativa, la piodermatitis (dermatitis por estafilococos), diarreas y bronconeumonías. Según la afección, se han aislado varias especies bacterianas. Las principales enfermedades parasitarias son la sarna, las micosis y la infestación por garrapatas. Estas diferencias patológicas conducen a un mal estado general del camello joven enfermo, un mal crecimiento y a veces decesos. Se evocan las perspectivas para reducir estas consecuencias.

Palabras clave: Dromaderio - Animal joven - Bacteriosis - Parasitosis - Mauritania.

La variole du dromadaire chez le jeune au Maroc. Isolement et identification du virus. Mise au point du vaccin et application à la prophylaxie

M. El Harrak ¹ C. Loutfi ¹

Mots-clés

Dromadaire - Jeune animal - Orthopoxvirus - Vaccin - Contrôle des maladies - Maroc.

Résumé

La variole cameline est une pathologie majeure de l'espèce. Le virus (*Orthopoxvirus cameli*) a pu être isolé au Maroc. La souche isolée après huit passages sur cellules Vero a été dénommée T8. Un vaccin inactivé a pu être mis au point et évalué par le test de séroneutralisation et par la détermination de l'index de protection après l'épreuve virulente. Ce vaccin a été utilisé dans les campagnes de vaccination au Maroc à partir de 1993. Chaque année, 15 000 jeunes dromadaires sont immunisés. Son innocuité est totale et son efficacité reconnue.

■ INTRODUCTION

La variole du dromadaire (ou *camel pox*) est l'une des maladies infectieuses du dromadaire les plus propagées dans le monde. Elle est due à un orthopoxvirus (*Orthopoxvirus cameli*) et se manifeste par l'apparition de lésions éruptives ayant une allure papulopustuleuse à localisations multiples avec une fréquence constante sur la face et les extrémités distales des membres.

Chez le jeune de 1 à 3 ans, la maladie revêt un caractère de gravité médicale plus accentué et elle peut engendrer la mort. Dans la forme grave, la généralisation se fait en 8 à 15 jours avec atteinte des muqueuses externes et même internes. Les chameçons de moins de six mois ne contractent pas la maladie, ils bénéficient encore de l'immunité passive.

Au Maroc la maladie est connue depuis longtemps et est redoutée des éleveurs sous le nom de *jedri*. Elle sévit annuellement dans les régions du sud du pays où une morbidité de 100 p. 100 et un taux de mortalité de 20 à 30 p. 100 chez les jeunes entraînent des pertes économiques considérables. Son étiologie n'a été confirmée qu'au cours d'une épizootie survenue dans le Sud pendant l'été 1984. Les premiers cas ont été déclarés à l'Est près de la région d'Ouarzazate, avant de se propager aux provinces du Sud. L'apparition de cette épidémie semble être en relation avec trois facteurs essentiels :

- le repeuplement des régions sahariennes en dromadaires ;
- la multiplication des déplacements des troupeaux en quête de pâturages (sécheresse) ;
- la grande sensibilité des jeunes immunologiquement vierges.

La mise en place d'une prophylaxie médicale s'est avérée nécessaire pour éviter la propagation de la maladie dans les zones indemnes. Un vaccin inactivé adjuvé a alors été mis au point à partir de la souche locale et a été utilisé depuis 1991.

En 1993, une nouvelle éclosion de la maladie s'est déclarée dans les provinces du Sud et de nouveaux foyers ont été signalés. Cependant la maladie a été rapidement contrôlée par l'instauration de mesures de prophylaxie sanitaire dans les zones infectées et la vaccination des dromadaires autour des foyers. La généralisation de la vaccination dans toutes les provinces du Sud a été par la suite appliquée avec un rappel vaccinal annuel des jeunes dromadaires.

■ ISOLEMENT ET IDENTIFICATION DU VIRUS DE LA VARIOLE DU DROMADAIRE AU MAROC

Le virus, isolé à partir de croûtes sèches de jeunes dromadaires pendant l'épizootie de 1984, a été passé sur la membrane chorio-allantoïdienne d'embryon de poulet puis adapté à la lignée cellulaire Vero. Le virus a été dénommé T8 à son 8^e passage sur cellules.

1. Biopharma, Département de virologie, BP 4569, Akkari, Rabat, Maroc

L'effet cytopathogène de la souche T8 s'est caractérisé par l'apparition d'inclusions intracytoplasmiques et par la formation de gros syncytia ronds avec des noyaux disposés en couronne dont la nécrose a donné des plages de lyse rondes qui, après confluence, ont entraîné la destruction du tapis cellulaire (figure 1). Le virus cultivé sur cellules Vero a montré un titre de 5,5 log DICT 50 par millilitre à 37 °C (tableau I).

La souche T8 a été très sensible aux solvants lipidiques (éther et chloroforme). Le traitement par une solution de trypsine à 2,5 p. 100 pendant 15 min à 37 °C a fait diminuer le titre viral de 1,2 log. Le virus s'est également avéré sensible à la chaleur ; il s'est complètement inactivé après 15 min à 56 °C (figure 2).

Une étude des caractères ultrastructuraux a été réalisée par microscopie électronique (figure 3). Elle a montré que le virus a suivi un cycle normal d'adsorption, de pénétration, de décapsidation puis de synthèse du matériel viral. Les particules virales définitives sont restées liées à la cellule, le bourgeonnement n'a pas été observé.

■ MISE AU POINT DU VACCIN INACTIVE

La souche T8 a été utilisée pour la production du vaccin inactivé. Le virus a été cultivé sur les cellules Vero dans des flacons roulants. La suspension virale récoltée après généralisation de l'effet cytopathique a été inactivée avec le formol puis absorbée sur l'hydroxyde d'alumine.

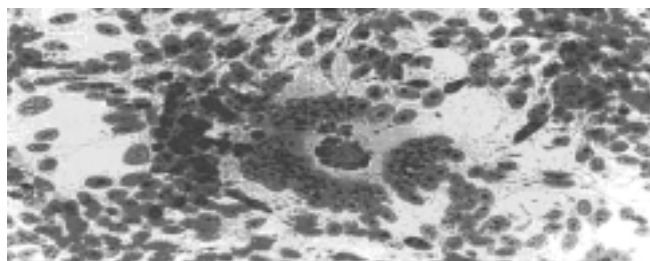


Figure 1 : cellules Vero infectées avec la souche T8 ; syncytia ronds (x 100) ; coloration MGG.

Tableau I

Titre viral en fonction de la température d'incubation

Température d'incubation (°C)	Titre infectieux log DICT 50/ml		
	Virus total	Virus intracellulaire	Virus extracellulaire
28	6,3	6,2	4,4
30	6,4	6,2	4,4
33	6,3	6,3	4,2
35	6,5	nd	nd
37	5,5	6,2	2,5
38	4,0	nd	nd

nd = non déterminé

Le contrôle d'innocuité a été réalisé sur quatre chameçons primovaccinés par voie sous-cutanée avec une dose vaccinale de 5 ml renfermant 6,8 log DECP 50 du virus vaccinal. L'innocuité spécifique a été établie par l'absence de la généralisation de la maladie ou d'une réaction locale importante au cours des 21 jours qui ont suivi l'inoculation. Les réponses sérologiques et immunologiques des animaux vaccinés ont été évaluées par le test de séro-neutralisation et par la détermination de l'index de protection après l'épreuve virulente.

Les résultats obtenus montrent une innocuité parfaite, aucune réaction postvaccinale ou élévation thermique n'a été enregistrée après la vaccination. Une bonne réponse sérologique a été détectée à partir du 7^e jour, ainsi qu'un pouvoir protecteur satisfaisant avec un indice de protection moyen de 2,5 log.

■ CONTROLE SUR LE TERRAIN DU VACCIN INACTIVE ET APPLICATION A LA PROPHYLAXIE AU MAROC

La prophylaxie de la variole du dromadaire a été conduite au Maroc et dans d'autres pays grâce au vaccin inactivé depuis 1991 (figure 4). Avant son utilisation à grande échelle, ce vaccin a subi un essai clinique sur le terrain en vaccinant un troupeau contrôlé de jeunes, d'adultes et de femelles gestantes. Le suivi de ce troupeau a permis de constater l'innocuité totale du vaccin et sa capacité d'induire une protection révélée par le taux des anticorps neutralisants (figure 5).

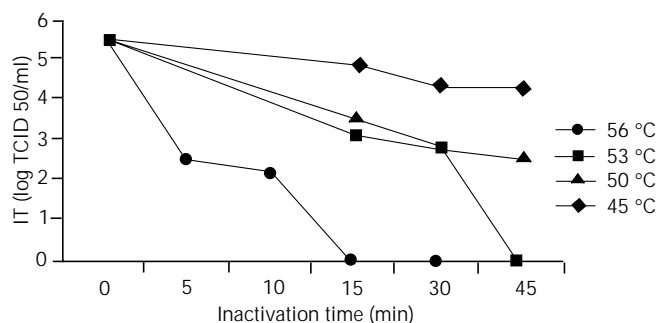


Figure 2 : inactivation de la souche T8 par la température.

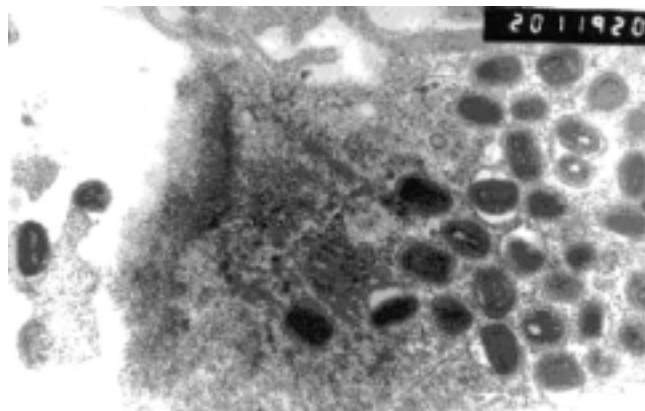


Figure 3 : cellules Vero infectées par la souche T8 ; particules virales matures (x 40 000).

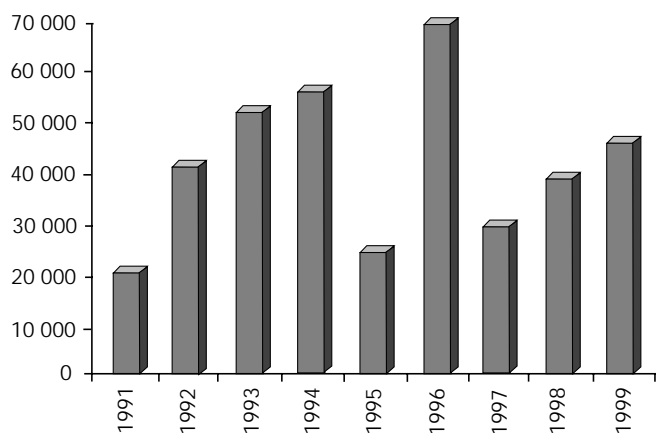


Figure 4 : production du vaccin CPV inactivé au Maroc. Le taux des productions varie selon les commandes formulées par les pays utilisateurs. Plus de la moitié de la production est exportée principalement vers les pays de l'Afrique du Nord.

Ce vaccin a été utilisé dans les campagnes de vaccination annuelles organisées par la Direction de l'élevage au Maroc. A partir de 1993, des campagnes de prophylaxie de masse ont été réalisées dans toutes les provinces du Sud marocain.

Les effectifs vaccinés ont varié d'une année à l'autre (entre 7 000 et 22 000) selon l'incidence de la maladie. Entre 1993 et 1997, 15 000 jeunes dromadaires en moyenne par an ont été immunisés.

La situation sanitaire actuelle de la maladie est jugée satisfaisante, mais des enquêtes sérologiques en cours ont montré la présence d'environ 50 p. 100 d'animaux séronégatifs dans le cheptel marocain. Une couverture vaccinale plus élevée et atteignant un

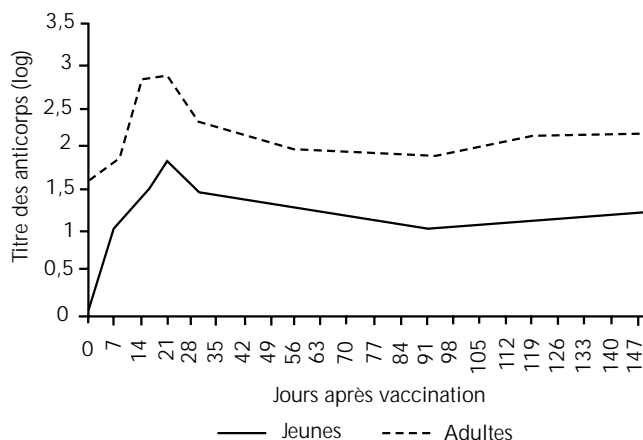


Figure 5 : résultats sérologiques du contrôle sur le terrain du vaccin inactivé.

minimum de 80 p. 100 des jeunes serait souhaitable pour prévenir toute résurgence de la maladie.

CONCLUSION

Lors d'une épizootie survenue en 1984, un virus de la famille des orthopoxvirus a été isolé et identifié comme l'agent responsable de la variole du dromadaire dans le Sud marocain. L'adaptation à la culture sur lignées cellulaires a été réussie et un vaccin inactivé adjuvé a été mis au point. La vaccination de masse est conduite au Maroc depuis 1993 grâce au vaccin inactivé qui a fait preuve d'innocuité totale et d'efficacité. Ce vaccin a été également exporté dans d'autres pays.

Summary

El Harrak M., Loutfi C. Camel pox in the calf in Morocco. Identification of the isolated virus. Development and application to prophylaxis

Camel pox is a major disease of camels. The virus (*Orthopoxvirus cameli*) was isolated in Morocco after eight passages of the strain on Vero cells; it was named T8. An inactivated vaccine was developed and assessed by the seroneutralization test and determination of the protection index after challenge. Starting in 1993 it was used in vaccination campaigns in Morocco. Every year 15,000 young camels are immunized. It is totally innocuous and its efficacy is acknowledged.

Key words: Dromedary - Young animal - Orthopoxvirus - Vaccine - Disease control - Morocco.

Resumen

El Harrak M., Loutfi C. La viruela del dromedario en el joven en Marruecos. Aislamiento e identificación del virus. Desarrollo de una vacuna y aplicación a la profilaxis

La viruela camélida es una patología mayor de la especie. El virus (*Orthopoxvirus cameli*) ha sido aislado en Marruecos. La cepa, aislada después de ocho pasajes en células Vero, se denominó T8. Se logró desarrollar una vacuna inactivada, la cual se evaluó mediante el test de neutralización sérica, así como por la determinación del índice de protección después de la prueba virulenta. Esta vacuna se utilizó en las campañas de vacunación en Marruecos a partir de 1993. Cada año, 15 000 jóvenes dromedarios son inmunizados. Su inocuidad es total y su eficiencia reconocida.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Orthopoxvirus - Vacuna - Control de enfermedad - Marruecos.

Streptococcus agalactiae infection in camels (*Camelus dromedarius*) in Kenya

M. Younan¹ Z. Ali¹ W. Müller² S. Bornstein³

Key words

Camelus dromedarius - *Streptococcus agalactiae* - Husbandry method - Kenya.

Summary

Subclinical mastitis in camels due to *Streptococcus agalactiae* (Lancefield type B) was studied in different camel management systems in Kenya (Somali, Pokot, ranch-camels). A presumed correlation between the *S. agalactiae* carrier status of the mother and performance of the calf was examined in ranch-camels. Possibilities for detection, treatment and control of *S. agalactiae* mastitis in camels are discussed.

■ INTRODUCTION

Many camels are kept solely or mainly for milk production (10). Generalized systemic diseases affect the overall performance of the lactating camel. General good health is reflected in a higher milk yield (7).

Apart from the general health status of the lactating female, mastitis, especially subclinical mastitis (5), and death of the suckling calf (7) have a major effect on camel milk yield.

Subclinical mastitis causes chronic inflammation in the mammary gland and leads to a decrease in milk yield. If uncontrolled, *Streptococcus agalactiae* (Lancefield type B) is the single most important infectious agent affecting productivity of dairy cows (3). While data on milk production losses due to *S. agalactiae* mastitis are not available for camel herds, the widespread occurrence of *S. agalactiae* has been documented in camel herds in Sudan (1, 2, 6).

Death of the suckling calf interferes with lactation, which cannot be adequately maintained in the absence of the calf (8). Loss in milk yield as a consequence of the early death of the calf was ranked higher by herdsmen than loss of the calf itself (personal observation).

Apart from the involvement in mastitis, *S. agalactiae* is also an important cause of pyogenic skin infections of camels (4). Findings on the involvement of *S. agalactiae* in udder, puerperal, skin, respiratory and joint diseases of camels are presented in this paper.

■ MATERIALS AND METHODS

Occurrence of *S. agalactiae* was investigated in nine different camel herds in the Baringo (herds G, H), Samburu (F), Laikipia

(B, C, I), Kajiado (E) and Isiolo (A, D) districts of Kenya. The herds that were studied were all kept in semiarid areas and fed exclusively on naturally available browse and grazing. The animals were herded during daytime and kept in traditional enclosures (*boma*) overnight, and the calves were separated from the dams during the night. In herds A, B and C repeat visits were possible. All other herds were visited only once.

Visits for milk sampling took place during morning milking (6-7.30 a.m.). Milk let down was stimulated by the calf. Milking was then carried out by two herdsmen. In order not to disrupt milk let down, samples were drawn at the end of the milking procedure. All samples were drawn by the first author. Disinfection of the teat tip was achieved by spraying with Sterillium® (Bode Chemie Hamburg, Germany) from a small pump spray bottle. Milk samples were transported at +8°C in a portable fridge connected to the car battery and reached the laboratory within 48 to 72 hours. Quarter milk samples from a total of 183 lactating camels were examined.

Samples were also taken from pyogenic infections observed during herd visits. Materials from skin abscesses, nasal discharge, uterus and joints were either aspirated into a sterile syringe or collected on a sterile swab and transported in Stuarts medium (Oxoid CM 111) in the portable fridge. These samples were submitted to the same bacteriological procedure as outlined for milk.

Milk samples were cultured on blood agar (BA) (Base No. 2, Oxoid No. CM 271, with 5% defibrinated sheep blood) and inoculated in Todd Hewitt broth (Oxoid No. CM 189). After overnight incubation at 37°C, direct cultures on BA were examined and Todd Hewitt enrichment cultures were subcultured onto BA and Edwards agar (EA) (Oxoid No. CM 27, with 5% defibrinated sheep blood). Direct BA cultures showing no growth were reincubated for four days and examined daily. Subcultures on BA and EA were incubated for two days and examined daily. Colonies on BA were examined for purity, type of hemolysis and morphology followed by a first stage differentiation (Gram stain and catalase reaction). Catalase-negative Gram-positive cocci were subcultured onto EA. Bluish catalase-negative Gram-positive cocci

1. Department of Animal Science, Egerton University, PO Box 536, Njoro, Kenya
 2. Institute of Animal Hygiene, Free University Berlin, Luisenstraat 56, 10117 Berlin, Germany
 3. National Veterinary Institute, PO Box 7073, 75007 Uppsala, Sweden

showing no esculin hydrolysis on EA were further differentiated by the CAMP-Test and examined for the presence of Lancefield group B antigen (Oxoid No. DR 587 Latex Grouping Reagent B, No. DR 593, No. DR 592).

Antibiotic sensitivity tests

Agar diffusion sensitivity tests for *S. agalactiae* isolates from camels were conducted on Mueller Hinton agar (Oxoid No. CM 337, with 5% defibrinated sheep blood). The sensitivity test was conducted according to standard procedures (10). Penicillin G 10 IU (Oxoid code P10) and tetracycline 30 µg (Oxoid code TE30) discs were used.

RESULTS

Results of the bacteriological examination of milk samples are shown in table I. *S. agalactiae* was found in udder infections in six out of nine camel herds from which milk samples were analyzed. *S. agalactiae* was isolated from milk as well as from non-milk specimens in three camel herds. Sources of these isolations are summarized in table II.

Herd A

This herd was visited four times. Five lactating females with *S. agalactiae* udder infections were identified. Two cases of septic arthritis were seen in calves about 6-7 weeks of age. The first calf had a pyogenic tarsitis resulting in complete destruction of the tarsal joint and was no longer able to stand normally. On close examination there were no signs of any wound infection, the skin

being intact on the affected leg. There was also no evidence of navel infection. *S. agalactiae* was isolated in pure culture from the joint aspirate that contained white thick pus. This calf died later. The second calf had a pyogenic peri-arthritis of both carpal joints. Again, there were no signs of wounds or navel infection on clinical examination. *S. agalactiae* was isolated from aspirates taken from both joints. This calf was still able to walk and was treated with a long acting oxytetracycline. The abscess isolate was obtained from an old healing abscess on the lateral side of the neck, about 5 cm in diameter, in an adult female camel.

Herd C

This herd was visited five times. No *S. agalactiae* udder infection was found. The herd was seen during an acute outbreak of respiratory disease affecting all age groups. The disease spread rapidly in the whole herd within 5-7 days causing high morbidity but no mortality. In most animals the disease produced serous nasal discharge, lacrimation and some coughing. The condition was self-limiting in most cases. Some animals developed thick white pyogenic discharge from the nostrils and were treated successfully with a long acting oxytetracycline. The herd had completely recovered at the next visit, two weeks later, without incurring any losses.

Four animals, two calves and two adults, showing signs of acute secondary bacterial infection (white thick discharge from the nostril) were swabbed before antibiotic treatment. *S. agalactiae* was isolated in direct culture from the nasal swab of one calf and one adult.

During a visit three months later, a fifteen-year-old female camel, three weeks *post-partum*, was slaughtered. According to the herdsman she had been unthrifty ever since parturition and was too weak to join the herd during the day. The uterus was enlarged and full of brownish thick fluid. *S. agalactiae* was isolated in pure culture from the uterine contents and from the prescapular lymph node. The calf was in good condition.

Herd I

In this herd *S. agalactiae* infection of the udder was confirmed in one lactating female. An adult castrate male riding camel showing multiple abscesses and peri-arthritis of the front left carpal joint was examined. *S. agalactiae* was isolated in pure culture from the pus aspirated from the abscess and the joint. Twenty-five *S. agalactiae* isolates from camel mastitis (herds A to I) and 10 non-milk isolates, including double isolations from one animal and an extra skin abscess isolate from a non listed herd without lactating females, were tested for antibiotic sensitivity. The numbers of sensitive, intermediate (reduced sensitivity) and resistant isolates are shown in table III.

Table I

Streptococcus agalactiae isolation from camel milk

Herd	Num. of examined animals	Num. of identified carriers
A	76	5
B	42	3
C	29	-
D	10	5
E	11	-
F	7	1
G	1	1
H	6	-
I	1	1

Table II

Streptococcus agalactiae isolation from milk and non-milk specimens from camels

Herd	<i>S. agalactiae</i> isolation from				
	Arthritis	Skin abscess	Nasal swab	Puerperal inf.	Mastitis
A	2	1	-	-	5
C	-	-	2	1	-
I	1	1	-	-	1

Table III

Antibiotic sensitivity of different *Streptococcus agalactiae* isolates from camels

	Mastitis isolates			Non-milk isolates		
	S ¹	I ²	R ³	S	I	R
Penicillin G	25	0	0	10	0	0
Tetracycline	14	1	10	5	0	5

1. Sensitive

2. Intermediate (reduced sensitivity)

3. Resistant

Tetracycline resistant *S. agalactiae* were found in herds A, C, D and F. The only two tetracycline resistant *S. agalactiae* isolates that were found in herd C originated from the case of puerperal infection (uterus, lymph node) about fifteen weeks after the outbreak of respiratory disease.

DISCUSSION

This is the first report the authors can find of the involvement of *S. agalactiae* in respiratory infections of camels and in septic arthritis of camel calves.

Somali herdsmen are familiar with pyogenic joint infections of young camel calves. The condition is called *anow* in Somali and the herdsmen blame "milk infection" as the cause of the problem. Herdsmen did not believe that this particular form of arthritis could have been acquired through wound or navel infection. The examination of further cases of septic arthritis in young camel calves is needed to gain an understanding of the origin of these lesions and to verify the etiological role of Lancefield Type B streptococci.

The observation that *S. agalactiae*, apart from causing mastitis and skin infections, is involved in joint infections, secondary respiratory infections and puerperal infections in camels, indicates a more complex epidemiology for *S. agalactiae* in camels than in cattle. Further phenotypic, serological and genetic examinations of the isolated *S. agalactiae* are currently being conducted. Preliminary results show that camel strains are clearly different

from bovine strains and seem to be closely related to human *S. agalactiae* strains.

Oxytetracycline is the most widely used antibiotic by camel herdsmen in Kenya. This may be one explanation for the isolation of tetracycline resistant *S. agalactiae* from four camel herds.

Acknowledgments

This study was financed by a research grant from the Volkswagen Foundation. The contribution of Prof. Ch. Lämmle and his colleagues at Justus-Liebig University, Germany, to the ongoing further differentiation of camelid Lancefield Type B strains is gratefully acknowledged.

REFERENCES

- ABDURAHMAN O.A.S., AGAB H., ABBAS B., ASTROM G., 1995. Relations between udder infections and somatic cells in camel (*Camelus dromedarius*) milk. *Acta vet. Scand.*, **36**: 423-432.
- BAKHET M.R., AGAB H., MAMOUN I.E., 1992. Camel mastitis in Western Sudan. *J. vet. Sci. Anim. Husb.*, **31**: 58-59.
- BLOOD D.C., RADOSTITS O.M., HENDERSON J.A., 1983. Veterinary Medicine, 6th ed. London, UK, Baillière Tindall, p. 462-465.
- DOMENECH J., GUIDOT G., RICHARD D., 1977. Les maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie. Symptomatologie - Etiologie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **30**: 251-258.
- FAYE B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi, p. 119-120.
- OBEID A.I., BAGADI H.O., MUKHTAR M.M., 1996. Mastitis in *Camelus dromedarius* and the somatic cell count of camels milk. *Res. vet. Sci.*, **61**: 55-58.
- SIMPkin S.P., 1985. The effects of diseases as constraints to camel production in Northern Kenya. In: UNESCO Programme of Man and the Biosphere (MAB), Camel diseases and productivity in the arid lands of Northern Kenya. Nairobi, Kenya, UNESCO, p. 76-160. (IPAL Technical Report No. E-7)
- SIMPkin S.P., 1995. Camel milking methods in Kenya. In: Evans J.O., Simpkin S.P., Atkins D.J., Eds., Camel keeping in Kenya, range management handbook of Kenya, Vol III, 8. Nairobi, Kenya, Ministry of Agriculture, Livestock Development and Marketing, p. 19-22.
- STEGEMANN M., BECKMANN G.T., 1997. Antibiotogramm in der Tierärztlichen Praxis, 2nd ed. Stuttgart, Deutschland, Ferdinand Enke.
- WILSON R.T., 1998. Camels. London, Basingstoke, UK, Macmillan Education/Wageningen, The Netherlands, CTA, p. 115-116. (Tropical Agriculturalist Series)

Résumé

Younan M., Ali Z., Müller W., Bornstein S. Infections à *Streptococcus agalactiae* chez des dromadaires au Kenya

Les mamites subcliniques des dromadaires dues à *Streptococcus agalactiae* (Lancefield type B) ont été étudiées dans différents systèmes d'élevage camelin (Somali, Pokot, *ranching*). Une corrélation présumée entre le statut de porteur de *S. agalactiae* chez la mère et la performance du jeune a été examinée dans les ranchs. Les possibilités de détection, de traitement et de contrôle des mammites à *S. agalactiae* chez le dromadaire sont discutées.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - *Streptococcus agalactiae* - Méthode d'élevage - Kenya.

Resumen

Younan M., Ali Z., Müller W., Bornstein S. Infección por *Streptococcus agalactiae* en camellos (*Camelus dromedarius*) en Kenia

Se estudió la mastitis subclínica en camellos, causada por *Streptococcus agalactiae* (Lancefield tipo B), bajo diferentes sistemas de manejo en Kenia (Somali, Pockot y camellos de rancho). Se examinó una posible correlación entre el estado portador de *S. agalactiae* de la madre con el rendimiento del camello joven en ranchos de camellos. Se discuten las posibilidades de detección, tratamiento y control de *S. agalactiae* en camellos.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - *Streptococcus agalactiae* - Metodo de crianza - Kenia.



Camel contagious ecthyma: Risks in young calves

A.I. Khalafalla¹

Key words

Dromedary - Young animal - Contagious ecthyma - Sudan.

Summary

Camels are important animals uniquely adapted to dry and arid environment. High calf mortality appears to be one of the major constraints to optimum productivity in camels. Camel contagious ecthyma (CCE) is a sparsely studied disease caused by a *Parapox* genus virus of the Poxviridae family. In Sudan, about 98% of CCE cases occur in calves less than one year old with 60-100% morbidity and 9-38% mortality rates. The disease is endemic in most parts of Sudan where camels are raised with variations in intensity of infection and mortality rates. The disease reappears regularly every year in the early rainy season (July-August) affecting camel calves in their first autumn of grazing. CCE lesions are confined to the head, in particular to the lips, nostrils and eyes, without becoming generalized. These lesions are characterized by a distinctive feature, i.e. the appearance of fissured crusts that clinically differentiate the disease from camel pox or papillomatosis. The disease affects the growth rate of camel calves by interfering with their ability to suckle or graze. The economic impact of this poorly studied disease is discussed. CCE needs to be seriously considered as one of the factors that affect camel productivity in Sudan.

■ INTRODUCTION

Camels are important animals uniquely adapted to a dry and arid environment. For centuries, men have used them for meat, milk, wool, hide and draught power. The importance of camels in the supply of animal proteins in arid and drought-stricken areas such as the Horn of Africa cannot be overemphasized.

Camels are considered slow reproducers. In pastoral systems calving interval is usually 24 months or even more. In view of this fact, camel mortality possesses an added effect that limits camel productivity. High calf mortality appears to be one of the major constraints to higher productivity in camels. Wilson (11) emphasizes the high rate of camel calf mortality and describes this problem as one of the limiting factors affecting the growth rate of camel herds. Many factors contribute to calf mortality, among which are diseases. Therefore, research on diseases affecting young camels are urgently needed to reduce the high rate of death

among camels. In Sudan camel contagious ecthyma (CCE) is regarded as an important cause of loss of calves (5, 6).

In this presentation a brief account is given of CCE, its causative agent, spread, affected age groups, treatment and control in Sudan. Records on the occurrence of CCE in three herds over 10 years (1987-1996) are presented and discussed.

■ CAMEL CONTAGIOUS ECTHYMA

Camel contagious ecthyma is a highly contagious viral disease of young animals. This disease was first described in Kazakhstan in 1968 (3) and has since been described in Mongolia (4), Kenya (10), Somalia (9), Libya (2), India (8) and Sudan (1, 5). It primarily affects young animals exhibiting most regularly localized lesions and frequently generalized changes that resemble camel pox (10). It was formerly thought to be a form of camel pox since clinical symptoms of both diseases are similar. However, camel herders in many countries regard CCE as a separate disease and give it local names such as *Auzdic* in Kazakhstan (3) and *Abu Shalambo* and *Al Kolate* in Sudan (1, 5). Clinically, nodules first appear on the lips of affected animals followed in most cases with swelling of the face and sometimes the neck (figure 1). Papules and vesicles appear later. They develop within few days into thick scabs and fissured crusts (figures 2 and 3).

1. Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, PO Box 32, Khartoum North, Sudan
Fax: +249 11 34 081; E-mail: aikhalafalla@hotmail.com



Figure 1: Camel presenting signs of contagious ecthyma.



Figure 2: Side view of the head of a camel presenting signs of contagious ecthyma.

■ CAUSATIVE AGENT

A virus that belongs to the *Parapox* genus of the family Poxviridae causes camel contagious ecthyma. Camel *Parapox* virions are ovoid particles that range in size from 230 to 360 x 131 to 160 nm, their axis ratio is about 1:1.56 and their surface shows a regular crisscross pattern of filaments (figure 4). During its long term course, the disease is complicated by bacterial and fungal contamination (1, 5, 10).

■ ECONOMIC IMPACT OF CCE

It is difficult to accurately assess actual annual losses due to CCE owing to the nomadic nature of camel production. The disease is not only a cause of calf mortality, but also affects camel performance with weight loss and severe reduction in milk production, since she-camels cease to lactate when their calves die.



Figure 3: Front view of the head of a camel presenting signs of contagious ecthyma.

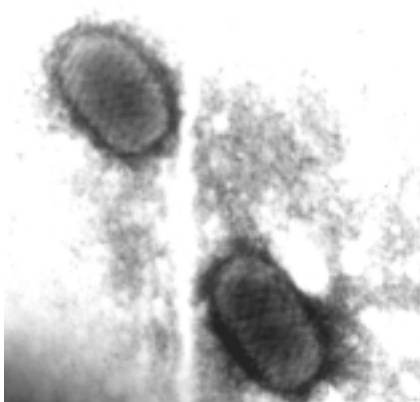


Figure 4: Camel Parapox virions.

■ HOW THE DISEASE SPREADS

Camel contagious ecthyma is endemic in most camel raising areas of Sudan (5, 6). Transmission of CCE occurs through direct and indirect contacts. In most investigated outbreaks in Eastern Sudan, the infection occurs as a result of direct contacts between sick and susceptible animals. Watering the animals in boreholes (*hafaers*) provides opportunity for infection transmission. Skin abrasion of the lips caused by browsing *acacia* trees seems to represent the major predisposing factor to CCE. Buchnev *et al.* (3) argue that the thorny plants damage the lips allowing transmission of the parapoxvirus. Movements of camels during the rainy season have a significant role in the spread of CCE in Eastern Sudan, and insects have also been incriminated in the spread of the disease (6).

■ AGE GROUPS AFFECTED

All cases of CCE in Eastern Sudan occurred in young camels up to three years old. Most of the cases (71%) occurred in animals aged 7-12 months and 27% of the cases were in the age group 0-6 months. Four animals aged 1-2 years and two animals aged three years accounted for only 2%. This means that 98% of the cases occurred in calves less than one year old, making under one-year-old calves the most susceptible age group.

■ CAN CONTAGIOUS ECTHYMA BE TREATED?

There is no specific treatment for CCE. As most nomads in Sudan and probably elsewhere deny the infectious nature of CCE, the disease is either allowed to take its natural course or traditional treatments are applied. Traditional treatments include cauterization of regional lymph nodes, application of sesame oil and hot milk and sometimes plant tar. Antibiotics given for 3-5 days prevent a secondary bacterial infection and reduce the severity of the infection.

■ CAN CONTAGIOUS ECTHYMA BE CONTROLLED?

If programs for effective control of CCE are to be applied, sanitary measures for infectious diseases are important. These must include quarantine of infected areas, restriction of camel movements, management of drinking water and avoidance of skin abrasions. These measures are difficult to implement owing to the migratory pattern of camel production in Sudan and the difficulty to reach camels especially during the rainy season. Like all other viral diseases, CCE is better prevented than treated. Attention should therefore be directed towards vaccine production. The causative virus was recently isolated in cell culture (7); this is expected to lay the ground for the production of a cell culture attenuated or inactivated vaccine. The implementation of a nationally approved program for CCE control is much needed.

■ RETROSPECTIVE EVALUATION OF CCE RISK IN YOUNG CAMELS

Tables I, II and III show the pattern of CCE outbreaks in three camel herds from ecologically different zones in Sudan, namely Kassala, Southern Butana and Blue Nile areas.

The disease occurred in the three herds every year with varied morbidity and mortality rates. The incidence and severity also varied depending on the location. The susceptible animals were young calves less than one year old in their first autumn of grazing. Older animals, which had experienced the disease, did not

Table I

Cases of camel contagious ecthyma recorded in Herd 1, Kassala area (1987-1996)

Year	Total num. of calves*	Num. of calves affected with CCE	Num. of calves dead	Mortality rate %
1987	6	6	0	0
1988	7	5	0	0
1989	10	7	0	0
1990	12	10	1	8
1991	10	7	2	20
1992	4	4	0	0
1993	6	6	0	0
1994	9	7	0	0
1995	12	10	0	0
1996	14	12	0	0
Total	90	74	3	3.3

* Camel calves less than one year old

succumb to it, except those that had escaped previous exposure. It was found that herds in areas such as Blue Nile, with heavy rainfall characterized by abundance of *acacia* trees, showed relatively higher morbidity and mortality rates. On the other hand, in areas such as Kassala and Northern Butana, which received light rainfall, the disease caused mild infection with very little mortality.

Table II

Cases of camel contagious ecthyma recorded in Herd 2, Southern Butana area (1987-1996)

Year	Total num. of calves*	Num. of calves affected with CCE	Num. of calves dead	Mortality rate %
1987	4	4	1	25
1988	9	9	0	0
1989	8	7	0	0
1990	10	10	5	50
1991	3	3	2	67
1992	3	3	1	33
1993	7	6	2	29
1994	8	8	1	13
1995	6	6	1	17
1996	8	8	0	0
Total	66	64	13	20

* Camel calves less than one year old

Table III

Cases of camel contagious ecthyma recorded in Herd 3, Blue Nile area (1987-1996)

Year	Total num. of calves*	Num. of calves affected with CCE	Num. of calves dead	Mortality rate %
1987	12	12	4	33
1988	14	14	6	43
1989	14	14	2	14
1990	15	14	9	60
1991	8	8	6	75
1992	9	9	3	33
1993	11	11	4	36
1994	13	11	5	38
1995	11	10	3	27
1996	13	13	3	23
Total	120	116	45	38

* Camel calves less than one year old

■ CONCLUSION AND PERSPECTIVES

Calf mortality is the most important factor affecting herd growth and productivity in camels. Significance of CCE in Sudan is emphasized by the substantial annual losses of young camels. The disease appears as a major problem in young camels in humid parts of the country such as Southern Butana and Blue Nile areas. From the findings of this study, the major factors associated with increased likelihood of CCE occurrence are

season of the year, camel age, camel movements and location and their association with thorny *acacia* trees. The causative virus has been isolated in cell culture and efforts have to be pursued to study its physicochemical and biological properties. It is also important to study the camel immune response to natural and experimental infection as well as virus antigenicity. Furthermore, future research should focus on the development of effective control measures.

REFERENCES

1. ALI O.A., KHEIR S.A.M., ABU DAMIR H., BARRI M.E.S., 1991. Camel (*Camelus dromedarius*) contagious ecthyma in the Sudan. A case report. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44**: 143-145.
2. AZAWI S.M., CARTER S.D., WOLDEHIWET Z., 1995. Immune responses of the camel (*Camelus dromedarius*) to contagious ecthyma (orf) virus infection. *Vet. Microbiol.*, **47**: 199-131.
3. BUCHNEV K.N., TULEPBAEV S.Z., SANSYZBAEV A.R., 1987. Infectious diseases of camels in the USSR. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6**: 487-495.
4. DASHTSEREN T.S., SOLVYEV B.V., VAREIJKA F., 1984. Camel contagious ecthyma (pustular dermatitis). *Acta Virol.*, **28**: 122-127.
5. KHALAFALLA A.I., AGAB H., ABBAS B., 1994. An outbreak of contagious ecthyma in camels (*Camelus dromedarius*) in Eastern Sudan. *Trop. Anim. Health Prod.*, **26**: 253-254.
6. KHALAFALLA A.I., MOHAMED M.E.M., 1997. Epizootiology of camel contagious ecthyma in Eastern Sudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50**: 99-103.
7. KHALAFALLA A.I., MOHAMED M.E.H., ALI B.H., KHEIR S.A.M., 1998. Isolation and identification of camel contagious ecthyma virus in the Sudan. *Sud. J. vet. Sci. Anim. Husb.*, **37**: 49-56.
8. KHANA N.D., UPPAL P.K., SHARMA N., TRIPATHI B.N., 1996. Occurrence of pox infections in camels. *Indian vet. J.*, **73**: 813-817.
9. MOALLIN A.S.M., ZESSIN K.H., 1988. Outbreak of camel contagious ecthyma in Central Somalia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **20**: 185-186.
10. MUNZ E., SCHILLINGER D., REIMANN M., MAHNEL H., 1986. Electron microscopical diagnosis of *Ecthyma contagiosum* in camels (*Camelus dromedarius*). First report of the disease in Kenya. *J. vet. Med. B*, **33**: 73-77.
11. WILSON R.T., 1978. Studies on the livestock of Southern Darfur, Sudan. *Trop. Anim. Health Prod.*, **10**: 19-25.

Résumé

Khalafalla A.I. Ecthyma contagieux du dromadaire : risques chez le chamelon

Les dromadaires sont des animaux de grande importance, exceptionnellement adaptés aux zones sèches et arides. Le taux de mortalité élevé des chamelons apparaît comme l'une des principales contraintes à la productivité optimale du dromadaire. L'ecthyma contagieux du dromadaire (Ecd) est une maladie peu étudiée due à un virus du genre *Parapox* de la famille des Poxviridae. Au Soudan, 98 p. 100 des cas d'Ecd se produisent chez des chamelons de moins d'un an avec des taux de morbidité de 60 à 100 p. 100 et de mortalité de 9 à 38 p. 100. La maladie est endémique dans la plupart des régions du Soudan où il y a des élevages de dromadaires, avec toutefois des différences au niveau des taux de mortalité et de la gravité de l'infection. La maladie réapparaît régulièrement chaque année au début de la saison des pluies (juillet - août), affectant les chamelons à l'automne lors de leur première mise au pâturage. Les lésions d'Ecd ne sont pas généralisées mais restreintes à la tête, notamment sur les lèvres, les naseaux et les yeux. Ces lésions sont caractérisées par la présence de croûtes fissurées qui permettent de distinguer cliniquement cette maladie de la variole cameline ou de la papillomatose. Elle affecte la croissance du chamelon en diminuant sa capacité à téter ou à brouter. L'impact économique de cette maladie peu étudiée est discuté. Il apparaît que l'Ecd doit être sérieusement étudié compte tenu de sa répercussion sur la productivité du cheptel camelin au Soudan.

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - Ecthyma contagieux - Soudan.

Resumen

Khalafalla A.I. Ectima contagioso en el camello y sus riesgos en los camellos jóvenes

Los camellos son animales importantes, particularmente adaptados a un medio ambiente seco y árido. Una mortalidad elevada del joven parece ser uno de los mayores obstáculos para una productividad óptima en los camellos jóvenes. El ectima contagioso del camello (CCE) es una enfermedad poco estudiada, causada por un virus del género *Parapox* de la familia Poxviridae. En Sudán, aproximadamente 98 % de los casos de CCE se presentan en jóvenes de menos de un año de edad, con tasas de morbilidad de 60-100 % y de mortalidad de 9-38 %. La enfermedad es endémica en la mayor parte de Sudán, en donde los camellos son criados con una severidad variable de las tasas de infección y de mortalidad. La enfermedad aparece regularmente cada año, temprano durante la estación lluviosa (julio-agosto), afectando camellos jóvenes durante su primer otoño en pastoreo. Las lesiones de CCE se encontraron confinadas a la cabeza, en particular a los labios, ollares y ojos, sin llegar a ser generalizadas. Estas lesiones se caracterizan por un hecho distintivo, como la aparición de costras fisuradas, que permiten diferenciar clínicamente la enfermedad de la viruela del camello o de la papilomatosis. La enfermedad afecta la tasa de crecimiento de los jóvenes camellos, interfiriendo con la capacidad de mamar o de pastorear. Se discute el impacto económico de esta enfermedad, raramente estudiada. El CCE debe ser seriamente considerado como uno de los factores que afectan la productividad del camello en Sudán.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Ectima contagioso - Sudán.

Prévalence de la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* chez les chamelons de l'Ouest nigérien

X. Pacholek¹ D. Gamatie²
S.G. Vias Franck¹ R. Tibayrenc³

Mots-clés

Dromadaire - Jeune animal - *Trypanosoma evansi* - Trypanosomose - Réaction d'agglutination - Niger.

Résumé

Une enquête épidémiologique a été réalisée dans la zone pastorale ouest nigérienne pour comparer la prévalence de la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* chez les chamelons et les dromadaires adultes. Au total, 233 dromadaires de tous âges et sexes ont été prélevés dans deux régions à caractéristiques écologiques et climatiques différentes : la première, au nord (Ingall et l'Ighazer), était constituée d'une vallée herbeuse peu arrosée ; la seconde, plus au sud (Tchintabaraden et Abalak) et plus humide, était composée d'un système dunaire ménageant de nombreuses mares à végétation arborée. Les prévalences ont été déterminées par la technique de centrifugation hémato-crite et par le test sérologique d'agglutination sur carte (Catt *evansi*). La technique de centrifugation s'est montrée très peu sensible (un seul cas positif). Le test Catt *evansi* a révélé une séroprévalence totale de 12,0 p. 100. La séropositivité a varié selon la région d'élevage et les déplacements saisonniers des troupeaux ($p < 0,001$). Les dromadaires établis dans la zone Nord étaient moins infestés que ceux demeurant dans le Sud (respectivement 11,4 et 29,4 p. 100). Les dromadaires migrant entre les deux régions ont été les moins touchés (3,2 p. 100). Toutes les classes d'âges étaient infestées sans différence statistique significative, notamment entre les chamelons de moins d'un an et les dromadaires plus âgés (respectivement 6,9 et 13,7 p. 100). Quatre chamelons âgés de moins d'un an étaient séropositifs. L'un avait 11 mois et les trois autres moins de deux mois. Leur séropositivité pouvait provenir d'une infestation active ou de la présence d'immunoglobulines d'origine colostrale. Des études complémentaires s'intéressant au statut immunologique de la mère des chamelons et/ou utilisant une technique sensible de détection sérologique du trypanosome (Elisa-Ag ou Pcr) sont préconisées pour préciser si l'infestation des chamelons de moins de deux mois est active ou non.

■ INTRODUCTION

La trypanosomose à *Trypanosoma evansi* constitue une pathologie majeure des dromadaires de la zone sahélienne (3, 6, 7, 8, 10, 11) transmise mécaniquement par des insectes piqueurs hématophages (tabanidés, stomoxynés, hippoboscidés) qui rencontrent des conditions écologiques favorables en saison des pluies et autour des mares (3, 7).

Au Niger, la maladie est connue des éleveurs qui s'en plaignent surtout « les années de bonne saison des pluies ». Les Touaregs la désignent sous le nom de *Tahaga* ou de *manchech* qui signifie amaigrissement. D'autres symptômes lui sont également associés : odeur âcre des urines, avortements, affaiblissement des animaux et parfois mort.

Malgré l'existence de la maladie, seules deux enquêtes épidémiologiques (14, 15) se sont intéressées à l'étude de la trypanosomose cameline au Niger. La première, réalisée en début d'année 1995, faisait suite à une saison des pluies exceptionnelle. Elle a révélé que sur une population de 282 dromadaires de tous âges et sexes, 165 (58,5 p. 100) étaient positifs au test d'agglutination sur carte (Catt *evansi*). De plus, 15,5 p. 100 des chamelons de moins d'un an avaient réagi au test sérologique. Dans la seconde, menée pendant la saison des pluies 1996 dans la même zone, sur 441 droma-

1. Projet de renforcement institutionnel et technique de la filière cameline, BP 510, Niamey, Niger

Tél./Fax : +227 73 36 07 ; E-mail : camelin@intnet.ne ; xpacholek@aol.com

2. Laboratoire central de l'élevage, antenne de Tahoua, BP 81, Tahoua, Niger

3. Laboratoire central de l'élevage, BP 485, Niamey, Niger

daïres, 84 (19,0 p. 100) étaient séropositifs, dont un chamelon de moins d'un an sur 66 (1,5 p. 100).

Ces travaux ont permis de confirmer que la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* représentait une dominante pathologique du dromadaire au Niger. Leurs conclusions sur la résistance du chamelon à cette maladie s'opposent cependant à celles de certains auteurs (6, 10). Une nouvelle enquête a été menée à la fin de la saison des pluies 1997 dans les mêmes zones pour comparer le statut épidémiologique des chamelons vis-à-vis de *Trypanosoma evansi* à celui des dromadaires adultes.

MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

L'enquête s'est déroulée dans les deux zones écologiques qui avaient précédemment bénéficié d'études (figure 1). La première (Abalak et Tchintabaraden) était située dans la partie sud de la zone pastorale (250-300 mm d'eau par an). Elle est composée d'un système dunaire ménageant des vallées qui abritent de nombreuses mares temporaires ou permanentes. Ces dépressions sont peuplées d'arbres du type *Balanites aegyptiaca* et *Acacia nilotica*. De nombreux troupeaux séjournant en saison sèche au Sud Niger et au Nord Nigeria transitent par cette région pour se rendre dans l'Ighazer en saison des pluies (juillet à septembre). On y trouve aussi des troupeaux camélins sédentarisés.

La zone d'Ingall s'ouvre à l'est et au nord sur l'Ighazer. En saison des pluies (100-150 mm par an), cette vaste vallée argileuse draine les eaux provenant de la falaise de Tiguidit et des monts de l'Aïr. Ses pâturages riches – essentiellement composés d'herbacées – et son sol salé y attirent en saison des pluies une partie importante du cheptel camelin de l'Ouest nigérien venu y faire sa « cure salée ». Il en est chassé en début de saison sèche par manque de points d'eau.

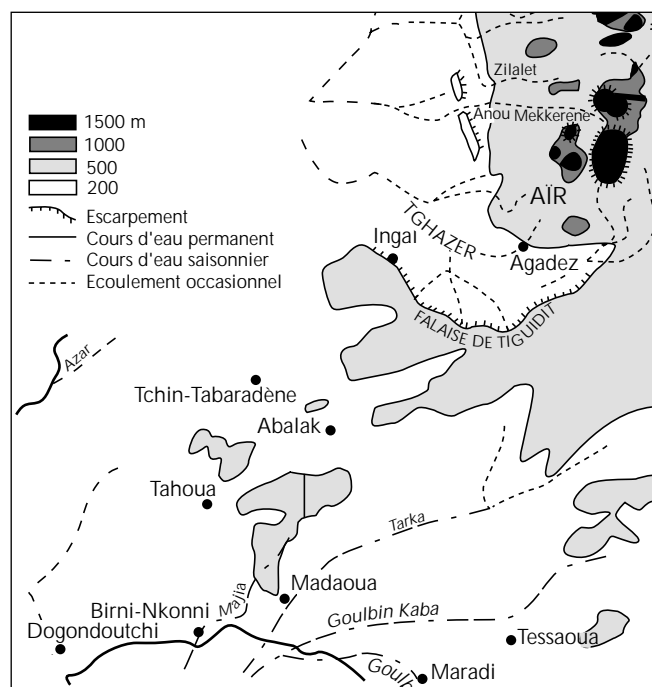


Figure 1 : zone de l'étude.

Echantillonnage

Au total 233 dromadaires répartis sur 11 sites et appartenant à 16 troupeaux Touaregs et Arabes ont été prélevés dans les deux zones, au hasard des rencontres et au bon vouloir des éleveurs ou des bergers.

Dans chaque troupeau, les prélèvements ont été effectués sur un échantillon minimum de 10 animaux en essayant de respecter les catégories d'âge et de sexe représentatifs du troupeau Touareg nigérien (12). Les catégories de dromadaires prélevés figurent dans le tableau I.

Techniques de mise en évidence de l'infestation parasitaire

Une ponction sanguine était réalisée au niveau de la veine jugulaire dans des tubes secs et héparinés.

Méthode parasitologique

Le sang prélevé sur tube hépariné était mis au frais. Il servait à la recherche des parasites effectuée par la méthode de centrifugation des tubes capillaires et examen de la partie lymphocytaire (1). Cette technique permettait en outre de déterminer la valeur de l'hématocrite des dromadaires.

Méthode sérologique : test d'agglutination directe sur carte

Du sérum était obtenu à partir du sang prélevé dans des tubes secs mis au frais puis centrifugés pendant 5 min à 3 500 tours par minute. Le sérum ainsi obtenu était conservé au frais dans des tubes Ependorff et analysé ultérieurement. Les réactifs du test étaient rassemblés dans une trousse comprenant une suspension d'antigène, deux sérums témoins positif et négatif, une solution tampon *phosphate-buffered saline* (Pbs pH 7,2) et des cartes plastifiées comprenant 10 plages d'examen chacune.

Le test était réalisé en déposant 25 µl de sérum dilué à 1/5 dans la solution tampon Pbs, sur une plage d'une carte plastifiée. Une goutte d'antigène (45 à 50 µl) y était ajoutée. Les deux gouttes étaient mélangées et étalées de manière à couvrir toute la surface de la plage. Après remplissage de la carte, celle-ci était déposée cinq minutes sur un agitateur rotatif réglé à 70 tours par minute. Les résultats étaient lus en fonction de l'intensité de l'agglutination (-, ±, + à +++).

Analyse statistique

Tous les tests statistiques de comparaison ont été réalisés à l'aide du logiciel Systat 7.0.

Tableau I

Composition des groupes d'animaux prélevés

Age	Mâles	Femelles	Total	Objectif
0-1 an	27 (11,6)	31 (12,9)	58 (24,9)	(17)
1-2 ans	14 (6,0)	12 (5,1)	26 (11,2)	(13)
2-5 ans	9 (3,9)	18 (7,7)	27 (11,6)	(20)
5-10 ans	22 (9,4)	62 (26,6)	84 (36,0)	(40)
> 10 ans	3 (1,3)	35 (15,0)	38 (16,3)	(10)
Total	7 (31,8)	158 (68,2)	233 (100)	
Objectif	(36)	(64)		

■ RESULTATS

Prévalence totale

L'examen microscopique après centrifugation des tubes capillaires n'a permis de détecter qu'un seul résultat positif sur les 233 examinés. La méthode d'agglutination sur carte a, en revanche, révéla un taux de séropositivité total de 12,0 p. 100.

Facteurs de variation

Zone géographique et déplacements

L'infestation des dromadaires (tableau II) a varié en fonction de l'origine géographique des animaux et de leurs déplacements ($p < 0,001$). Les troupeaux vivant au Sud Niger pendant la saison

sèche et effectuant une cure salée en saison des pluies étaient les moins touchés par la maladie avec 3,2 p. 100 séropositifs. Les troupeaux demeurant toute l'année dans la zone d'Abalak et de Tchintabaraden avaient la séroprévalence la plus élevée (29,4 p. 100), variant de 14,3 p. 100 (Malala) à 57,1 p. 100 (Initan). Les troupeaux établis dans la région d'Ingall et de l'Ighazer avaient une séroprévalence moyenne de 11,4 p. 100 avec des variations allant de 0 (Tissilit) à 23,7 p. 100 (Tibilik).

Sexe

Sur les animaux prélevés, 8,0 p. 100 des mâles et 13,9 p. 100 des femelles ont présenté un test Catt *evansi* positif (tableau III), sans que la différence n'apparaisse statistiquement significative (test Chi 2).

Tableau II

Séroprévalence en fonction de la zone géographique et des déplacements des troupeaux

Zone géographique et déplacements des troupeaux	Site de prélèvement	Effectif total prélevé	Test Catt <i>evansi</i> positif	
			par site n (%)	total n (%)
Localisation permanente dans la zone d'Ingall et de l'Ighazer	Tamazanak	28	1 (3,6)	10 (11,4)
	Tissilit	22	0 (0,0)	
	Tibilik	38	9 (23,7)	
Migration saisonnière nord - sud entre les deux zones de l'étude	Tibilik	21	0 (0,0)	3 (3,2)
	Ingall	15	0 (0,0)	
	Elenguirt	20	2 (10,0)	
	Tagaye	13	1 (7,7)	
	Ifenates	25	0 (0,0)	
Localisation permanente dans la zone d'Abalak et de Tchintabaraden	Malala	21	3 (14,3)	15 (29,4)
	Inafaissawan	11	2 (18,2)	
	Initan	14	8 (57,1)	
	Timizguida	5	2 (40,0)	
Total		233	28 (12,0)	

Tableau III

Résultats du test Catt *evansi* en fonction du sexe

Test	Mâle	Femelle
Négatif	69 (29,6)	136 (58,4)
Positif	6 (2,6)	22 (9,4)
Taux de positivité	(8,0)	(13,9)

Classe d'âge

Le taux de séroprévalence le moins élevé a été observé (tableau IV) dans la classe des moins d'un an (6,9 p. 100) avec des taux relativement équivalents chez les animaux âgés de moins ou de plus de six mois (respectivement 7,0 et 6,7 p. 100).

Cependant ces taux n'étaient pas statistiquement différents (test Chi 2) des résultats obtenus dans les autres catégories d'âges, c'est-à-dire 15,8 p. 100 chez les 1-2 ans, 15,4 p. 100 chez les 2-5 ans, 11,1 p. 100 chez les 5-10 ans et 13,1 p. 100 chez les dromadaires de plus de 10 ans.

Tableau IV

Séroprévalence par classes d'âge

Test	0-6 mois	6-12 mois	1-2 ans	2-5 ans	5-10 ans	> 10	Total
Négatif	40 (17,2)	14 (6,0)	22 (9,4)	24 (10,2)	73 (31,1)	32 (13,6)	205 (88,0)
Positif	3 (1,3)	1 (0,4)	4 (1,7)	3 (1,3)	11 (4,7)	6 (2,6)	28 (12,0)
Taux de positivité	(7,0)	(6,7)	(15,8)	(15,4)	(11,1)	(13,1)	(12,0)

Deux regroupements en classes d'âges ont été respectivement réalisés (avant/à/après 1 an d'âge et avant/à/après 5 ans d'âge) afin d'identifier une éventuelle liaison entre l'âge et le résultat du test Catt *evansi* (tableaux V et VI). Quel que soit le découpage effectué, aucune différence significative (test Chi 2) n'est apparue entre les groupes.

Caractéristiques des chamelons de moins d'un an positifs au test Catt *evansi*

Parmi les quatre chamelons positifs de moins d'un an (tableau VII), trois étaient âgés de 1 à 2 mois et un de 11 mois. Deux des trois plus jeunes chamelons ont présenté des diarrhées pour lesquelles un rotavirus a été mis en évidence.

Hématocrite

La valeur moyenne de l'hématocrite (figure 2) des dromadaires séronégatifs ($27,0 \pm 4,0$) n'était pas statistiquement différente (T test) de celle des séropositifs ($26,0 \pm 4,2$).

Tableau V

Séroprévalence par classes d'âge
(un an et moins ; plus d'un an)

Test	≤ 1 an	> 1 an
Négatif	54 (23,2)	151 (64,8)
Positif	4 (1,7)	24 (10,3)
Taux de positivité	(6,9)	(13,7)

Tableau VI

Séroprévalence par classes d'âge
(5 ans et moins ; plus de 5 ans)

Test	≤ 5 ans	> 5 ans
Négatif	100 (42,9)	105 (45,1)
Positif	11 (4,3)	17 (7,3)
Taux de positivité	(9,9)	(13,9)

Tableau VII

Caractéristiques des chamelons (< 1 an)
positifs au test Catt *evansi*

Numéro d'ordre	Localisation du troupeau	Sexe	Age (mois)	Symptômes cliniques
63	Ighazer	M	1	diarrhées
68	Ighazer	F	1	-
83	Ighazer	F	2	diarrhées
229	Timizguida	M	11	-

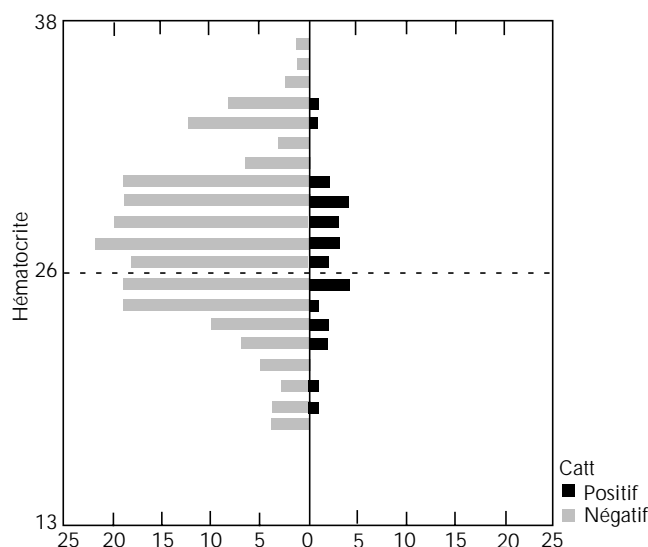


Figure 2 : distribution des hématocrites en fonction du résultat au test Catt *evansi*.

DISCUSSION

Les conclusions de cette étude concernent les techniques de diagnostic de la trypanosomose et les facteurs influençant sa prévalence.

Techniques de diagnostic

Il ressort de cette étude que l'analyse parasitologique effectuée par examen microscopique après centrifugation des tubes capillaires s'est avérée très peu efficace pour détecter l'infestation par *Trypanosoma evansi* (un seul cas positif). Cette faible sensibilité de la méthode a déjà été signalée par plusieurs auteurs (3, 10). Elle confirme l'intérêt d'utiliser des techniques sérologiques plus sensibles comme le test d'agglutination sur carte (Catt *evansi*). Ce test indirect de détection d'anticorps allie à la fois une bonne sensibilité et une bonne spécificité (3, 4, 5, 6). En raison de ses qualités et de sa facilité d'emploi, il est recommandé dans les dépistages de masse (3), comme cela a été le cas lors de cette enquête.

Certains auteurs ont constaté une anémie (faible valeur de l'hématocrite) chez les dromadaires parasités ou séropositifs (5, 10). Cette étude ne confirme pas ce résultat également remis en cause par d'autres auteurs (3, 4).

Le test Catt *evansi* a révélé un taux de séropositivité globale de 12,0 p. 100. Ce résultat confirme l'infestation importante du cheptel camelin nigérien signalée par les enquêtes précédemment menées dans les mêmes zones (14, 15). Cette séroprévalence s'avère aussi élevée et préoccupante que celle rencontrée dans d'autres pays du Sahel comme la Mauritanie (2, 3, 4, 10) ou le Mali (5, 6). Il semble que le taux de séropositivité ait diminué régulièrement après la très forte saison des pluies 1994 : 24,4 p. 100 en 1995, 19,0 p. 100 en 1996 et 12,0 p. 100 en 1997. Le pic de 1995 peut s'expliquer par l'existence cette année-là de nombreuses mares permanentes et par une plus grande persistance des mares temporaires, constituant des biotopes favorables à la multiplication des mouches vectrices du trypanosome (3, 4, 7). Le taux plus important signalé en 1995 par rapport aux années suivantes peut aussi s'expliquer par un effet de la saison différente de prélè-

vement. Dia (3) rapporte en effet que les prélèvements de saison sèche froide donnent des résultats supérieurs à ceux effectués sur la même population en saison des pluies.

Facteurs influençant la prévalence

Zone géographique et déplacements des troupeaux

L'origine géographique et les déplacements saisonniers des troupeaux ont eu une influence sur la séropositivité des dromadaires prélevés (test Chi 2, $p < 0,001$) en accord avec des observations faites en Mauritanie (3, 4). La séroprévalence la plus élevée a été constatée chez les troupeaux établis toute l'année dans la zone de Tchintabaraden et d'Abalak caractérisée par la présence de nombreuses mares temporaires favorables au développement d'arbres et à la prolifération d'insectes vecteurs de la maladie (10). Cet écosystème est un facteur de risque de l'infestation des dromadaires par *Trypanosoma evansi*. C'est en particulier le cas de la vallée d'Initan où 57,1 p. 100 des dromadaires étaient séropositifs.

La majorité des troupeaux vivant en saison sèche de la zone d'Abalak et de Tchintabaraden à la frontière du Nigeria (troupeaux des Touaregs *Kel Gress*) effectuent une migration de saison des pluies dans l'Ighazer. En début de saison des pluies, la majorité de ces éleveurs camelins migrent vers les pâturages salés de l'Ighazer, fuyant la mise en culture des terres agricoles et la multiplication rapide des insectes vecteurs de maladies. Cette étude montre que cette stratégie de migration saisonnière est parfaitement efficace pour limiter l'infestation des dromadaires par *Trypanosoma evansi* : seuls 3,2 p. 100 des animaux migrant vers le nord étaient séropositifs. Cette constatation mérite cependant d'être confirmée sur un échantillon plus large de troupeaux.

La vallée de l'Ighazer ne constitue pas un site écologique favorable à la multiplication des insectes vecteurs de la trypanosomose. Les mares y sont rares ainsi que la végétation arbustive. La séroprévalence des dromadaires ne quittant pas cette zone y était pourtant relativement élevée : 11,4 p. 100. Ce chiffre était en fait biaisé par la présence dans l'échantillon prélevé d'animaux appartenant à un éleveur commerçant arabe qui achetait beaucoup d'animaux provenant d'autres régions. Si l'on retire ce troupeau d'animaux tout-venant (23,7 p. 100 de séropositifs à Tibilik), la séroprévalence des animaux de cette zone tombe à 2 p. 100, soit un taux très proche de celui des animaux effectuant la migration nord - sud. Il en résulte que la stratégie des pasteurs de l'Ighazer expédiant en saison des pluies leurs troupeaux dans des régions plus septentrionales afin d'éviter tout contact avec les troupeaux originaires du Sud et supposés être porteurs de maladies ne semble pas justifiée en ce qui concerne la trypanosomose.

Age

L'enquête a montré que toutes les classes d'âges étaient sensibles à la trypanosomose à *Trypanosoma evansi*. La séroprévalence globale obtenue a été de 12,0 p. 100 et aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les taux affectant les différentes classes d'âges. La séropositivité des chamelons de moins d'un an en particulier (6,9 p. 100) n'a pas significativement différé de celle des dromadaires plus âgés (13,7 p. 100). Cette observation contredit certains auteurs (6, 10) qui constatent l'absence de *Trypanosoma evansi* dans le sang des sujets de cette classe d'âge. Elle s'accorde cependant avec des observations faites en Mauritanie (3, 4).

Parmi les chamelons de moins d'un an, aucune différence n'a été observée entre la séroprévalence des animaux de moins ou de plus de 6 mois (respectivement 7,0 et 6,7 p. 100). L'existence d'un chamelon séropositif âgé de 11 mois s'accorde avec les travaux mauritaniens ayant mis en évidence des parasites sanguins chez des

chamelons de plus de 8 mois (3, 4). La constatation de trois chamelons âgés de 1 et 2 mois réagissant positivement au test Catt *evansi* est en revanche originale. Bien qu'à cet âge les chamelons possèdent déjà une immunité active (9), cette réaction positive pourrait aussi être due à des anticorps d'origine maternelle transmis par la buvée colostrale. Aucune information n'étant disponible sur la séropositivité des mères au moment de cette buvée, ni sur la nature du colostrum ingéré par le chamelon (concentration en immunoglobulines, quantité bue, délai entre la naissance et la buvée) (9), et aucun parasite n'ayant été mis en évidence par une méthode directe, il n'est pas possible de conclure avec certitude à une infestation active des trois jeunes chamelons.

Des études ultérieures apparaissent donc nécessaires pour approfondir la connaissance de l'épidémiologie de la trypanosomose chez le chamelon. Il serait intéressant d'utiliser une technique directe plus sensible que la centrifugation hématocrite, comme l'Elisa-Ag ou la *polymerase chain reaction* (Pcr). La connaissance du statut immunologique de la mère des chamelons vis-à-vis du trypanosome paraît indispensable dans le cas de l'utilisation de méthodes de détection des anticorps.

D'autre part, si l'infestation active était confirmée chez les jeunes animaux, les deux cas de diarrhées observés chez deux jeunes chamelons séropositifs inviteraient à s'intéresser à la trypanosomose en tant que facteur de risque intervenant dans le syndrome des diarrhées du chamelon.

CONCLUSION

La trypanosomose cameline constitue bien une dominante pathologique du dromadaire au Niger, en particulier chez les troupeaux présents toute l'année dans des zones écologiques favorables à la multiplication d'insectes vecteurs (présence d'eau et de végétation arbustive), telle que la région de Tchintabaraden et d'Abalak, située au sud de la zone pastorale. En saison des pluies, la migration des troupeaux vers le nord pour fuir les insectes piqueurs semble constituer une stratégie efficace et suffisante pour éviter l'infestation des dromadaires par *Trypanosoma evansi*.

L'âge n'a pas constitué un facteur influençant la séroprévalence (test Catt *evansi*) des dromadaires. L'étude a confirmé que les chamelons de plus de huit mois sont sensibles à la trypanosomose (3, 4). Elle a également révélé la possibilité pour de plus jeunes chamelons (1 et 2 mois) d'être séropositifs. La trop faible sensibilité de la méthode directe employée pour détecter le parasite (centrifugation hématocrite) n'a cependant pas permis de conclure à une infestation parasitaire de ces jeunes chamelons. Des études épidémiologiques ultérieures s'intéressant au statut immunitaire du colostrum de la mère vis-à-vis de la trypanosomose et/ou utilisant d'autres techniques de détection directe du trypanosome (Elisa-Ag, Pcr) seraient souhaitables pour conclure définitivement à la sensibilité du jeune chamelon vis-à-vis de l'infestation à *Trypanosoma evansi*.

BIBLIOGRAPHIE

1. CAMUS E., 1983. Diagnostic de la trypanosomose bovine sur le terrain par la méthode de centrifugation hématocrite. *Revue sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2 : 751-769.
2. CHRISTY P., 1987. Enquête sur la trypanosomose du dromadaire en Mauritanie. Nouakchott, Mauritanie, Cnerv-lemvt, p. 5-9. (Rapport d'activité)
3. DIA M.L., 1997. Epidémiologie de la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* en Mauritanie. Thèse Doct., Université de Montpellier I, Montpellier, France, 157 p.

T. evansi trypanosomosis in young camels in Niger

4. DIA M.L., VAN MEIRVENNE N., MAGNUS E., LUCKINS A.G., DIOP C., THIAM A., JACQUIET P., HAMERS R., 1997. Evaluation de quatre tests de diagnostic : frottis sanguins, Catt, IFI et Elisa-Ag dans l'étude de l'épidémiologie de la trypanosomose cameline à *Trypanosoma evansi* en Mauritanie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** : 29-36.
5. DIALL O., BAIYANA SONGO E., MAGNUS E., KOUYATE B., DIALLO B., VAN MEIRVENNE N., HARMERS R., 1994. Evaluation d'un test sérologique d'agglutination directe sur carte dans le diagnostic de la trypanosomose cameline à *T. evansi*. *Revue sci. tech. Off. int. Epiz.*, **13** : 793-800.
6. DIALL O., BOCOUM Z., DIARRA B., SANOGO Y., COULIBALY Z., WAIGALO Y., 1993. Epidémiologie de la trypanosomose à *T. evansi* chez le dromadaire au Mali : résultats d'enquêtes parasitologiques et cliniques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** : 455- 461.
7. FAYE B. éd., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi, 126 p.
8. GRUVEL J., BALIS J., 1965. La trypanosomiase à *Trypanosoma evansi* chez le dromadaire au Tchad et ses principaux vecteurs. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **18** : 435- 439.
9. HULSEBUSCH C., 1999. Immunoglobulin G status of camels during 6 months *post natum*. Stuttgart, Germany, Magraf Verlag, 148 p. (University of Hohenheim, Tropical Agricultural Series)
10. JACQUIET P., DIA M.L., CHEIKH D., THIAM A., 1994. La trypanosomose cameline à *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888, en République islamique de Mauritanie : résultats d'enquêtes dans le Trarza. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 59-62.
11. MAHMOUD M.M., GRAY A.R., 1980. Trypanosomiasis due to *Trypanosoma evansi* (Steel, 1885) Balbiani, 1888. A review of recent research. *Trop. Anim. Health Prod.*, **12**: 35-47.
12. PLANCHENAU D., 1984. Production cameline - résultats zootechniques. Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Maisons-Alfort, France, lemvt, 213 p.
13. RAE P.F., LUCKINS A.G., 1992. Problems in the diagnosis of cameline trypanosomosis. In: Proc. 1st Int. Camel Conf., Dubai, UAE, 2-6 February 1992, p. 29-31.
14. TIBAYRENC R., GAMATIE D., 1997. Enquête épidémiologique sur la trypanosomiase cameline à *Trypanosoma evansi* - Etude comparative entre deux tampons dans le test sérologique d'agglutination du Catt *evansi*. Rapport de l'antenne du Laboratoire de l'élevage, Tahoua, Niger, 5 p.
15. TIBAYRENC R., GAMATIE D., GARBA A., 1995. Enquête épidémiologique sur la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* en zone pastorale du département de Tahoua : résultats préliminaires des examens parasitologiques et sérologiques (Catt *evansi*). Résumé du rapport du Laboratoire central de l'élevage, Niamey, Niger, 1 p.

Summary

Pacholek X., Gamatie D., Vias Franck S.G., Tibayrenc R. Prevalence of *Trypanosoma evansi* trypanosomosis in young camels in West Niger

An epidemiological survey was carried out in the pastoral area of West Niger to compare *Trypanosoma evansi* prevalence in young and adult camels. In total, 233 camels of all ages and both sexes were sampled in two regions with different ecological and climatic characteristics: the first one in the North (Ingall and Ighazer) was a dry and grassy valley; the second one further down south (Tchintabaraden and Abalak) was wetter, with dunes containing many ponds with trees. The microhematocrit centrifugation technique (MHCT) and card agglutination test for trypanosomosis (CATT *evansi*) were used to determine the prevalence. MHCT showed low sensitivity (only one positive case), whereas CATT *evansi* revealed a total prevalence of 12.0%. Seropositivity varied with the regions and seasonal herd moves ($P < 0.001$). Camels established in the Northern region were less infested than those in the Southern one (11.4 vs. 29.4%, respectively). Camels moving between both regions were the least affected (3.2%). All age groups were infested with no significant statistical difference, in particular between less than one-year-old and older camels (6.9 and 13.7%, respectively). Four camel calves less than one year of age were seropositive: one was 11-months old and the other three less than two-months. Seropositivity could originate from an active infestation or from colostral IgG. Further studies are needed to specify whether infestation of camel calves less than two-months old is or not active by analyzing the immune status of camel dams and/or using a sensitive technique for *Trypanosoma* serological detection.

Key words: Dromedary - Young animal - *Trypanosoma evansi* - Trypanosomosis - Agglutination test - Niger.

Resumen

Pacholek X., Gamatie D., Vias Franck S.G., Tibayrenc R. Prevalencia de la tripanosomosis por *Trypanosoma evansi* en los camellos jóvenes del Oeste nigeriano

Se realizó una encuesta epidemiológica en la zona pastoril oeste nigeriana, con el fin de comparar la prevalencia de la tripanosomosis por *Trypanosoma evansi* en los camellos jóvenes y los dromedarios adultos. Se tomaron muestras en un total de 233 dromedarios de todas las edades y sexos, en dos regiones con características ecológicas y climáticas diferentes: la primera, al norte (Ingall y Ighazer), se encontró constituida por un valle de hierba poco irrigada; la segunda, más al sur (Tchintabaraden y Abalak) y más húmeda, compuesta por un sistema de dunas con numerosas charcas con vegetación arbórea. Las prevalencias se determinaron mediante la técnica de centrifugación del hematocrito y mediante el test serológico de aglutinación en carta (Catt *evansi*). La técnica de centrifugación demostró ser poco sensible (un solo caso positivo). El test de Catt *evansi* reveló una seroprevalencia total de 12,0%. La seropositividad varió según la región de crianza y los desplazamientos estacionales de los hatos ($p < 0,001$). Los dromedarios establecidos en la zona Norte se encontraron menos infestados que los del Sur (11,4% y 29,4% respectivamente). Los dromedarios que migran entre las dos regiones son los menos afectados (3,2%). Todas las clases de edad se encontraron infestadas, sin diferencia estadística significativa, sobre todo entre los camellos de menos de un año y los dromedarios de más edad (6,9% y 13,7% respectivamente). Cuatro camellos de menos de un año de edad fueron seropositivos. Uno tenía 11 meses y los otros tres menos de dos meses de edad. La seropositividad de estos pudo originarse en una infestación activa o en la presencia de inmunoglobulinas de origen calostroal. Se preconizan estudios complementarios, concerniendo el estado inmunológico de la madre de los camellos y/o utilizando la técnica sensible de detección serológica del tripanosoma (Elisa-Ag o Pcr), con el fin de precisar si la infestación de los camellos de menos de dos meses es activa o no.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - *Trypanosoma evansi* - Tripanosomosis - Reacción de aglutinación - Niger.

Prevalence of trypanosomosis in camel calves: A pilot study in Laikipia District of Kenya

Z.K. Njiru¹ I.M. Ole-Mapeny¹ J.O. Ouma¹
J.M. Ndung'u¹ W. Olaho-Mukani²

Key words

Dromedary - Young animal -
Trypanosoma evansi - Trypanosomosis -
Kenya.

Summary

Trypanosomosis is one of the most important diseases affecting camel calves. It presents itself as an acute form and is usually fatal if treatment is not carried out. A study was initiated at Mogwooni ranch in Laikipia District of Kenya to survey the prevalence of trypanosomosis in camel calves of mixed breeds, and to evaluate the microhematocrit centrifugation technique (MHCT), monoclonal antibody based card latex agglutination test (Suratex[®]), wet smear and mouse inoculation (MI) in the diagnosis of the disease in camels. The tests were assessed for a period of 16 months. Mean *Trypanosoma evansi* prevalence ranged from 4.5% as determined by the wet smear, 11.1% by MHCT, 14.6% by MI, to 28.3% by Suratex[®]. Young calf death rate due to trypanosomosis was 12.3%, while overall mortality was 15%. The cost of veterinary care (anthelmintics, acaricides and trypanocides) was on average US\$4.6 per calf per year. It is thus recommended that diagnosis accompanied by proper treatment be carried out routinely for the survival of camel calves in trypanosomosis endemic areas.

■ INTRODUCTION

Camels have been a neglected domestic species in the promotion of livestock health and production. Only recently have they become the subject of intense and systematic interest in connection with increasing productivity of the arid and semiarid lands (ASALs). Kenya has a camel population estimated at 1 million (2) of which 99% are reared in trypanosomosis endemic areas. More than half (60%) of Kenya's land mass lies in the ASAL, where the camel has proved to be the most suitable livestock species. For pastoralists who live on these lands, the camel plays a major economic role in subsistence, particularly in the provision of milk, and forms the corner stone of the social organization of the pastoral society (1).

Information on camel calf diseases in Kenya is sparse. Data on the prevalence of trypanosomosis, which is a major killer disease in calves, is particularly lacking. Olaho *et al.* (7) noted that trypanosomosis causes anemia, mortality and impaired growth. Moreover, recent studies in Kenya have shown that camel trypanosomosis is endemic in Laikipia District and is by far the most important disease affecting the camel (5). The disease is caused by *Trypanosoma evansi* and runs an acute course.

More emphasis is being placed on camel calf improvement because it forms the future of the camel stock. Thus, more and systematic studies need to be carried out on this age group in camel herds. The primary objective of the present study was to investigate trypanosomosis prevalence in camel calves (suckling and immature) under an extensive ranch management system and to further validate the available diagnostic tests for camel trypanosomosis.

■ MATERIALS AND METHODS

Study area

The study was conducted at Mogwooni Ranch, in Laikipia District of Kenya. Laikipia District is one of the 24 ASAL districts in Kenya. It lies between longitudes 36°4' W and 37°27' E and between latitudes 0°17' S and 0°45' N. During the study period the annual rainfall ranged from 600 to 900 mm. The vegetation is predominantly Savannah with scattered acacia and shrubs. Large numbers of biting flies (*Stomoxys* spp.) inhabit the dry riverbeds, especially during the wet season (5).

Herd structure

Data on 84 calves was collected monthly for 16 months from July 1997 to October 1998. All animals were kept under an extensive ranch management system and grazed as a single herd. Two age

1. Kenya Trypanosomiasis Research Institute (KETRI), PO Box 362, Kikuyu, Kenya

2. Livestock Health Research Institute (LIRI), PO Box 96, Tororo, Uganda

groups were recognized in the herd: suckling (up to 18 months of age) and immature (between 19 and 36 months). They were of Pakistan, Somali and Turkana breeds and their crosses. Introduction of Pakistan breeds in Kenya was an effort to improve camel husbandry especially in terms of milk production (9).

Parasitological examinations and packed cell volume (PCV)

Trypanosome infections were detected using the Suratex[®] (3) microhematocrit centrifugation technique (MHCT), mouse inoculation (MI) and wet blood smear method. PCV was determined monthly using EDTA-blood and MHCT (7).

Indicators of mortality

Two basic mortality rates were calculated for the time covering the study period:

$$\text{Crude death rate (\%)} = \frac{\text{Num. of deaths/year} \times 100}{\text{Average herd size}}$$

Young stock death rate (%)

$$= \frac{\text{Num. of deaths of animal} \leq 3 \text{ years/year} \times 100}{\text{Num. of live births}}$$

Cost of drugs

Data on the type, amount and cost of drugs administered to each camel calf was recorded. From this, the cost of drugs used during the study period was calculated.

Data analysis

PCV between infected and non-infected calves in the different age groups was done by analysis of variance (ANOVA) while agreement between tests was measured by the kappa test. For ANOVA, a value of $P \leq 0.05$ was considered significant.

RESULTS

Herd investigation

Table I shows the percentage infection rates in each age group. Immature calves were the most affected group. Out of the total number of calves that were infected, 35 (23.17%) were suckling and 112 (76.8%) were immature. The Pakistan breed had the highest number of infected calves with 51 (34.4%), followed by the Pakistan-Somali crossbreed with 41 (27.8%), the Somali breed with 33 (22.2%), the Turkana and Somali-Turkana crossbreeds with 11 (7.8%) each.

Hematology and serology

Table II shows the analysis of variance for PCV between infected and non-infected calves in different age groups. Significant differences were observed between the suckling and immature groups of animals.

Diagnosis

The most sensitive method of detecting trypanosome infection was Suratex[®] (table III). It however failed to detect 13 MHCT positive

Table I

Percentage of infections detected in each camel age group using the microhematocrit centrifugation technique

Group	Total num.	Infected	%
Suckling	480	35	7.3
Immature	844	112	13.3

Table II

Analysis of variance of PCV between infected and non-infected camel calves in the different age groups

Group	n	Moyenne ± SEM	P
Suckling			
Infected	35	22.4 ± 0.58	0.001
Non-infected	445	24.9 ± 0.18	
Immature			
Infected	112	23.7 ± 0.19	0.001
Non-infected	732	27.5 ± 0.11	

Table III

Prevalence of trypanosomosis in camels at Mogwooni Ranch (July 1997-October 1998)

Detection method	Num. of tests	<i>T. evansi</i>
Wet blood smear	1324	60 (4.5%)
Microhematocrit centrifugation technique	1324	147 (11.1%)
Mouse inoculation	1324	193 (14.6%)
Suratex [®]	1324	372 (28.1%)

cases with large numbers of trypanosomes (+ 6) in the blood. Suratex[®] detected 137 (91.1%) MHCT positive samples and 175 (90.7%) MI positive samples. All infecting trypanosomes were identified as *Trypanosoma evansi*. The calves that were infected with *T. evansi* were reported to eat soil. The test of agreement between Suratex[®] and MHCT, Suratex[®] and MI, and Suratex[®] and WS were 0.8, 0.5 and 0.1, respectively.

Mortality due to trypanosomosis

Most deaths were recorded during the wet season. The crude and young stock death rates were 10 (11.9%) and 5 (10.6%) during the wet season (March-June and November-December), and 3 (3.5%) and 1 (2.1%) during the dry season (January-February and July-October), respectively. Other causes of deaths were diarrhea and accidents.

Cost of treatment

Trypanocides were the most used drugs, followed by acaricides, while the use of antibiotics and anthelmintics was low. The total costs of trypanocides, acaricides, anthelmintics, and antibiotics

were US\$ 200, 102, 87 and 21, respectively. The average costs of trypanocides per camel calf per year for Pakistan, Somali, Turkana, Pakistan-Somali and Somali-Turkana breeds were US\$ 4.5, 1.5, 1.5, 2.5 and 0.5, respectively.

■ DISCUSSION

Trypanosomosis is endemic in most camel herds in Kenya. The results of the present study show that the disease was endemic in this herd as evidenced by the serological and parasitological results. Correct diagnosis of the disease is essential to administrate the appropriate treatment. This effort, however, is hindered by the lack of a sensitive and specific diagnostic kit. Suratex[®], a test that detects circulating trypanosomose antigens, was the most sensitive in detecting infections, although it failed to detect some parasitologically positive cases. This may occur during the early stages of the disease before sufficient trypanosomes have been destroyed by the host immune response to release measurable quantities of antigen in peripheral circulation (4). In some instances some positive camel calves were reported to lick soil. This behavior was not recorded in other calves. The authors do not have an explanation for this, but it may indicate depletion of some minerals and/or depraved appetite (PICA), which might be trypanosomosis-related.

Infections and mortality due to trypanosomosis were high during the wet season, possibly due to the increase in fly numbers. The only trypanosome species recorded was *T. evansi*. The absence of other trypanosome species could be due to the lack of tsetse fly vectors in the study area. Immature camels had a higher disease incidence, suggesting a higher exposure to biting flies and/or higher susceptibility to trypanosomosis. The lower disease incidence observed in suckling camels may be attributed to less exposure to biting flies and protection by maternal antibodies during suckling. The devastating effects of the disease were evident in the anemic state of the immature camels. This may result in a slow growth rate, a longer duration to maturity in cases of chronic infections, and even death.

Introduction of Pakistan breeds in Kenya was an effort to improve camel husbandry especially in terms of milk production (9). It has however been shown from previous studies that these breeds are more susceptible to trypanosomosis than local ones (5). This is further supported by the amount of trypanocides used on them when compared to other breeds. The Pakistan camel is therefore being crossbred with local breeds in order to overcome the high susceptibility to infection. Crossbred calves were less susceptible to trypanosomosis than pure Pakistan ones. Longitudinal studies

are however necessary in order to monitor their reproductive and productive performance in trypanosomosis endemic areas.

Although trypanosomosis is a major constraint to camel husbandry, constant surveillance followed by instant and proper treatment could contain the situation. As a strategic control of trypanosomosis calves should avoid areas where vectors are in large numbers, and there should be applications of pour-on rather than blanket treatment with trypanocides. This would improve the camel calf health, and therefore the camel stock performance.

Acknowledgments

The authors would like to thank the staff of Biochemistry and Immunology Divisions at KETRI for their participation in the study, and Dr. C. Field for allowing us to monitor his camels. This work received financial assistance from the Kenya Government and FARM-Africa, and is published with the kind permission of the Director of KETRI.

REFERENCES

1. BAUMAN M.P.O, ZESSIN K.H., 1992. Productivity and health of camels (*Camelus dromedarius*) in Somali: Associations with trypanosomiasis and brucellosis. *Trop. Anim. Health Prod.*, **24**: 145-156.
2. KENYA TRYPANOSOMIASIS RESEARCH INSTITUTE (KETRI), 1998. Strategic plan of 1990-2000, Revised Ed. Nairobi, Kenya, Visions design.
3. NANTULYA V.M., 1994. Suratex[®]: A simple latex agglutination antigen test for diagnosis of *Trypanosoma evansi* (Surra). *Trop. Med. Parasitol.*, **45**: 9-12.
4. NANTULYA V.M., LINDQVIST K.J.Q., 1989. Antigen detection enzyme immunoassays for the diagnosis of *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. brucei* infections. *Trop. Med. Parasitol.*, **40**: 267-272.
5. NJIRU Z.K., OUMA J.O., NDUNG'U J.M., SIMPKIN P.S., 1998. Packed cell volume (PCV) in diagnosis of Surra in the field. In: Proc. 7th KETRI Internal Annual Scientific Review, p. 23.
6. OLAHO W.M., MUTUGI M.W., KUTO B., ALUSHULA H., KAGWIMA, NJOGU A.R., 1987. The role of trypanosomiasis as a constraint to camel production in Kenya. In: Proc. 8th Annual Medical Scientific Conference, Nairobi, Kenya, p. 135-141.
7. OLAHO W.M., WILSON A.J., 1981. The prevalence of camel calf trypanosomiasis in selected areas of Kenya. In: Proc. 17th Meeting Int. Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control, Aruba, Tanzania, 19-24 October 1981. Aruba, Tanzania, OAU, p. 246-253.
8. SCHALM O.W., JAIN N.C., CAROLL E.J., 1975. Veterinary hematology, 3rd Ed. Philadelphia, PA, USA, Lea and Febinger.
9. SIMPKIN S.P., ROWLINSON P., TULLU D., LESOROGOL P., 1997. A comparison of two traditional camel calf management systems in Kenya and their implications for milk production. *J. Camel Pract. Res.*, **4**: 229-234.

Résumé

Njiru Z.K., Ole-Mapeny I.M., Ouma J.O., Ndung'u J.M., Olaho-Mukani W. Prévalence de la trypanosomose chez le chamelon : une étude pilote dans le district de Laikipia au Kenya

La trypanosome est l'une des maladies les plus importantes du chamelon. Elle se présente sous une forme aiguë et est généralement fatale si aucun traitement n'est administré. Une étude a été effectuée au ranch de Mogwooni dans le district de Laikipia au Kenya pour déterminer la prévalence de la trypanosomose chez des chamelons de races diverses et pour évaluer la technique de centrifugation en tube pour microhématocrite (Tcmh), le test d'agglutination sur carte au latex sensibilisé avec des anticorps monoclonaux (Suratex®), l'examen à l'état frais et l'inoculation à la souris (IS) dans le diagnostic de la maladie chez le chamelon. Les tests ont été évalués pendant une période de 16 mois. Les prévalences moyennes de *Trypanosoma evansi* ont été de 4,5 p. 100 (test à l'état frais), 11,1 p. 100 (Tcmh), 14,6 p. 100 (IS) et 28,3 p. 100 (Suratex®). Le taux de mortalité des chamelons dû à la trypanosomose a été de 12,3 p. 100 pour un taux global de mortalité de 15 p. 100. Le coût des soins vétérinaires (anthelminthiques, acaricides et trypanocides) a été en moyenne de 4,6 dollars américains par chamelon et par an. Il est donc recommandé que le diagnostic soit systématiquement accompagné d'un traitement approprié pour assurer la survie des chamelons dans les zones où la trypanosomose est endémique.

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - *Trypanosoma evansi* - Trypanosomose - Kenya.

Resumen

Njiru Z.K., Ole-Mapeny I.M., Ouma J.O., Ndung'u J.M., Olaho-Mukani W. Prevalencia de la tripanosomiasis en camellos jóvenes: estudio piloto en el distrito de Laikipia en Kenia

La tripanosomosis es una de las principales enfermedades que afectan a los jóvenes camellos. Se presenta en forma aguda y, si el tratamiento no es administrado, es usualmente fatal. Se inició un estudio en el rancho Mogwooni, en el distrito de Laikipia, en Kenia, con el fin de observar la prevalencia de la tripanosomosis en camellos jóvenes de varias razas, así como para evaluar la técnica de centrifugación del microhematocrito (MHCT), el test de aglutinación en tarjeta de látex de anticuerpos monoclonales (Suratex®), frotis húmedo e inoculación en ratones (MI) para el diagnóstico de la enfermedad en camellos. Los exámenes fueron realizados durante un periodo de 16 meses. La prevalencia media de *Trypanosoma evansi* varió de 4,5 %, determinada mediante el frotis húmedo, 11,1 % con el MHCT, 14,6 % con el MI hasta 28,3 % con Suratex®. La tasa de mortalidad del joven, debido a tripanosomosis fue de 12,3 %, mientras que la mortalidad general fue de 15,0 %. El costo en cuidados veterinarios (anti-helmínticos, acaricidas y tripanocidas) fue en promedio de US\$4,6 por joven por año. Para la sobre vivencia de los jóvenes camellos en las áreas endémicas con tripanosomosis, se recomienda llevar a cabo de forma rutinaria, un diagnóstico acompañado por un tratamiento apropiado.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - *Trypanosoma evansi* - Tripanosomosis - Kenia.

IMPACT DES TRYPANOSOMOSES CHEZ LES CAMELIDES ET ROLE DU GROUPE *AD HOC* DE L'OIE SUR LES TANTG

L. Touratier ¹

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - *Camelus bactrianus* - *Trypanosoma evansi* - Contrôle de maladies.

Key words: *Camelus dromedarius* - *Camelus bactrianus* - *Trypanosoma evansi* - Disease control.

Les principaux trypanosomes pathogènes peuvent contaminer les camélidés dans les zones à glossines, mais seul *Trypanosoma evansi* est répandu dans tous les pays de l'aire d'expansion des deux espèces : *Camelus dromedarius* et *Camelus bactrianus*, en Afrique et en Asie. Il est bien admis désormais que sa transmission a lieu par diverses espèces d'insectes piqueurs, les tabanidés ayant un rôle de premier plan. Les pertes provoquées par les infections à *T. evansi* chez les camélidés sont certes dues à la mort des animaux infectés après une longue évolution. Mais la maladie, communément désignée par *Surra*, surtout en Asie, et par diverses autres appellations, comme *Debab* et *M'bori* en Afrique, évoluant de façon insidieuse dans un troupeau, se traduit surtout par un amaigrissement important des sujets atteints, des troubles de la reproduction (avortements, mortinatalités, naissances prématurées) bien étudiés récemment en Mauritanie, en Inde, au Soudan et au Kenya. En outre, on observe parallèlement une diminution de

la sécrétion lactée et *in fine* une dévalorisation des carcasses. Les moyens de lutte contre le *Surra* font essentiellement appel à la détection des animaux infectés par des méthodes de diagnostic appropriées, à l'administration raisonnée de trypanocides et à la lutte contre les vecteurs. Le groupe *ad hoc* de l'OIE sur les Tantg s'est efforcé, depuis sa création en 1983, de recommander des solutions efficaces à ces trois exigences, aussi bien lors de ses réunions annuelles à Paris, pendant les sessions générales de l'OIE, que lors de deux réunions spécialisées : le séminaire international d'Annecy en octobre 1992 et le symposium Rcpmi/OIE d'Obihiro, Japon en août 1998. Les recommandations de ces deux réunions internationales ont tenu compte des nombreux rapports présentés et des différents travaux entrepris dans les laboratoires en Europe, en Afrique et en Asie ainsi que sur le terrain. Ainsi, il a été estimé qu'après les multiples essais effectués sur plusieurs milliers de camélidés en Asie et en Afrique, le test d'agglutination sur carte (Catt) / *T. evansi* pouvait être recommandé pour dépister l'affection (décision de la 20^e réunion du Groupe, Paris, 19 mai 1999), le test au latex (LAT) devant encore subir des évaluations supplémentaires pour apprécier sa valeur en tant que méthode de diagnostic « au pied de l'animal ». Les trypanocides utilisables sont en nombre restreint : isoméamidium, quinapyramine, di-acéturate de diminazène, mélarsonne spécifique de *T. evansi* des camélidés. Il faut signaler par ailleurs : la sensibilité particulière des souches de *T. ninae-kohljakimovae* (variété de *T. evansi* du chameau bactrien d'Asie centrale déterminant le *su-auru*), résistantes à la suramine mais très sensibles à l'isoméamidium ; l'apparition rapide de résistances à la quinapyramine ; une meilleure tolérance des camélidés à une association de diminazène, d'antipyrine et de procaine (en cours de confirmation). La lutte contre les vecteurs reste limitée à l'emploi d'insecticides en vaporisation ou en *pour-on*. L'utilisation de pièges semble donner des résultats prometteurs.

1. Secrétaire général/Coordinateur, Groupe *ad hoc* de l'OIE sur les trypanosomes animales non transmises par les glossines (Tantg) (*Non tsetse-transmitted animal trypanosomoses: NTTAT*) ; 12, rue de Prony, 75017 Paris, France

Performances de croissance des chamelons élevés dans la zone pastorale nigérienne

X. Pacholek¹ R. Lancelot² M. Lesnoff³ S. Messad³

Mots-clés

Dromadaire - Jeune animal - Croissance - Mensuration corporelle - Poids - Productivité - Niger.

Résumé

De 1992 à 1996, un suivi zootechnique individuel a été réalisé sur les chamelons de moins d'un an élevés traditionnellement dans 20 troupeaux de la zone pastorale nigérienne. L'étude visait à établir une formule barymétrique simple d'estimation du poids des chamelons et à modéliser leur croissance pondérale en tenant compte d'éventuels facteurs de variation. Les données allométriques (poids vif, hauteur au garrot, périmètre thoracique) ont été analysées selon la méthodologie des modèles linéaires mixtes. Une formule barymétrique a été établie à partir de la mesure des périmètres thoraciques (PT) compris entre 0,7 et 1,5 m. Le sexe est apparu comme un facteur de variation significatif ($p < 0,01$) : à périmètre thoracique égal, les femelles sont nées plus lourdes, puis le phénomène s'est inversé à partir de $PT = 0,9$ m. Les poids vifs prédits ont varié entre $30,56 \pm 3,71$ et $174,02 \pm 3,01$ kg pour les mâles et $32,37 \pm 3,67$ et $168,80 \pm 2,90$ kg pour les femelles. Un modèle de croissance a été calculé pour les chamelons âgés de 15 à 180 jours. Aucun effet du sexe ou de la vermifugation de la mère dans les 500 jours précédant la mise bas (indicateur de l'état sanitaire et nutritionnel) n'a été mis en évidence. En revanche, les chamelons nés en saison des pluies et en début de saison sèche étaient 10 p. 100 plus lourds et croissaient 10 p. 100 plus vite que les chamelons nés en saison sèche chaude ($p < 0,01$). Les gains moyens quotidiens ont été faibles, respectivement 318 et 289 g/j en saisons favorable et défavorable, et caractéristiques des systèmes d'élevage extensifs.

■ INTRODUCTION

La première enquête d'envergure sur la productivité du cheptel camelin nigérien – estimé à 800 000 têtes en 1996 (7) – a été menée de 1981 à 1983 sur 1 293 troupeaux des départements de Maradi, Zinder et Diffa. Elle a dressé la typologie des élevages et a fourni de nombreuses informations sur la composition des troupeaux et leurs performances de reproduction et d'exploitation (9).

Cette enquête transversale a été complétée en 1992 par la mise en place pendant cinq ans d'un suivi longitudinal d'une trentaine de troupeaux de la zone pastorale du département de Zinder. Son objectif a été d'approfondir la connaissance des principaux facteurs de variation de la productivité des troupeaux, à partir d'un suivi individuel zootechnique et sanitaire. Cette méthodologie

d'étude de l'élevage camelin pastoral avait été mise au point et utilisée par le Cirad-emvt au Soudan de 1989 à 1993 (1).

Un volet particulier du programme de recherche s'est intéressé aux performances de production des jeunes chamelons qui constituent le « cœur sensible » du troupeau. Cet article a eu pour objectif de présenter les principaux résultats de ces investigations en matière de croissance des chamelons, c'est-à-dire :

- l'établissement d'une formule barymétrique d'estimation du poids à partir de mesures simples comme le périmètre thoracique et la hauteur au garrot ;
- la détermination d'un modèle de croissance pondérale globale et de ses facteurs de variation.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone de l'étude

Le suivi a concerné toute la zone pastorale du département de Zinder situé au centre du Niger (figure 1). La zone couvrait une superficie d'environ 30 000 km². Elle recevait de juillet à septembre 250 à 350 mm d'eau et bénéficiait d'une végétation dominée par

1. Projet de renforcement institutionnel et technique de la filière cameline, BP 510, Niamey, Niger
Tél./Fax : +227 73 36 07 ; E-mail : camelin@intnet.ne, xpacholek@aol.com

2. Isra/Inerv, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal
Tél. : +221 8 32 49 02 ; Fax : +221 821 18 79 ou 832 33 34

3. Cirad-emvt, Productions animales, Campus international de Baillarguet, TA 30/A, 34398 Montpellier Cedex 5, France
Tél. : +33 04 67 59 38 44 ; Fax : +33 04 67 59 38 25

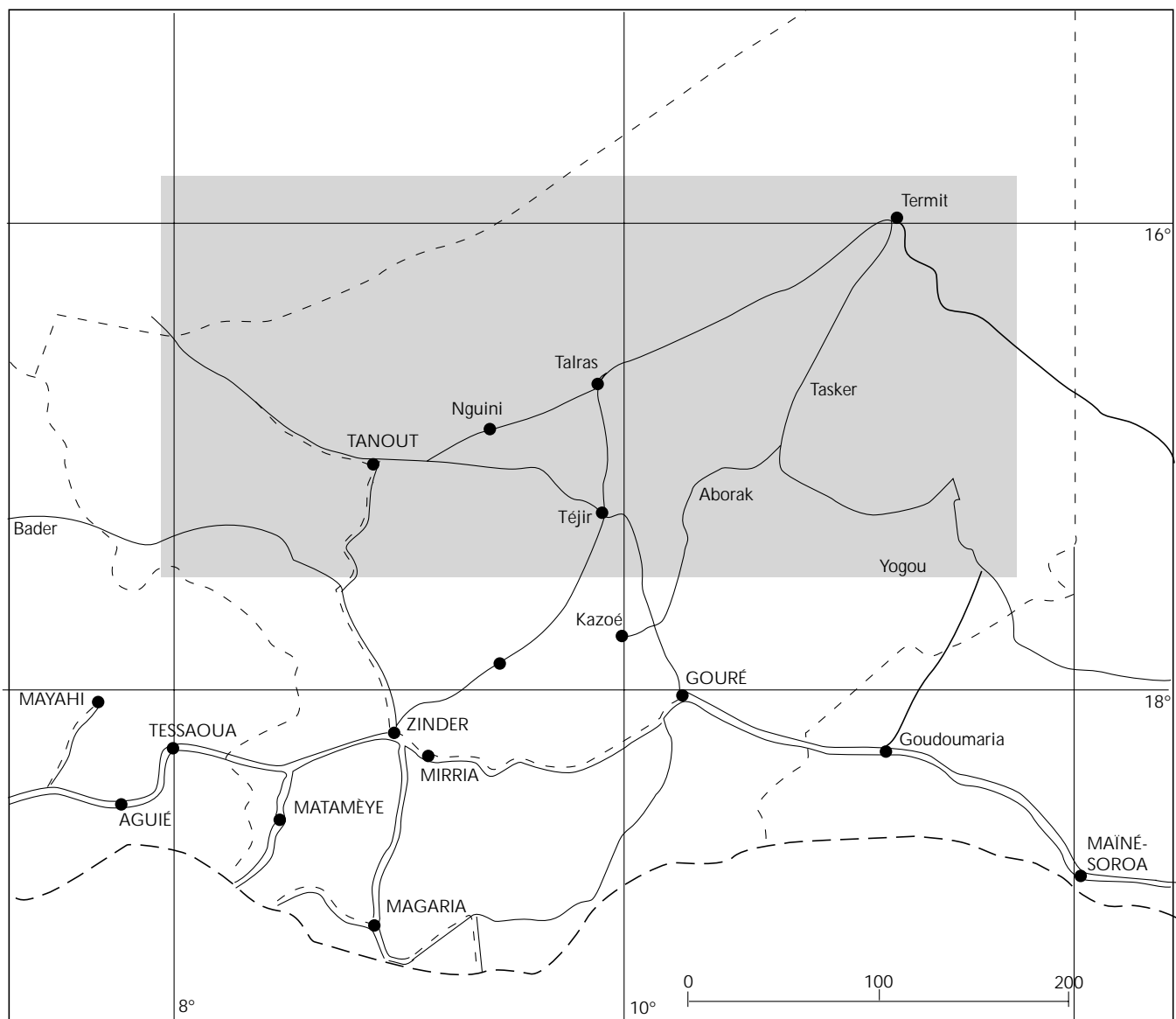


Figure 1 : localisation des troupeaux suivis.

Cenchrus biflorus et d'arbres tels que *Balanites aegyptiaca*, *Acacia radiana* et *Boscia senegalensis*. Dans cette zone, 85 p. 100 des éleveurs étaient Touaregs. Ils vivaient à l'est de Tasker et élevaient des dromadaires de race Azaouagh (robe claire) et Azarghaf (robe pie). A l'est, les éleveurs étaient d'ethnies Toubou et Arabes, et les dromadaires de race Manga. Globalement, les troupeaux se déplaçaient vers le nord en saison pluvieuse (migrations de moins de 100 km), puis redescendaient progressivement sur leur terroir d'attache situé généralement en bordure nord des zones de culture pluviale.

Echantillonnage des troupeaux

Un échantillon raisonné d'une trentaine de troupeaux de dromadaires représentatifs de la diversité des systèmes d'élevage de la zone (9) a été intégré au suivi. Au bout des cinq années d'études, il ne restait que 20 troupeaux régulièrement visités. Leurs caractéristiques principales figurent dans le tableau I. On pourra regretter l'absence au final des quelques troupeaux Arabes initialement retenus.

Suivi individuel de performances

Dans chaque troupeau, les dromadaires étaient identifiés individuellement et de façon pérenne à l'aide d'une marque au feu, d'une boucle auriculaire ou d'une puce électronique placée sous la peau du cou et lue à l'aide d'un transpondeur. Au total, 1 875 animaux ont été identifiés.

Seuls les chamelons nés pendant le suivi ont été identifiés lors des visites de troupeaux qui se sont déroulées de décembre 1992 à décembre 1996, à un rythme mensuel à bimestriel. Les informations recueillies à ces occasions étaient de nature démographique (date de naissance, date et nature de la sortie du troupeau, date et cause de la mort), sanitaire (symptômes de maladies, traitements) et zootechnique : les chamelons étaient contentonnés au bon vouloir de l'éleveur afin de mesurer leur hauteur au garrot (HG) et leur périmètre thoracique (PT) (figure 2), puis harnachés et pesés à l'aide d'un peson de 200 kg. Les données étaient relevées sur des fiches individuelles puis validées lors de la saisie informatique sur le logiciel Pikbeu (10) qui organisait également la base de données en vue de son analyse statistique ultérieure.

Tableau I
Caractéristiques des troupeaux suivis

N°	Ethnie	Localisation	Troupeau	Gardiennage
1	Touareg	Téjira	Unique	Propriétaire
2	Touareg	Téjira	Unique	Propriétaire
3	Touareg	Téjira	Unique	Propriétaire
4	Touareg	Téjira	Unique	Propriétaire
6	Toubou Aza	Bouloum	Unique	Propriétaire
8	Touareg	Tenhiya	Unique	Propriétaire
9	Touareg	Farak	Rassemblement	Propriétaire
13	Toubou Daza	Drouanga	Divisé	Délégué
14	Toubou Daza	Al Janari	Unique	Propriétaire
15	Toubou Daza	Al Janari	Unique	Propriétaire
18	Touareg	Belbeji	Unique	Propriétaire
19	Touareg	Belbeji	Divisé	Délégué
20	Touareg	Tende	Divisé	Délégué
21	Touareg	Belbeji	Unique	Propriétaire
24	Toubou	Bouloum	Unique	Propriétaire
25	Toubou Aza	Al Janari	Rassemblement	Délégué
26	Touareg	Jeptoji	Unique	Propriétaire
27	Touareg	Tenhiya	Unique	Propriétaire
28	Touareg	Tchintaborak	Unique	Propriétaire
29	Touareg	Tchintaborak	Unique	Propriétaire

La contrepartie pour l'éleveur consistait en un encadrement sanitaire gratuit des animaux suivis. Cependant, les traitements vétérinaires étaient dispensés au minimum afin d'interférer le moins possible avec le suivi sanitaire.

Performances de croissance

Critères d'inclusion

Tous les chamelons entièrement suivis entre l'âge de 0 à 1 an ont été inclus. Ces chamelons ne devaient jamais avoir été malades ou traités, le poids étant influencé par l'état de santé.

Méthodes d'ajustement

Les données allométriques ont été traitées selon la méthodologie des modèles linéaires mixtes (8) et mis en œuvre avec la bibliothèque Nlme (*non linear and linear mixed effects models*) du logiciel S-Plus (13). Les modèles mixtes permettaient de modéliser les sources de variabilité inhérentes aux données longitudinales : variabilité individuelle liée à la répétition des mesures pour un même animal (autocorrélation) en tenant compte, en outre, de la variabilité induite par une structure agrégative des unités statistiques telle que le troupeau. Ces différents niveaux de regroupements des mesures constituaient les facteurs aléatoires du modèle.

Le modèle était estimé avec la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (6) (Reml : *restricted maximum likelihood*) qui fournit des estimations non biaisées de ses termes. Le test F permettait de vérifier la signification des différents facteurs fixes et le test du rapport de vraisemblance (*likelihood ratio*) s'employait pour valider la partie aléatoire du modèle.

Les facteurs pressentis pour être testés et dont la présélection a été effectuée par les méthodes graphiques « Trellis » du logiciel

S-plus étaient le sexe, la race, le mois, la saison et l'année de naissance, les caractéristiques de l'éleveur (ethnie, localisation, propriété, gardiennage) et la vermifugation de la mère dans les 500 jours avant la mise bas (indicateur nutritionnel et sanitaire de l'état de la mère).

Après présélection graphique, les facteurs de variation retenus dans les modèles à tester étaient le sexe pour la barymétrie, le sexe, la saison de naissance (favorable de juillet à février ou défavorable de mars à juin) et la vermifugation ou non de la mère au cours des 500 jours précédant la mise bas pour la croissance pondérale.

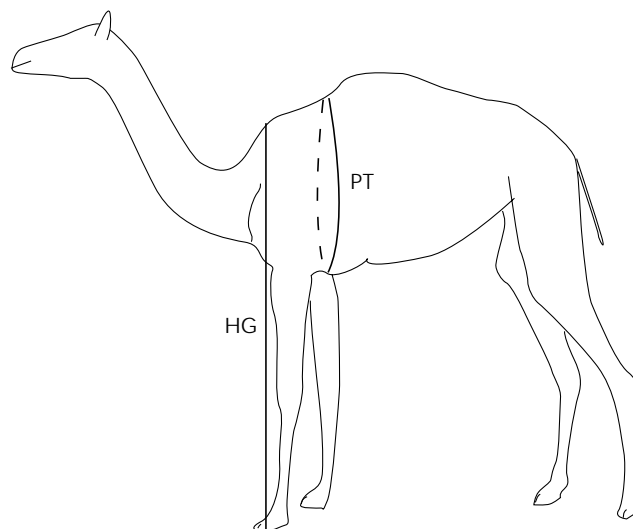


Figure 2 : hauteur au garrot et périmètre thoracique.

■ RESULTATS

Formule baryométrique

La relation allométrique linéaire ($r = 0,90$; $p < 0,05$) entre HG et PT a amené à ne retenir dans le modèle que la mensuration apportant le meilleur ajustement, soit le périmètre thoracique. D'autre part, les mesures du périmètre thoracique correspondant aux queues de distribution ($< 0,7$ m et $> 1,5$ m) n'ont pas été prises en compte à cause du faible nombre de mesures et de la variabilité importante du poids.

Les résultats du modèle calculés avec la méthode du maximum de vraisemblance restreinte figurent dans le tableau II. Ils révèlent une différence significative entre les mâles et les femelles ($p < 0,01$).

Le tableau III et les figures 3, 4 et 5 prédisent le poids moyen des dromadaires mâles et femelles en fonction de leur périmètre thoracique. L'intervalle de confiance indiqué est applicable pour l'estimation du poids à partir de la mesure du périmètre thoracique (inférence). Il ne s'agit pas d'un intervalle de fluctuation de la courbe moyenne.

Tableau II

Estimation du modèle mixte Poids vif-Périmètre thoracique par la méthode Reml

Paramètres	Valeur	Ecart-type	ddl1	ddl2	test F	p
Effets fixes						
Constante	94,25	0,43	1	1 305	65 031,13	< 0,0001
Périmètre thoracique	187,97	2,08	1	1 305	8 401,94	< 0,0001
Périmètre thoracique ²	111,33	8,78	1	1 305	158,25	< 0,0001
Sexe	-1,10	0,38	1	319	8,42	0,0040
Périmètre thoracique x Sexe	-4,40	1,95	1	1 305	5,07	0,0245
Effets aléatoires indépendants (niveau animal)						
σ (constante)	4,70					
σ (périmètre thoracique)	14,68					
σ (erreur résiduelle)	9,62					

$\sigma(a)$: écart-type du paramètre aléatoire a

ddl1 : nombre de degrés de liberté du numérateur

ddl2 : nombre de degrés de liberté du dénominateur

Tableau III

Poids moyens ajustés par le modèle selon le périmètre thoracique et le sexe

Périmètre thoracique	Poids moyen mâles	\pm kg* (95 %)	Poids moyen femelles	\pm kg* (95%)
0,7	30,56	3,71	32,37	3,67
0,75	35,34	3,08	36,71	3,04
0,80	40,68	2,56	41,62	2,51
0,85	46,58	2,13	47,08	2,07
0,90	53,04	1,80	53,09	1,74
0,95	60,05	1,56	59,67	1,50
1,00	67,63	1,38	66,80	1,33
1,05	75,76	1,27	74,49	1,23
1,10	84,44	1,19	82,74	1,16
1,15	93,69	1,14	91,54	1,12
1,20	103,49	1,13	100,91	1,11
1,25	113,85	1,18	110,83	1,16
1,30	124,77	1,32	121,31	1,29
1,35	136,25	1,58	132,34	1,52
1,40	148,28	1,95	143,94	1,87
1,45	160,87	2,43	156,09	2,33
1,50	174,02	3,01	168,80	2,90

* Fluctuation calculée pour chaque prédiction. Le calcul de l'intervalle de confiance n'est valable que pour les valeurs de périmètres thoraciques pris indépendamment les uns des autres

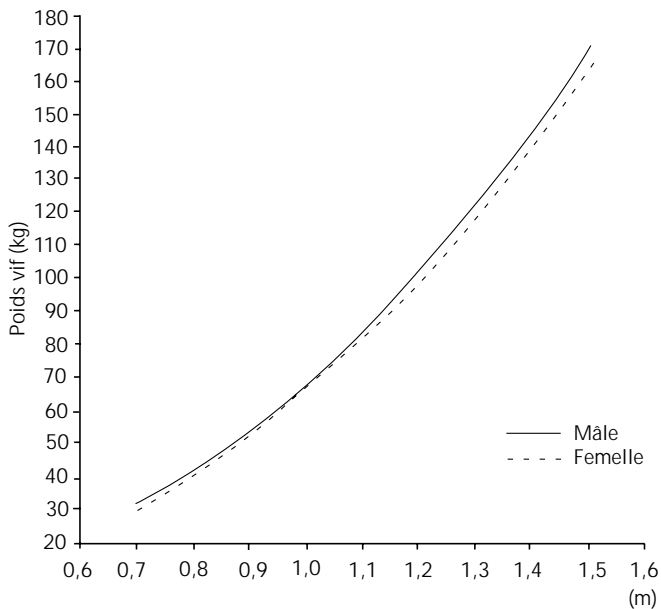


Figure 3 : courbes moyennes du poids des dromadaires mâles et femelles en fonction du périmètre thoracique.

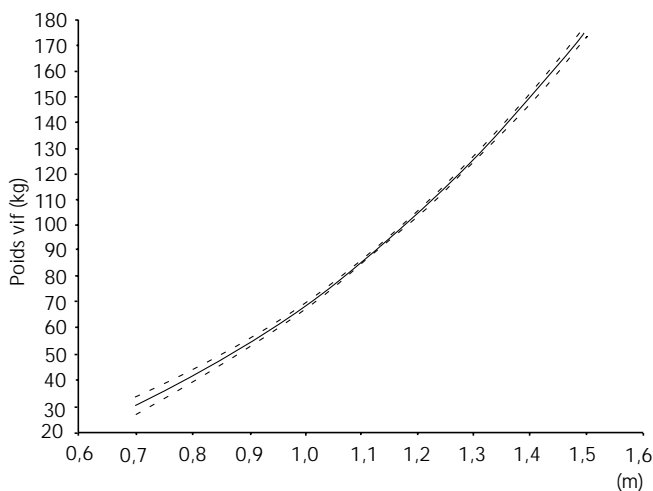


Figure 4 : courbe moyenne du poids et intervalle de confiance des dromadaires mâles en fonction du périmètre thoracique.

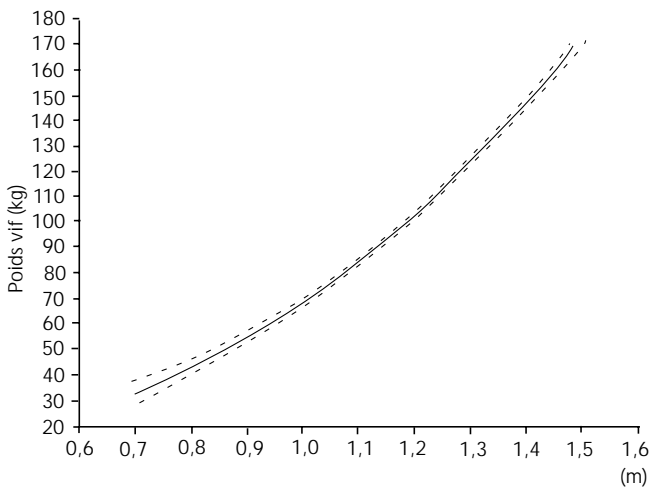


Figure 5 : courbe moyenne du poids et intervalle de confiance des dromadaires femelles en fonction du périmètre thoracique.

Le modèle sous-estime légèrement les poids des dromadaires à partir de 150 kg (non montré). Cela peut être causé par la faiblesse du nombre de pesées de plus de 150 kg. Ce poids correspondait à une limite expérimentale liée à l'appareil de mesure et surtout aux difficultés de contention des chamelons âgés de plus de six mois.

Croissance pondérale

Le rythme au minimum mensuel du recueil des données ayant introduit une erreur expérimentale sur la précision des dates de naissance des chamelons (mémoire imprécise des éleveurs), il n'a pas été possible de tenir compte des mesures prises sur les animaux de moins de 15 jours, période pendant laquelle la croissance est très rapide.

Le manque de pesées de plus de 150 kg a contraint à limiter la modélisation de la croissance pondérale aux six premiers mois d'âge. Cette contrainte ne s'était pas imposée dans la modélisation de la barymétrie car, pour des raisons physiologiques, la variabilité du poids selon les mensurations HG ou PT est beaucoup moins importante que celle de la croissance selon l'âge qui subit des effets de facteurs environnementaux et humains. D'autre part, pour pallier aux difficultés d'estimation des paramètres de ce modèle, seuls les chamelons qui fournissaient au moins trois observations de poids ont été inclus.

La description du plan d'observation de la modélisation de la croissance des chamelons de 15 à 180 jours est présentée dans le tableau IV. La variable poids a été transformée en log pour diminuer l'hétérogénéité de la variance. Les paramètres du modèle estimés avec la méthode du maximum de vraisemblance restreinte sont présentés dans le tableau V.

Ce modèle a permis le calcul des poids à âges types (tableau VI, figures 6 à 8) et des gains moyens quotidiens (tableau VII) utiles pour comparer les vitesses de croissance des chamelons.

Le modèle de croissance pondérale n'a pas révélé d'effet de la vermifugation de la mère dans les 500 jours précédant la mise bas.

DISCUSSION

Formules baryométriques

La hauteur au garrot étant fortement corrélée au périmètre thoracique ($r = 0,9$; $p < 0,05$) la formule baryométrique validée n'a tenu compte que d'une mensuration, le périmètre thoracique. Elle ramène le travail de prédiction du poids à la prise d'une seule mesure. Ce travail de simplification qui constitue l'objectif de la barymétrie permettra à l'avenir d'estimer facilement le poids des chamelons de moins de 175 kg (moins de 1,5 an environ) en évitant les problèmes de contention ou de limite d'appareillage de mesure comme ce fut le cas dans cette étude.

Le sexe est apparu comme un facteur de variation significatif ($p < 0,01$) du modèle retenu. L'observation des courbes de prédiction du poids des mâles et des femelles a montré un croisement pour 0,90 m de périmètre thoracique (tableau III) correspondant à environ 15 jours d'âge (tableau VI). Cela démontre une croissance allométrique liée au sexe du chamelon : à périmètre thoracique égal, les femelles ont été légèrement plus lourdes que les mâles avant l'âge de 15 jours (jusqu'à 6 p. 100 pour PT = 0,7 m), puis le phénomène s'est inversé (jusqu'à 3 p. 100 pour PT = 1,5). La constatation, à cage thoracique de même format, de femelles plus lourdes que les mâles avant l'âge de 15 jours est à rapprocher des études citées par Wilson (15) rapportant un poids plus élevé des femelles à la naissance.

Tableau IV

Plan d'observation de la modélisation de la croissance des dromadaires de 15 à 180 jours

		Nb. de mesures	Nb. d'animaux
Pas de vermifugation			
Mâle	Saison favorable	117	29
	Saison défavorable	50	14
Femelle	Saison favorable	101	24
	Saison défavorable	78	21
Vermifugation			
Mâle	Saison favorable	74	18
	Saison défavorable	12	3
Femelle	Saison favorable	76	18
	Saison défavorable	24	6
Total		532	133

Tableau V

Estimation des paramètres du modèle mixte log(Poids vif)-Age par la méthode Reml

Paramètres	Valeur	Ecart-type	ddl1	ddl2	Test F	p
Effets fixes						
Constante	4,383	0,024	1	396	36 373,95	< 0,0001
Age	0,130	0,003	1	396	1 121,36	< 0,0001
Age ²	-0,016	0,001	1	396	133,04	< 0,0001
Sexe	-0,013	0,012	1	110	2,61	0,1091
Saison	-0,044	0,013	1	110	11,24	0,0011
Vermifugation	0,006	0,013	1	110	0,36	0,5517
Age x Vermifugation	0,004	0,002	1	396	2,79	0,0958
Effets aléatoires corrélés						
Niveau animal						
σ (constante)	0,129					
σ (âge)	0,019					
σ (constante, âge)	-0,106					
Niveau éleveur						
σ (constante)	0,081					
σ (âge)	0,011					
σ (constante, âge)	-0,613					
σ (erreur résiduelle)	0,063					

 $\sigma(a)$: écart-type du paramètre aléatoire a $\sigma(a,b)$: covariance paramètres aléatoires a et b

ddl1 : nombre de degrés de liberté du numérateur

ddl2 : nombre de degrés de liberté du dénominateur

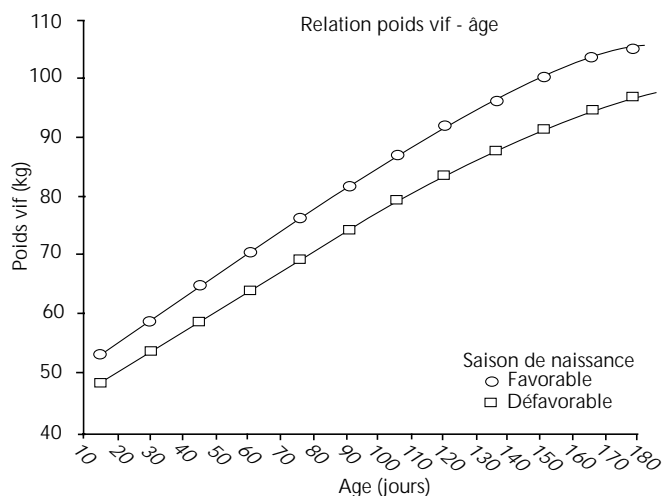


Figure 6 : courbe moyenne de croissance des dromadaires de 15 à 180 jours selon la saison de naissance.

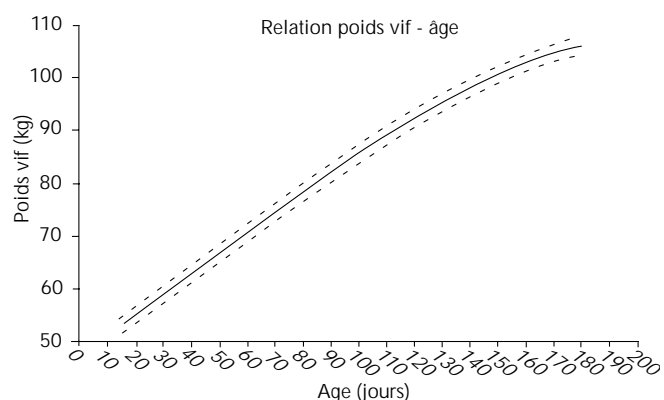


Figure 7 : courbe moyenne de croissance des dromadaires de 15 à 180 jours en saison de naissance favorable et intervalle de fluctuation à 95 p. 100.

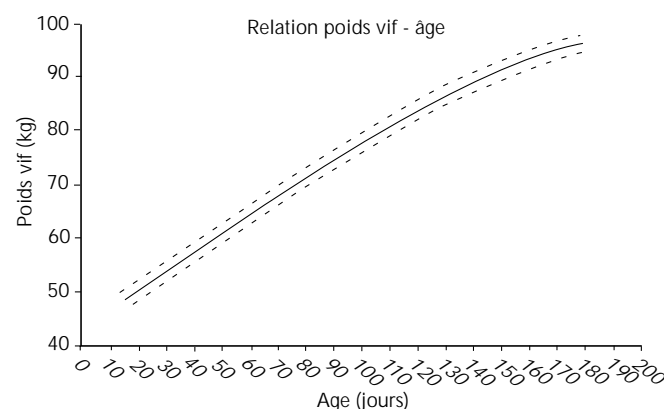


Figure 8 : courbe moyenne de croissance des dromadaires de 15 à 180 jours en saison de naissance défavorable et intervalle de fluctuation à 95 p. 100.

Tableau VI

Poids moyens des dromadaires de 15 à 180 jours selon l'âge et la saison de naissance

Age (jours)	Saison favorable		Saison défavorable	
	Poids moyen (kg)	± kg (95%)	Poids moyen (kg)	± kg (95%)
15	53,36	1,730	48,52	1,845
30	59,09	1,713	53,73	1,833
45	64,91	1,709	59,03	1,832
60	70,74	1,715	64,33	1,837
75	76,55	1,725	69,62	1,846
90	82,11	1,738	74,66	1,856
105	87,36	1,752	79,44	1,868
120	92,20	1,766	83,85	1,881
135	96,64	1,783	87,88	1,895
150	100,38	1,804	91,29	1,913
165	103,44	1,831	94,07	1,936
180	105,85	1,867	96,25	1,967

Tableau VII

Gain moyen quotidien (Gmq) des dromadaires selon la saison de naissance

Périodes (jours)	Gmq (g/jour)		Différence (g/jour)
	Saison favorable	Saison défavorable	
15-30	382	347	35
30-60	388	353	35
60-90	379	344	35
90-120	337	306	31
120-180	227	207	20
15-180	318	289	29

Performances de croissance des jeunes

Selon les auteurs, le sexe des chameleons peut influencer (2) ou ne pas influencer (5) la croissance des chameleons. L'étude menée n'a pas révélé d'effet du sexe sur la croissance des chameleons de 15 à 180 jours.

En revanche, la croissance des chameleons âgés de 15 à 180 jours a été influencée par la saison de naissance ($p < 0,01$) : ceux des chameleons qui sont nés en saison des pluies et en saison sèche froide ont été, au même âge, 10 p. 100 plus lourds que ceux qui sont nés pendant la saison sèche chaude (ces derniers ont représenté respectivement 20 et 5 p. 100 du total annuel de naissances des troupeaux Touareg et Toubou ; figure 9). Des études se sont déjà intéressées à l'effet de la saison sèche sur la vitesse de croissance et, selon le cas, cet effet a été mis (4) ou non (5) en évidence. Il est intéressant de noter que, dans cette étude, la saison sèche a été partagée en deux, la saison sèche froide s'étant révélée favorable à

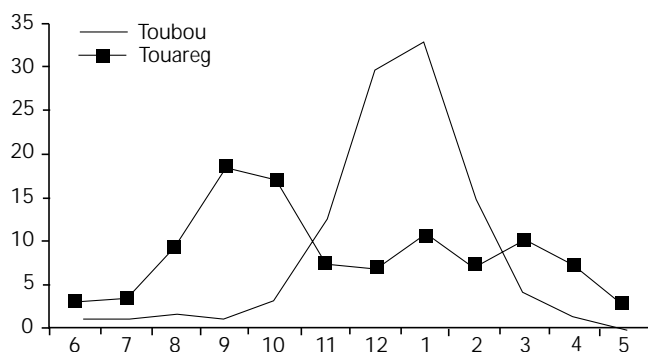


Figure 9 : distribution mensuelle des naissances en fonction de l'ethnie de l'éleveur.

la croissance des jeunes au même titre que la saison des pluies. Il est probable que pendant cette période les conditions alimentaires ont été satisfaisantes pour la production laitière de la chamelle ; ce n'est qu'à partir de mars que la diminution des quantités de fourrages disponibles, alliée à leur dessèchement rapide induit par la hausse des températures, a privé les chamelles de nutriments favorables à une bonne production laitière.

Le poids des chamelons a doublé entre les âges de 15 et 180 jours passant respectivement en saisons favorable et défavorable de $53,36 \pm 1,73$ kg à $105,8 \pm 1,87$ kg et de $48,52 \pm 1,84$ kg à $96,25 \pm 1,97$ kg (tableau VI). Le gain moyen quotidien durant cette période a varié de 318 g/j en saison favorable à 289 g/j en saison défavorable (tableau VII). Ces vitesses de croissance relativement faibles s'accordent avec celles qui sont rencontrées dans d'autres systèmes d'élevage traditionnels africains (4, 11). Elles s'expliquent principalement par la compétition existant entre l'homme et le chamelon pour la consommation du lait de la chamelle (4). Dans la zone d'étude, la quantité moyenne traitée a été estimée sur 12 chamelles à 2,3 l de lait par jour au cours des premiers mois de la naissance, ce qui correspond à environ 50 p. 100 de la production totale admise pour la chamelle au Niger (14). L'importance de cette concurrence ne laisse pas la possibilité aux chamelons d'exprimer tout leur potentiel génétique comme cela peut être le cas en élevage intensif (3).

Le gain moyen quotidien (gmq) a été stable entre 15 et 90 jours (383 g/j pour les chamelons nés en saison favorable et 348 g/j pour ceux nés en saison sèche chaude), puis a diminué progressivement pour atteindre respectivement dans les deux groupes 227 et 207 g/j entre 120 et 180 jours (tableau VII). Le bénéfice de l'effet de la saison sur les gmq (+ 10 p. 100) a été constant chez les chamelons âgés de 15 et 180 jours.

Le statut nutritionnel et sanitaire de la mère peut influencer le poids et la santé du chamelon (12). La vermifugation de la mère dans les 500 jours précédant la mise bas était utilisée dans cette étude comme un indicateur d'un bon encadrement sanitaire et nutritionnel de la mère pendant la préparation à la saillie et pendant la gestation. Ce facteur était d'un intérêt majeur, la saison et le sexe étant des cofacteurs de variation dont il fallait tenir compte pour évaluer l'impact de la vermifugation de la mère sur la croissance du chamelon. Les tests effectués n'ont pas mis en évidence d'effet de cette vermifugation des mères au cours des 500 jours avant la mise bas. L'étude de ce facteur de vermifugation mérite d'être approfondie, en réduisant sans doute la période de 500 jours d'influence de la vermifugation.

■ CONCLUSION

Le poids des chamelons a été estimé à l'aide d'une formule barymétrique basée sur des mesures de périmètre thoracique comprises entre 0,7 et 1,5 m. Cette étude a mis en évidence une croissance allométrique liée au sexe du chamelon.

Des difficultés expérimentales liées aux instruments de mesure et à la contention des animaux n'ont permis de modéliser la croissance des chamelons qu'entre les âges de 15 et 180 jours. Les formules barymétriques permettront de lever ces contraintes pour des chamelons de moins de 175 kg (âgés de moins de 18 mois).

La saison de naissance a influencé significativement la croissance entre 15 et 180 jours : les chamelons nés en saison des pluies et en saison sèche froide ont été en moyenne 10 p. 100 plus lourds et ont grandi 10 p. 100 plus vite que ceux nés en saison sèche chaude. Les vitesses de croissance faibles (respectivement 318 et 289 g/j en saisons favorable et défavorable) étaient caractéristiques des systèmes d'élevage extensifs où l'homme et le chamelon se partagent la production laitière de la mère.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABBAS B., LE HORGNE J.M., SAINT-MARTIN G., 1992. Association of a short term inquiry and a continuous survey in order to study the camel farming systems in Eastern Sudan. In: 2nd International Symposium on the Study of Livestock Farming Systems in Research and Development Framework, 11-12 September 1992, Saragossa, Spain, 5 p.
2. BURGEMEISTER R., 1975. Elevage de chameaux en Afrique du Nord. Eschborn, Germany, Gtz, 86 p.
3. DEGEN A.A., ELIAS E., KAM M., 1987. A preliminary report on the energy intake and growth rate of early weaned camel (*Camelus dromedarius*) calves. *Anim. Prod.*, **45**: 301-306.
4. FIELD C.R., 1979. Camel growth and milk production in Marsabit district, Northern Kenya, provisional report no. 6. In: IFS Camels, IFS, Stockholm, Sweden, p. 215-240.

5. HULSEBUSCH C., 1999. Immunoglobulin G status of camels during 6 months post natum. Stuttgart, Germany, Magraf Verlag/University of Hohenheim, 148 p. (Hohenheim Tropical Agricultural Series)

6. LAIRD N.M., WARE J.H., 1982. Random-effects models for longitudinal data. *Biometrics*, **38**: 963-974.

7. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE, 1997. Filières agropastorales, filières d'élevage. In : Secteur rural du Niger, PASA, Niamey, Niger, p. 73-96.

8. PINHEIRO J.C., BATES D.M., 2000. Mixed effects models in S and Splus. Berlin, Germany, Springer, 552 p.

9. PLANCHENAULT D., 1984. Production cameline - Résultats zootechniques. Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Maisons-Alfort, France, Gerdat-lemvt, 213 p.

10. PLANCHENAU D., SAHUT C., 1989. Pikbeu : manuel d'utilisation. Maisons-Alfort, France, Lemvt, 85 p.
11. RICHARD D., HOSTE C., PEYRE DE FABREGUES B., 1984. Les paramètres de production. In : Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, France, Cirad-lemvt, p. 77-104. (Etudes et synthèses)
12. SIMPKIN S.P., 1985. The effects of disease as constraints to camel production in Northern Kenya. In: Camel diseases and productivity in the arid lands of Northern Kenya. Nairobi, Kenya, United Nations Educational, Social and Cultural Organization, p. 77-160. (IPAL Technical Report No. E-7)

13. S-PLUS, 1998. Data analysis products division. Seattle, WA, USA, Mathsoft.
14. STEINMETZ P., 1995. Le lait de chamelle enfin apprivoisé. In : Rapport d'activités, projet camelin, phase 1, annexe n° 5. Montpellier, France, Cirad-emvt/Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage, Niger, 150 p.
15. WILSON R.T., 1992. Factors affecting weight and growth in one-humped camels. Proc. 1st. International Camel Conference, Dubai, United Arab Emirates, 2-6 February 1992. Newmarket, Suffolk, UK, R&W Publishers, p. 309-312.

Summary

Pacholek X., Lancelot R., Lesnoff M., Messad S. Growth performance of camel calves raised in the pastoral zone of Niger

From 1992 to 1996, camel calves under one year of age from 20 herds and traditionally raised in the pastoral zone of Niger were individually monitored for zootechnical data. The study aimed at establishing a simple barymetric formula to estimate the weight of camel calves and modeling weight gain taking into account some variation factors. Allometric data (live weight, height at withers, chest girth) were analyzed by the linear mixed model method. A barymetric formula was established from the measure of chest girth (CG) comprised between 0.7 and 1.5 m. Sex appeared as a significant factor of variation ($P < 0.01$): with the same CG, females were heavier than males at birth, then from $CG = 0.9$ m it was reversed. Predicted live weights varied between 30.56 ± 3.71 and 174.02 ± 3.01 kg in males and 32.37 ± 3.67 to 168.80 ± 2.90 kg in females. A growth model was calculated for camel calves aged 5 to 180 days. No sex effect or vermifugation effect of the mother in the 500 days before parturition (sign of nutrition and health states) were found. On the other hand, camel calves born during the rainy season or at the beginning of the dry season were 10% heavier and grew 10% faster than those born during the hot dry season ($P < 0.01$). Average daily gains were low with 318 and 289 g/d in the favorable and unfavorable seasons, respectively, typical of extensive farming systems.

Key words: Dromedary - Young animal - Growth - Body measurement - Weight - Productivity - Niger.

Resumen

Pacholek X., Lancelot R., Lesnoff M., Messad S. Rendimientos de crecimiento de los camellos jóvenes criados en la zona pastoril nigeriana

De 1992 a 1996 se llevó a cabo un seguimiento zootécnico individual sobre los camellos jóvenes, de menos de un año, criados tradicionalmente en 20 hatos en la zona pastoril nigeriana. El estudio pretendía establecer una fórmula barimétrica simple para la estimación del peso de los camellos, así como realizar modelos del crecimiento ponderal, teniendo en cuenta eventuales factores de variación. Los datos alométricos (peso vivo, altura a la cruz, perímetro torácico), fueron analizados según la metodología de los modelos lineares mixtos. Una fórmula barimétrica se estableció a partir de la medida de los perímetros torácicos (PT), comprendidos entre 0,7 y 1,5 m. El sexo se presentó como un factor de variación significativo ($p < 0,01$): a perímetro torácico igual, las hembras nacen más pesadas, este fenómeno se invierte luego, a partir de $PT = 0,9$ m. Los pesos vivos predichos variaron entre $30,56 \pm 3,71$ y $174,02 \pm 3,01$ kg para los machos y $32,37 \pm 3,67$ y $168,80 \pm 2,90$ kg para las hembras. Se calculó un modelo de crecimiento para los camellos con edades entre 15 y 180 días. No se demostró ningún efecto del sexo o de la desparasitación de la madre en los 500 días precedentes al parto (indicador del estado sanitario y nutricional). Sin embargo, los camellos nacidos durante la estación de lluvias y al inicio de la estación seca fueron 10% más pesados y crecieron 10% más rápido que los camellos nacidos durante la estación cálida ($p < 0,01$). Las ganancias de peso cotidianas fueron bajas: 318 y 289 g/día respectivamente durante las estaciones favorables y desfavorables, características de los sistemas de crianza intensivos.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Crecimiento - Medición del cuerpo - Peso - Productividad - Niger.

Comparative growth performance of camel calves kept under station and farmers' conditions

A. Iqbal¹ R.A. Gill¹ B.B. Khan¹
M. Younas¹ A.W. Jasra²

Key words

Camel - Young animal - Livestock management - Weight gain - Pakistan.

Summary

A six-month study was undertaken on 14 camel calves aged 7 days to observe their growth performance. Five calves belonged to the Barani Production Research Institute (BLPRI), Pakistan, while the farmers living near BLPRI owned the rest. The monthly growth rate of Institute calves was determined by actual weighing and estimated by a standard formula based on body measurements. On the farmers' premises, the growth rate of calves was estimated by using the formula method only. Institute calves on average attained a net weight gain of 135.45 ± 6.35 kg, while farmers' calves gained 149.20 ± 3.06 kg. In general, the daily growth rate of camel calves was 0.79 kg. Most probably, the somewhat better gain by farmers' calves could be due to personal attention given to them by their owners. The present study findings are indicative of the great potential camel calves represent, which can be further exploited under optimum feeding and management conditions to alleviate animal protein deficiency prevailing in overpopulated and underdeveloped countries like Pakistan.

INTRODUCTION

Several studies conducted under various conditions have indicated the potential of rapid growth rate during the early months of camel life (2, 3, 6). Efficient daily weight gain in the young animal is governed by the individual's genetic make up, but needs to be developed by adequate feeding and proper management. The present study was planned to compare the efficiency of body weight gains in camel calves raised by private owners with those raised under the management of Barani Livestock Production Research Institute (BLPRI), Kherimurat, District Attock, Punjab, Pakistan.

MATERIALS AND METHODS

Fourteen camel calves aged 7 days at the beginning of the experiment were used for six months to study their growth rate. Private farmers owned nine of them and the remaining five belonged to BLPRI. At BLPRI calf weight was determined monthly (in the first week of each month) using a weighbridge. Body weight of calves was also estimated from body measurements according to a formula given in May and Baker's guide as cited by Pirzada *et al.* (7).

Body weight (kg) = SH x GS x GH x 50
where SH is the shoulder height (m)
GS is the girth of the shoulder (m)
GH is the girth around the hump (m)

The weight of farmers' calves was determined only from body measurements. All calves sucked milk from their respective dams *ad libitum*. They started nibbling almost at four weeks of age.

1. Department of Livestock Management, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

2. Pakistan Agricultural Research Council, Islamabad, Pakistan

Vegetation for browsing/grazing mainly comprised Pholai (*Acacia modesta*), Kandair (*Alhaji camelorum*) and Kao (*Olea ferruginea*). The calves were kept on milk plus available browsing during the day with their herd mates. Common salt bricks were provided *ad libitum*. Water was also provided *ad libitum* once a day.

■ RESULTS AND DISCUSSION

The daily growth rates of camel calves at the Institute and on farmers' premises were 0.75 and 0.82 kg, respectively. In general, the average monthly growth rate of experimental calves was 23.62 kg with a range from 21.60 to 25.90 kg, while the same calculated on a daily basis varied from 0.72 to 0.86 kg during different months with an average of 0.79 kg (table I).

No consistent growth pattern appeared in Institute calves or in farmers'. A significant decline in the growth rate during the second month could be attributed to increased feed requirements coupled with restricted milk feeding. A downward trend in the growth rate was reversed during the third month in Institute calves, whereas a further decline was observed in farmers' calves. A visible recovery in the growth rate was noticed in calves of both categories during the fourth month of the study. It was, of course, more pronounced in Institute calves than in farmers'. The enhanced growth rate during the fourth month seemed to be due to the abundant supply of lush vegetation used by calves.

The fifth and sixth months of the study were very warm, and, therefore, not favorable to an efficient growth rate. Instead, a gradual decline took place during both months. High summer temperatures during these months not only adversely affected the milk yield of dams but also resulted in a reduced feed intake by calves with, ultimately, a lowered growth rate.

In the case of Institute calves, the growth rate recorded monthly by direct weighing and that obtained from body measurements were close. The overall monthly gains in Institute and farmers' calves were 22.37 and 24.87 kg, respectively (table I). The most probable reason for a somewhat better gain by farmers' calves could be the personal attention given to them by their owners. The birth weight of camel calves doubled in their second month of life. This finding matches that of Ismail (6), who reported that birth weight of Saudi camel calves (both male and female) doubled in 64 days. Chapman (1) reported that on average birth weight of Bactrian calves doubled at the age of 2.5 months. On average, Institute calves attained a net weight gain of 135.45 ± 6.35 kg, while farmers' calves gained 149.20 ± 3.06 kg during the six-month study period. Degen *et al.* (2) reported that the calves averaged 155 kg at 180 days and the average daily gain to that age was 0.68 kg. El-Badawi (4) also reported similar results (150 to 175 kg live weight at six months of age).

■ CONCLUSION

The present study findings are indicative of the great potential possessed by camel calves which can further be exploited under optimum feeding and management conditions to alleviate animal protein deficiency prevailing in overpopulated and underdeveloped countries like Pakistan.

Acknowledgments

The authors are grateful to ACSAD (Syria) for financial assistance and the Directorate of Barani Livestock Production Research Institute (BLPRI), Kherimurat (Punjab-Pakistan), for providing other experimental facilities including the camel calves.

Table I

Comparative growth rate of camel calves raised at the Institute and on farmers' premises

Months	Station (kg/month)	Farmer (kg/month)	Gain (kg/day)	Overall (kg/month)
1	20.25 \pm 1.91 (20.04 \pm 1.75)	28.18 \pm 1.546	0.80	24.21
2	18.85 \pm 2.60 (21.9 \pm 0.73)	24.29 \pm 0.94	0.72	21.6
3	21.9 \pm 0.73 (23.78 \pm 1.16)	23.09 \pm 1.17	0.75	22.5
4	26.04 \pm 1.15 (22.23 \pm 1.63)	25.77 \pm 0.55	0.86	25.90
5	24.7 \pm 2.23 (25.05 \pm 1.89)	24.76 \pm 1.11	0.82	24.73
6	22.45 \pm 0.78 (20.82 \pm 1.89)	23.11 \pm 0.99	0.76	22.78
Overall	22.37 (22.30)	24.87 \pm 0.49	0.79	23.62

* Figures in parentheses are the actual weights of calves

REFERENCES

1. CHAPMAN M.J., 1985. Bactrian camels. *World Anim. Rev.*, **55**: 14-19.
2. DEGEN A.A., ELIAS E., KAM M., 1987. A preliminary report on the energy intake and growth rate of early weaned camel (*Camelus dromedarius*) calves. *Anim. Prod.*, **45**: 301-306.
3. DONG, WEI, 1979. Chinese camels and their productivities. In: Proc. of Workshop on Camels, Khartoum, Sudan, 18-20 December 1978, vol. 55.
4. EL-BADAWI A.Y., 1996. The possibilities of using camels in new reclaimed lands. In: Proc. First Meeting of the National Committee for Camel Research in the Arab Republic of Egypt, Cairo, Egypt, 16 November 1995.
5. FIELD C.R., 1979. Ecology and management of camels, sheep and goats in Northern Kenya. Nairobi, Kenya, UNESCO.
6. ISMAIL M.D., 1996. The dromedary camel as multipurpose animal. In: Int. Workshop on Sustainable Use of Rangelands and Desertification Control, Jeddah, Saudi Arabia, 3-6 November, 1995, p. 1-14.
7. PIRZADA W.H., KHAN R.N., GHAFAR A., 1989. Camel. An animal resource of Islamic world. *J. Sci. Tech. Islamic World*, **7**: 67-80.

Résumé

Iqbal A., Gill R.A., Khan B.B., Younas M., Jasra A.W. Comparaison des performances de croissance du chamelon en station de recherche et en élevage traditionnel

Une étude de six mois a été effectuée pour observer les performances de croissance de 14 chamelons dès leur 7^e jour. Cinq chamelons appartenaient à l'Institut de recherches de Barani (Blpri), Pakistan, tandis que les autres appartenaient à des éleveurs habitant aux alentours du Blpri. Le taux de croissance mensuel des chamelons de la station a été déterminé par pesée et estimé par une formule standard basée sur des mesures baryométriques. Chez les éleveurs, le taux de croissance a été estimé à partir des seules mesures baryométriques. Le gain de poids a été en moyenne de 135,45 ± 6,35 kg en station et a atteint 149,20 ± 3,06 kg en élevage traditionnel. En général, le gain de poids quotidien des chamelons a été de 0,79 kg. Les meilleures performances chez les éleveurs étaient probablement liées à l'attention particulière donnée à chacun d'eux. Ces résultats indiquent le potentiel important des chamelons qui peut être ultérieurement exploité dans des conditions optimales d'alimentation et de gestion pour éviter les déficits protéiques prévalents dans les pays sous-développés et surpeuplés tels que le Pakistan.

Mots-clés : Chameau - Jeune animal - Conduite d'élevage - Gain de poids - Pakistan.

Resumen

Iqbal A., Gill R.A., Khan B.B., Younas M., Jasra A.W. Rendimiento comparativo en el crecimiento de camellos jóvenes mantenidos bajo condiciones de estación y de finca

Durante 6 meses se llevó a cabo un estudio con 14 camellos de 7 días de edad, esto con el fin de observar el rendimiento en el crecimiento. Cinco de los animales pertenecían al Instituto de Investigación de Producción de Barani (BLPRI), Pakistán, mientras que los otros pertenecían a fincas vecinas del BLPRI. La tasa de crecimiento mensual de los animales del Instituto se determinó mediante peso actual y se estimó mediante una fórmula estándar basada en medidas corporales. En las fincas, la tasa de crecimiento de los animales de los finqueros fue estimada únicamente mediante el método de la fórmula. Los animales del Instituto alcanzaron, en promedio una ganancia de peso neto de 135,45 ± 6,35 kg, mientras que los animales de los finqueros ganaron 149,20 ± 3,06 kg. En general, la tasa de crecimiento diaria de los camellos jóvenes fue de 0,79 kg. Probablemente, la ganancia mejorada en los animales de los finqueros pueda deberse a la atención personal dada a los animales por sus dueños. Los hallazgos del presente estudio indican el gran potencial que poseen los camellos jóvenes, el cual puede ser explotado aun más bajo condiciones de alimentación y de manejo óptimos, para aliviar la deficiencia en proteína animal prevalente en países sobre poblados y subdesarrollados, como Pakistán.

Palabras clave: Camello - Animal joven - Manejo del ganado - Ganancia de peso - Pakistan.

Postnatal growth and development pattern of camel calves

X.X. Zhao¹ H.W. Xue¹ Q.C. Nie¹ Y.K. Zhang¹

Key words

Camelus bactrianus - Young animal - Growth - Biological development - China.

Summary

Thirty-two Bactrian camel calves kept under traditional management conditions were used to study postnatal growth and development patterns. Thirteen linear body measurements were taken at the intervals of 30 days after birth up to day 420. The mean growth rates for height, heart girth, length, cannon circumference, chest depth, chest width, croup height, croup width, croup length, leg length, head length, head width and neck length were measured. The results showed that to a large extent the different body dimensions maintained a uniform pattern of maturity and their ranking for earliness of maturity tended to remain constant throughout the observation period. The fast growth rates occurred when the calf had access to an adequate maternal milk supply. The live weight growth pattern followed that of most mammalian species. However, fast growth occurred during the first seven months after birth and the daily weight gain was at its highest at the third month with an average of 0.782 ± 0.349 kg. A negative weight gain was observed between the 10th and 11th months with an average of -0.1677 ± 0.19 for the males and of -0.006 ± 0.24 kg when it was the breeding season for the dam and milk production decreased. The mean daily weight gain during the observation was 0.3846 ± 0.2895 kgd⁻¹. The maturity degree with regard to body weight and age was deduced from standardized growth curves.

■ INTRODUCTION

The camel role in the modern world is changing as pastoral societies evolve or decline and the traditional use of the camel primarily as a transport animal is decreasing. However, there is a growing awareness of the food shortage facing the world. In the economic order of the world food strategy is now receiving the highest priority. It calls for consideration all means of production with cost minimization (9, 13, 14, 21). With the increasing use of Bactrian camels as meat suppliers, the growth physiology is becoming more attractive to many animal scientists.

Growth is determined by sex and genetic potential and mainly affected by nutrition and health status of the animals. An accurate estimation of growth is complicated by various natural processes or production and reproduction. The growth rate varies according to the availability of food and may be altered seasonally; especially in the camel outdoor feeding is a popular husbandry

regime. Body weight is the most comprehensive measure of growth, but it is subject to short-term changes, in particular during pregnancy and lactation. Linear body measurements tend to be affected to a lesser extent by these factors and allow comparison of growth in different parts of the body.

Data of growth in dromedary camels has been reported extensively by many researchers (1, 4, 8, 10), but little data is available for the Bactrian camel. It is the purpose of this paper to present the basic data of linear body measurements and liveweight and investigate the postnatal development and growth pattern of Bactrian camel calves.

■ MATERIALS AND METHODS

Experimental animals

Thirty-two camel calves, 16 females and 16 males from artificially inseminated dams were used for body dimension and body weight measurements. Dams and calves were supplemented with grass hay in the winter and allowed free access to pasture throughout the year, with water available *ad libitum*.

1. Department of Veterinary Medicine, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China

Body measurements and body weight

Height, heart girth, length, cannon circumferences, chest depth, chest width, croup height, croup width, croup length, leg length, head length, head width and neck length were recorded as previously reported (20). The newborn calves were weighed when dry and within twelve hours after birth in a suspended scale, then on a platform scale at intervals of 30 days until day 420. All data collected from individuals were pooled and presented as means plus or minus the standard error (\pm SE) for sexes against the days after birth.

Growth was described by monthly (30 days) body weight (W), average daily weight gain (ADWG) and weight per day of age (WPD, calculated as the actual weight divided by the days of life). Rough growth data were plotted. Linear regression equations were calculated for W, ADWG, WPD and body measurements on age.

The degrees of maturity (μ) for body height, heart girth and cannon bone circumference were calculated by dividing monthly values by values of mature animals. Maturity started at the point in time when the growth curve leveled off. The mature weight (A) was assumed as 600 kg and $A^{0.27}$ as 5.6247 accordingly. Body height, length, heart girth and cannon bone circumference at maturity were 168, 147, 202, 19.2 and 164, 144, 197, 17.5 cm for males and females, respectively (20).

μ , $\log \mu$, $W^{0.27}$, $\mu^{0.27}$ and log transformations were calculated according to Taylor (16, 18). The resulting values were plotted against age.

RESULTS

Changes in body measurements with age in male and female calves are plotted in figures 1 to 6. Regression equations of body weight changes and linear measurements on age are shown in table I. The degrees of maturity of body height, length, heart girth and cannon bone circumference are given in table II. Changes in body weight with age in male and female calves are plotted in figure 7. Pooled values and values by sex of calves of W, ADWG and WPD are presented in tables III and IV, and in figure 8.

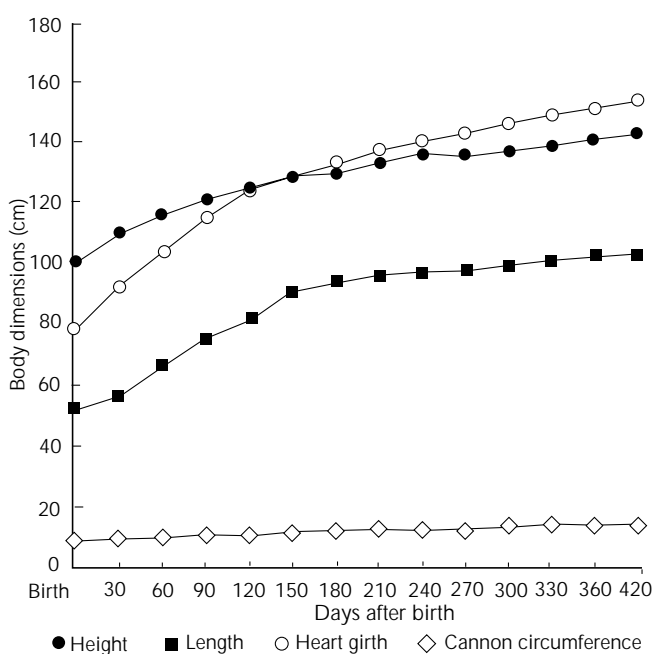


Figure 1: Changes of height, length, heart girth and cannon circumference of male calves.

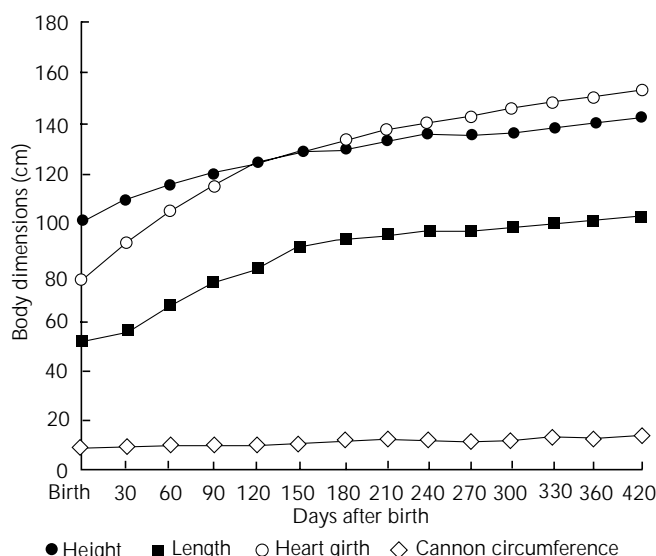


Figure 2: Changes of height, length, heart girth and cannon circumference of female calves.

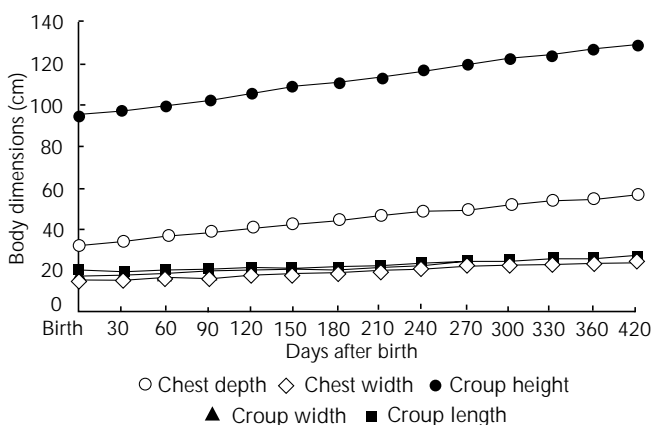


Figure 3: Changes of chest depth, chest width, croup height, croup width and croup length of male calves.

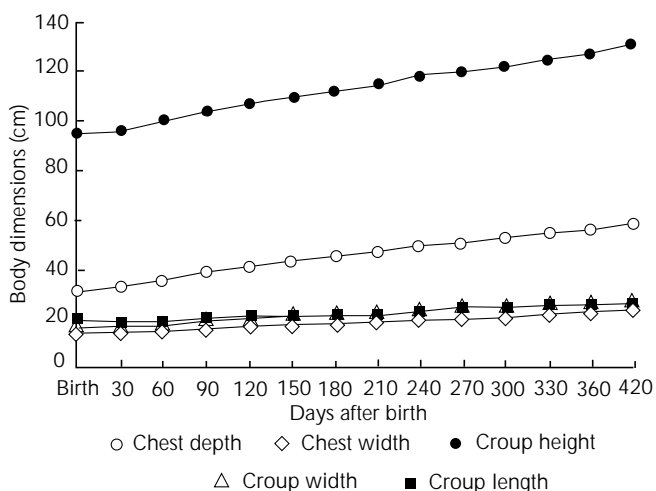


Figure 4: Changes of chest depth, chest width, croup height, croup width and croup length of female calves.

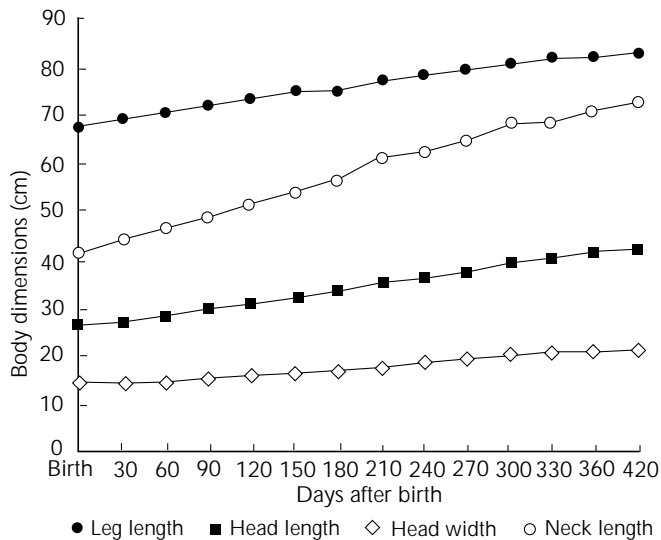


Figure 5: Changes of leg length, head length, head width and neck length of male calves.

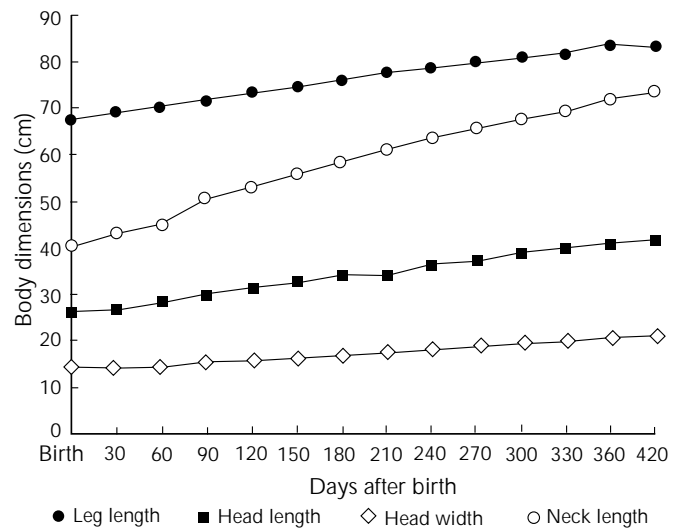


Figure 6: Changes of leg length, head length, head width and neck length of female calves.

Table I

Equations and correlation coefficients (r)

Body measurements	Male		Female	
	Regression equation	r*	Regression equation	r*
Height	$Y = 109.78 + 0.9616x$	0.9446	$Y = 109.3 + 0.1004x$	0.9405
Heart girth	$Y = 94.753 + 0.191x$	0.9405	$Y = 93.906 + 0.1782x$	0.9411
Length	$Y = 61.445 + 0.1293x$	0.9332	$Y = 62.322 + 0.1265x$	0.9078
Cannon circumference	$Y = 9.4010 + 0.1277x$	0.9777	$Y = 9.544 + 0.01154x$	0.9336
Chest depth	$Y = 33.092 + 0.0618x$	0.9963	$Y = 32.608 + 0.0659x$	0.9910
Chest width	$Y = 14.530 + 0.2475x$	0.9941	$Y = 13.890 + 0.2317x$	0.9979
Croup height	$Y = 95.473 + 0.8779x$	0.9978	$Y = 95.207 + 0.8863x$	0.9952
Croup width	$Y = 16.564 + 0.2579x$	0.9951	$Y = 16.363 + 0.2640x$	0.9959
Croup length	$Y = 18.690 + 0.1756x$	0.9848	$Y = 18.583 + 0.1747x$	0.9907
Leg length	$Y = 68.511 + 0.3855x$	0.9926	$Y = 68.042 + 0.0415x$	0.9906
Head length	$Y = 26.267 + 0.04x$	0.9961	$Y = 26.226 + 0.0408x$	0.9928
Head width	$Y = 14.119 + 0.1789x$	0.9962	$Y = 13.671 + 0.1851x$	0.9969
Neck length	$Y = 42.299 + 0.7886x$	0.9925	$Y = 42.172 + 0.083x$	0.9907
Body weight	$Y = 61.922 + 0.3124x$	0.9162	$Y = 61.228 + 0.3342x$	0.9021
Body weight log	$Y = 1.7796 + 0.0014x$	0.8573	$Y = 1.7631 + 0.0016x$	0.835
WPD	$Y = 26.056 - 0.0922x$	-0.4496	$Y = 26.056 - 0.0922x$	-0.4496
ADWG	$Y = 25.498 - 0.0914x$	-0.4437	$Y = 25.645 - 0.0923x$	-0.4479

* All statistically significant ($p < 0.01$), except those for WPD and ADWG
WPD = weight per day of age; ADWG = average daily weight gain

Table II

Degree of maturity of the traits (%)

	Height	Length	Heart girth	Cannon circumference
Male	59.89	35.36	38.63	47.05
Female	60.34	36.21	38.43	55.34
Average	60.11	35.73	38.53	51.19

Postnatal growth and development of camel calves

■ PERFORMANCES ET MODES DE GESTION

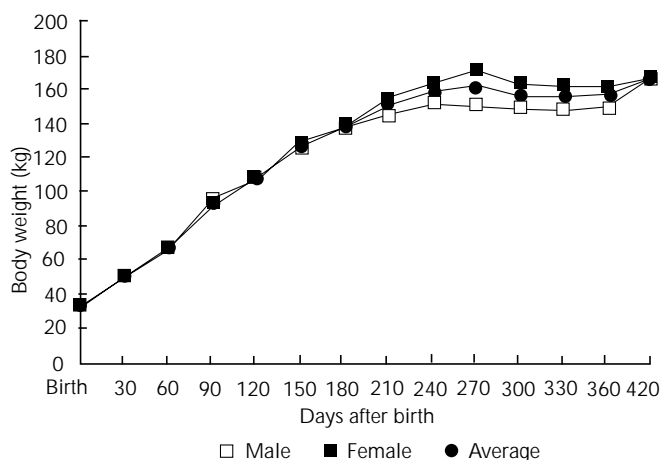


Figure 7: Body weight changes of camel calves.

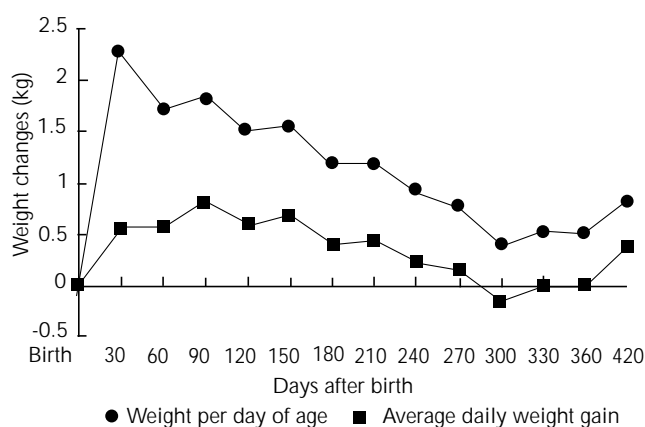


Figure 8: Average daily weight gain and weight per day of age in camel calves.

Table III

Pooled body weight, average daily weight gain (ADWG), weight per day of age (WPD), and standard error (SE) of male and female camel calves

Days after birth	Body weight		ADWG		WPD	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Birth	34.55	7.17	-	-	-	-
30	51.26	8.34	0.557	0.04	1.71	0.28
60	68.38	4.81	0.571	0.118	1.1396	0.16
90	91.83	10.48	0.782	0.349	1.020	0.27
120	109.13	14.73	0.5767	0.29	0.9094	0.09
150	129.15	17.32	0.667	0.17	0.861	0.07
180	140.6	19.63	0.3817	0.14	0.7811	0.087
210	153.52	27.15	0.431	0.17	0.7310	0.09
240	160.15	25.88	0.221	0.14	0.6673	0.12
270	163.99	26.58	0.128	0.09	0.6074	0.03
300	158.96	21.67	-0.1677	0.19	0.5297	0.04
330	158.77	22.68	-0.006	0.24	0.4811	0.04
360	159.45	23.27	0.02267	0.29	0.4429	0.092
420	170.457	21.99	0.3675	0.27	0.4059	0.14

* All statistically significant (p < 0.01), except those for WPD and ADWG

Table IV

Monthly weights of male and female calves (kg)

Days after birth	Male		Female	
	Mean	SE*	Mean	SE*
Birth	36.17	8.70	32.92	5.63
30	50.88	7.76	51.63	8.91
60	68.79	9.95	67.97	10.57
90	97.66	10.43	96.00	15.42
120	109.21	12.37	109.05	17.09
150	130.67	16.10	127.58	18.54
180	141.25	15.85	139.95	23.41
210	149.67	18.24	157.37	36.06
240	154.67	17.63	165.63	34.12
270	153.50	16.57	174.47	36.56
300	152.17	14.86	165.74	28.68
330	152.33	14.57	165.74	28.60
360	154.08	13.86	154.90	32.67
420	178.21	12.66	170.74	31.33

* Standard error

Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 2000, 53 (2) : 201-208

Body dimensions

The growth rates of height, length, heart girth and cannon circumferences increased significantly before day 150 ($p < 0.05$) (figure 1) and then increased gradually with few irregularities.

Mean growth rates of the height, length, heart girth and the cannon circumference during the experimental period of 420 days for male and female calves were 0.102 and 0.108, 0.138 and 0.126, 0.178 and 0.196, 0.01 and 0.009 cmd^{-1} , respectively. The Bactrian camel is generally thought to be mature at four years. Therefore, the degrees of maturity of height, length, heart girth and cannon circumference at birth for calves (table II) showed that the earliest maturing traits, the height and cannon circumference for male and female camels at birth were 56.89, 60.34, 47.05 and 55.34%, respectively.

Mean growth rates of chest depth, chest width, croup height, croup width and croup length of the male and female calves (figures 3 and 4) were 0.059 and 0.064, 0.022 and 0.022, 0.083 and 0.085, 0.024 and 0.025, and 0.016 and 0.015 cmd^{-1} , respectively. The differences between sexes were not significant ($p > 0.05$). Mean growth rates of leg length, head length, head width and neck length (figures 5 and 6) were 0.035 and 0.038, 0.037 and 0.037, 0.016 and 0.017, 0.072 and 0.079 cmd^{-1} , respectively.

Regression equations of W, ADWG, WPD and body measurements on age are presented in table I. Correlation coefficients (r) between postnatal age (days) and each body dimension were always highly significant ($p < 0.01$). The highest values of r in male calves were attained in the following order: chest height, chest depth, head width, head length, croup width, chest width, leg length, neck length, croup length, cannon circumference, height, heart girth and length. In female calves the order was: chest width, head width, croup width, croup height, head length, chest depth, croup length, neck length, leg length, heart girth, height, cannon circumference and length.

Table V

Degree of maturity of body weight

Days after birth	μ	$\text{Log}_e\mu$	$W^{0.27}$
Birth	0.0576	-2.8542	2.6024
30	0.08543	-2.4733	2.8949
60	0.1140	-2.1716	3.1291
90	0.1531	-1.8767	3.3885
120	0.1819	-1.7043	3.5501
150	0.2153	-1.5357	3.7153
180	0.2343	-1.4512	3.8016
210	0.2559	-1.3630	3.8928
240	0.2669	-1.3209	3.9375
270	0.2733	-1.2971	3.9628
300	0.2649	-1.3284	3.9296
330	0.2646	-1.3246	3.9283
360	0.2658	-1.3250	3.9329
420	0.2841	-1.2584	4.0045

Body weight, average daily weight gain and weight per day of age

W, ADWG and WPD are shown in table III, figures 7 and 8. Birth weights averaged 34.55 ± 7.17 kg. Body weight changes of male and female calves are presented in table IV and figure 7. Body weight of males and females were 36.17 ± 8.70 and 32.92 ± 5.63 kg, respectively. Sex of the calves had no statistically significant effect on the birth weight, however, male calves were heavier than females before 210 days and the observed results were reversed afterwards.

The results indicate that during the 420 days of observation the fastest growth in calves occurred at the third month with an ADWG of 0.782 ± 0.309 kgd^{-1} ; it then decreased gradually. A negative weight gain was observed at 10th month with an ADWG of -0.1677 ± 0.19 and -0.006 ± 0.24 kgd^{-1} , respectively. With the increase of age, WPD decreased gradually from 1.71 ± 0.20 kgd^{-1} at the first month to 0.4059 ± 0.14 kgd^{-1} at the 14th month. The mean value during the whole period was 0.3486 ± 0.2895 kgd^{-1} , for male and female calves, mean ADWGs were 0.4072 ± 0.3151 and 0.3332 ± 0.3553 kgd^{-1} , respectively.

Growth curves

Degree of maturity in body weight (μ) against age is shown in tables V and VI, and figure 9. Taking natural logarithms of μ gave a set of ($\text{Log}_e\mu$, t) curves (figure 9). The power transformation $\mu^{0.27}$ results in $\mu^{0.27}$, t (figure 10) curves. This transformation has the interesting property that both ordinate and abscissas are scaled by the same factor $A^{0.27}$. Thus, as a first approximation $W^{0.27}$, t curve (figure 9) is a simple photographic magnification of one another.

Other transformations were $\text{Log}_e[-\text{Log}_e(1-\mu)]$ ($\text{Log}_e[-\text{Log}_e(1-\mu)]$), t and $\text{Log}_e(-\text{Log}_e\mu)$ ($\text{Log}_e(-\text{Log}_e\mu)$, t) curves which appear to have the interesting property of being symmetrically in μ and $1-\mu$ (figure 10).

Table VI

Various transformed values of degree at maturity (μ)

Age	$\mu^{0.27}$	$\text{Log}_e[-\text{Log}_e(1-\mu)]$	$\text{Log}_e(-\text{Log}_e\mu)$
Birth	0.4627	-2.8247	1.0488
30	0.5147	-2.4157	0.9002
60	0.5564	-2.1116	0.7754
90	0.6024	-1.7947	0.6295
120	0.6311	-1.6056	0.5332
150	0.6606	-1.4169	0.4290
180	0.6758	-1.3206	0.3724
210	0.6921	-1.2188	0.3097
240	0.7000	-1.1697	0.2783
270	0.7045	-1.1418	0.2601
300	0.6986	-0.7897	0.2840
330	0.6983	-1.1797	0.2848
360	0.6992	-1.1745	0.2814
420	0.7119	-1.0958	0.2298

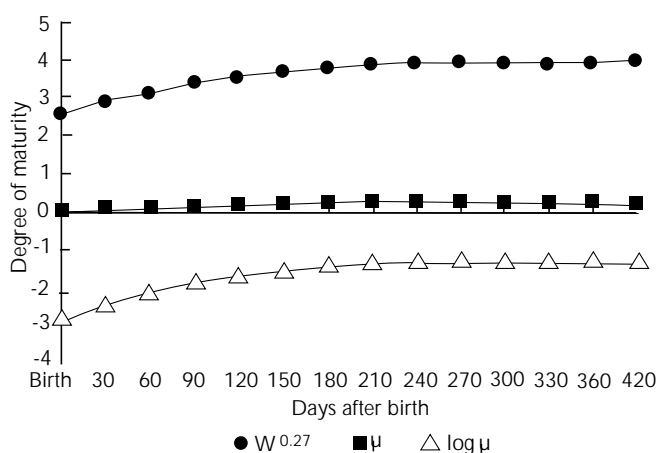


Figure 9: Degree of maturity in Bactrian camel calves.

■ DISCUSSION

The scaled variables μ and time after birth were subject to a number of mathematical transformations in order to give various sets of transformed standardized growth curves with different properties. They could help to understand the set of curves, and also to allow better use to be made of them for various purposes.

For any transformations of the variable μ , the growth of animals and also the mean growth curves can be represented in principle by some form of growth equation. As illustrated with the estimated mean species growth curve for the variables $\log_e(-\log_e \mu)$ by Taylor (17), the transformed growth in this study was more or less a linear pattern over the observation period.

Mathematical models to describe the growth of plants, animals and tissues have been developed and reviewed by many researchers (6, 19). The analyses of components of growth curves, such as functional growth rates and estimates of mature body size, are being examined by animal geneticists as potential tools to aid in the selection of animals having specific growth related traits. An extension of the use of growth curves to compare animals across species, breeds or sexes has been termed genetic size scaling (15, 16). Through size scaling growth curves can be calculated for different species and standardized for degree of mature body weight and metabolic age. Comparison across species revealed sigmoid growth curves of a similar shape, but significant deviations from the mean species curve were noted and it was indicated that all species do not reach the same fraction of their mature size at a given metabolic age (18).

Postnatal growth in animal is characterized by continued growth of the skeleton, musculature and organs until the animal reaches approximately 50-60% of its mature weight and then skeletal and organ weight gains have slowed down and fat deposition has increased to a modest rate (19). However, in Bactrian camels this point in time was after 2 years of age, which is rather long compared with other animals (21).

The birth weights of the dromedary were studied by many researchers. Bhargava *et al.* reported for Indian Bikanieri camels a range of 26.3 to 52.15 kg (1). The average birth weight of males was 38.19 kg and of females 37.19 kg, with a pooled average of 37.23 kg. In his study, which involved 134 records over a three-

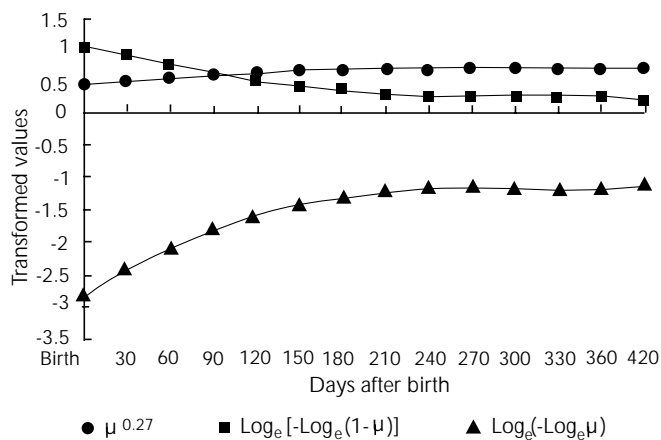


Figure 10: Various transformed curves in Bactrian camel calves.

year period, the sex of the calves, calving sequences and month of calving had apparently no statistically significant effect on the birth weight. The results were similar to the current research. The sex of the calf, however, has often been found to be a significant source of variations in other species. Brinks *et al.* are among the many researchers who have showed it to be a significant source of variations in bovine birth weights, irrespective of the age of the dam (2).

Heredity is another factor affecting prenatal growth, directly *via* the genotype of the fetus and indirectly through the genotype of the dam. A positive correlation exists between the maternal body size and the prenatal growth of the fetus. The birth weight is influenced by the sum of factors contributing to the nutrition of the fetus in the uterus. Hansard and Berry summarized the factors influencing the birth weight of the animals and estimated that the largest component of variation (36%) is attributed to the combined genotypes of the dam (20%), fetus (17%), parity (7%), nutrition (6%), sex (2%) and the maternal age (1%). The extract role of these factors in the camel has not been investigated (7).

The nutritional status of the dam may also have a direct effect on fetal growth, a factor that would seem to be important in the camel; poor nutritional levels during gestation may lead to increased prenatal mortality. Nevertheless, Musa studied the development of the camel fetus and its associated growth curve, concluding that there was a striking similarity with the pattern of cattle (11, 12). The early postnatal growth is also influenced by the accessibility to the dam's milk. It is indicated in this research that a negative weight gain occurred when milk production decreased.

Burgemeister studied the weekly postnatal growth performance of dromedary calves. The results showed that male calves tend to grow faster than females (3). Similar growth patterns were also observed in the current research. Field (5) studied the growth patterns of two groups of camel calves, one under Rendille pastoral conditions and another under special project conditions whereby the young received at least 75% of their dam's milk. The former group showed average daily gain of 222 and 255 g during the dry and the wet seasons, which was similar to the results of current observation. Gains ranged from 378 to 655 g for the latter group, higher than that in the present research, which means that management and nutrition play an important role in growth. These

figures reflect the important influence of dam milk on growth and indicate the negative effects of competition for milk between calf and man under the pastoral management system. The postnatal calf growth curves given by Field also show a better performance by calves born during the wet season, irrespective of the breeds of the camel. However, their advantage is not permanent, since calves born in the dry season appear to catch up after 9-12 months by means of compensatory growth.

Acknowledgments

The research was partially supported by the International Foundation for Science, Stockholm (Grant B/1725-3f).

REFERENCES

1. BHARGAVA K.K., SHARMA V.D., SINGH M., 1965. A study of the birth weight and body measurements of the camel (*Camelus dromedarius*). *Indian J. vet. Sci.*, **35**: 358-362.
2. BRINKS J.S., CLARK R.J., RICE F.T., KIEFTER M.M., 1961. Adjusting birth weight, weaning weight and preweaning gain for sex of calf in range Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, **26**: 363-367.
3. BURGEMEISTER R., 1975. Elevage de chameaux en Afrique du Nord. Eschborn, Germany, GTZ, p. 40-48.
4. FAZIL M.A., 1977. The camel. *Bull. Anim. Health Prod. Afri.*, **25**: 435-442.
5. FIELD C.R., 1984. Camel growth and milk production in Marsabit district, Kenya. In: Cockrill W.R., Ed., The camel: an all-purpose animal. Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of Africa Studies, p. 209-230.
6. GRIEZE J.E., ALLEN D.M., 1969. Analysis of growth and dose response curves. *Biometrics*, **23**: 357-361.
7. HANSARD S.L., BERRY R.K., 1969. Fetal nutrition. In: Hafez E.S.E., Dyer I.A., Eds., Animal growth and nutrition. Philadelphia, PA, USA, Lea and Febiger, p. 238-247.
8. KNOESS K.A., 1977. The camel as a meat and milk animal. *World Anim. Rev.*, **22**: 3-8.
9. LEUPOLD J., 1968. Le chameau, important animal domestique des pays subtropicaux. *Cah. bleus vét.*, **15**: 1-6.
10. LAKOZA I., 1962. A valuable source for production of meat, milk and wool. *Konevodstro*, **12**: 2-5.
11. MUSA B.E., 1984. Summary of studies on reproduction in the dromedary. In: Cockrill W.R., Ed., The camel: an all-purpose animal. Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of Africa Studies, p. 360-363.
12. RUSSEL W.S., 1975. The growth of Ayrshire cattle: an analysis of liner body measurements. *Anim. Prod.*, **21**: 217-226.
13. SCHWARTZ H.J., DIOLI M., 1992. The one-humped camel in Eastern Africa. Berlin, Germany, Verlag Josef Margraf, p. 30-61.
14. SHALASH M.R., 1984. The production and utilization of camel meat. In: Cockrill W.R., Ed., The camel: an all-purpose animal. Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of African Studies, p. 231-247.
15. TAYLOR S.C.S., FITZHUGH H.A., 1971. Genetic relationship between mature weight and time taken to mature within a breed. *J. Anim. Sci.*, **33**: 726-731.
16. TAYLOR S.C.S., 1980. Genetic size-scaling rules in animal growth. *Anim. Prod.*, **30**: 161-165.
17. TAYLOR S.C.S., 1980. Genetically standardized growth equations. *Anim. Prod.*, **30**: 167-175.
18. TAYLOR S.C.S., 1980. Live-weight growth from embryo to adult in domesticated mammals. *Anim. Prod.*, **31**: 223-235.
19. TRENKLE A.H., MARPLE D.N., 1983. Growth and development of meat animals. *J. Anim. Sci.*, **57** (Suppl. 2): 273-283.
20. XUE H.W., ZHANG Y.K., ZHAO X.X., 1997. Growth and development pattern of the neonate Bactrian camel (*Camelus bactrianus*): an analysis of linear body measurements. *J. Camel Pract. Res.*, **4**: 61-65.
21. ZHAO X.X., 1995. Ecophysiology and reproduction in the camelidae. Lanzhou, Gansu, China, Gansu Science and Technology Press, p. 1-28.

Résumé

Zhao X.X., Xue H.W., Nie Q.C., Zhang Y.K. Croissance post-natale et profil de développement des chamelons (*Camelus bactrianus*)

Trente-deux chameaux de Bactriane élevés dans des conditions traditionnelles d'élevage ont été suivis pour étudier leur croissance post-natale et leur profil de développement. Treize mesures corporelles linéaires ont été faites à trente jours d'intervalle depuis la naissance jusqu'au 420^e jour. Les taux moyens de croissance pour la hauteur, le tour de poitrine, la longueur, la circonférence de l'os canon, la profondeur et la largeur du poitrail, la longueur et la largeur de la croupe, la longueur des pattes, la longueur et la largeur de la tête et la longueur du cou ont été évalués. Les résultats ont montré que, dans une large mesure, les différentes dimensions corporelles avaient un profil de maturité uniforme et que leur hiérarchie tendait à rester constante pendant toute la période d'observation. Les taux de croissance rapide correspondaient à un allaitement maternel satisfaisant. Le profil de croissance du poids vif suivait la courbe de la plupart des mammifères. Cependant la croissance a été plus rapide au cours des sept premiers mois et le gain de poids moyen quotidien (gmq) le plus important a été constaté au cours du 3^e mois, avec une moyenne de $0,782 \pm 0,349$ kg. Un gmq négatif a été observé entre le 10^e et le 11^e mois avec une moyenne de $-0,1677 \pm 0,19$ kg pour les mâles et de $-0,006 \pm 0,24$ kg pour les femelles, lorsque la mère entrait en période de reproduction et que la production laitière chutait. Le gmq moyen sur 420 jours a été de $0,3846 \pm 0,2895$ kgd⁻¹. Les courbes de croissance standardisées ont permis de déduire le degré de maturité en termes de poids vif et d'âge.

Mots-clés : *Camelus bactrianus* - Jeune animal - Croissance - Développement biologique - Chine.

Resumen

Zhao X.X., Xue H.W., Nie Q.C., Zhang Y.K. Patrón de crecimiento y de desarrollo postnatal en camellos jóvenes

Se utilizaron 32 camellos bactrianos, mantenidos bajo condiciones de manejo tradicionales, esto con el fin de estudiar los patrones de crecimiento y desarrollo postnatales. Se tomaron trece medidas corporales lineares, a intervalos de 30 días, desde el nacimiento hasta el día 420. Se midieron las tasas promedio de crecimiento para altura, circunferencia torácica, largo, circunferencia al cañón, profundidad pectoral, anchura del pecho, circunferencia a la cruz, altura a la cruz, altura del miembro posterior, largo de la cabeza, ancho de la cabeza y largo del cuello. Los resultados muestran que en gran medida, las diferentes dimensiones corporales mantienen un patrón uniforme de madurez y su rango para madurez temprana tiende a permanecer constante a lo largo del periodo de observación. Se observaron tasas de crecimiento rápidas cuando el camello tuvo acceso a un suplemento de leche materna adecuado. El patrón de crecimiento en peso vivo siguió aquel de la mayoría de las especies de mamíferos. Sin embargo, el crecimiento rápido se presentó durante los primeros siete meses después del nacimiento; la ganancia de peso diaria tuvo un punto máximo al tercer mes, con un promedio de $0,782 \pm 0,349$ kg. Entre el 10 y el 11 mes se observó una ganancia de peso negativa, con un promedio de $-0,1677 \pm 0,19$ para los machos y de $-0,006 \pm 0,24$ kg durante la estación de apareamiento para las hembras, con una disminución de la producción de leche. La ganancia diaria de peso promedio durante el estudio fue de $0,3846 \pm 0,2895$ kgd⁻¹. El grado de madurez con respecto al peso corporal y la edad se dedujo de curvas de crecimiento estándar.

Palabras clave: *Camelus bactrianus* - Animal joven - Crecimiento - Desarrollo biológico - China.

Omani camel calves in a traditional management system

B.E. Musa¹ M.A. Salim¹ M.T. Abu Samra¹

Key words

Omani camel - Young animal - Livestock management - Morbidity - Mortality - Oman.

Summary

The Omani camel is a distinguished and multipurpose animal in the Gulf region, recently in great demand for its excellent racing qualities. The camel population in Oman was 98,500 head in 1994, with an annual growth rate of 3.7%. The current investigation was conducted in the period 1992-1997. Breeding occurred during winter (November-March). Among 364 mature females, 20 were bred annually. Each year 12 calves were born on average (60% birth rate). The average conception rate was 4.5 indicating a serious defect in the traditional management breeding system. Most of the calves (71.6%) were born from dams in the age group 11-20 years. Younger animals of breeding age were used for riding or racing. The ratio of female to male calves was 1.14:1. In 53 recorded pregnancies the average gestation length was 384.2 days (12.6 months). The annual calf mortality rate was 2.66%. All calf mortality occurred during the first postpartum month and the causes included drenching pneumonia, calf scour and starvation. The traditional management system did not adequately prepare the dams for nursing in the postpartum period. Three camels delivered twice with calving intervals of 3.3, 2.87 and 2.6 years. Seven breeding bulls were kept separately from the females. During these five years 273 services were conducted resulting in 60 born calves. Two of the bulls served 59 times each, and each one gave 11 conceptions. The reproductive management did not allow for male and/or female fertility evaluation.

■ INTRODUCTION

The Arabian camel in the Sultanate of Oman is known as the Omani camel. It descended from the Arab peninsula and the Yemen region. Because of the restrictions not to cross the Omani camel with other types, the Omani camel maintained its features and characteristics as a distinct type. Generally it is of medium size, weighs between 350-450 kg and is about 2 m high in front of the hump. It is fast in speed and beautiful in shape. It has different shades of color among which sandy-brown predominates; it also has strong limbs. The Omani camel is a multipurpose animal, suitable for riding, racing, milk or meat.

The camel population in the Sultanate of Oman was 98,500 head in 1994 (7). The animal growth rate between 1989 and 1994 was 3.7% (6). In a survey carried out by the Ministry of Agriculture and Fisheries in 1982, 91% of the camels were females due to

early culling of males. Nursing young camels constituted 12.5% of the camel population. Fully mature males constituted only about 4% of the camels. It is not expected that this distribution was altered recently since the traditional breeding system is still prevailing.

■ MATERIALS AND METHODS

The current assessment of calf performance under the traditional management system was based on the records of the Directorate of Camel Affairs between 1992 and 1997. The number of females in the herd under investigation ranged between 337 and 390 head with an average of 364 females. One hundred camels were bred at age 7 to 28 years. Eight breeding bulls were used. Winter is the usual breeding season in the northern part of the country. It lasts from the end of November to early March. However, the duration of the season was subject to the onset and termination of the cold weather.

1. Directorate of camels affairs, Diwan of Royal Court, PO Box 1844, Postal code 111, Muscat, Sultanate of Oman

■ RESULTS

Over the period of investigation 273 services were made on 100 camels resulting in 60 pregnancies. The average number of services per conception was 4.5. This was a clear evidence of a repeat breeder problem.

From the 100 camels bred during this period 60 calves were born with an average of 12 calves per year. The average birth rate was about 3.3%. Only three camels gave birth twice during the observed period. The calving interval of the first, second, and third case was 3.3, 2.87 and 2.6 years, respectively. The average calving interval was 2.91 years (35.06 months).

Most of the calves were born from dams in the age group 11-20 years (43 calves or 71.6%) (table I). Traditionally, young camels are used for racing and they are bred when they retire from the racetrack.

The gestation length recorded in 53 pregnancies ranged between 324 and 426 days with an average of 384.2 days, i.e. about 12.6 months. No major diseases were observed during pregnancy. However, some camels showed profound abdominal edema.

The calves born were 32 females and 28 males. The ratio of females to males was 1.14:1. Thirty-one calves (54.38%) were born during the evening hours while 26 calves (45.6%) were born during the morning hours. The time for three other calves was not recorded. It was noted that both morning and evening deliveries took place when the camel surroundings were very quiet. There was a single incidence of dystocia with a dead fetus in posterior position necessitating hysterotomy.

Eight of the 60 calves died during the first four weeks of life. This constitutes a 13.33% mortality rate over the five-year period and a 2.66% annual mortality rate. Causes of calf mortality were starvation, drenching pneumonia and enteritis.

Seven male camels were used repeatedly while another male was used once and then removed from the breeding program because of non-appealing appearance (table II).

■ DISCUSSION

This herd size was predetermined by the budget available. Because a small number of animals were bred each year, the rest of the females continued to cycle through the breeding season without service. Since ovulation in the camel is induced by copulation, many of these animals tend to develop cystic ovaries especially towards the end of the breeding season. How much this would

Table I

Relationship between age group and number of calves

Age group (years)	Num. of calves	%
0-5	0	
6-10	6	10
11-15	27	45
16-20	16	26.7
21-25	8	13.3
26-30	3	5

affect the future breeding records of such females needs further investigating. Since most of the females were bred after they retire from racing at 12 years or more this might have an effect on the calving rate.

Winter was the usual breeding season, with variable length. It appears that the ambient temperature was more important for the onset and termination of the breeding season than the intensity and duration of light. Individual animals started rutting or cycling up to one month before the others. Some males continued to rut in April and May but usually were not allowed to mate in order to avoid calves born during the hot summer days.

The sixty calves born during the five-year period do not reflect the reproductive potential, as the herd size was intentionally limited.

In Saudi Arabia and according to Bedouin breeders, of every 100 she-camels mated, 80-90 brought calves, and about 1% was sterile. One mating per estrus was allowed (3). However, the 4.5 service per conception indicates deficiencies in reproductive management. The following observations were made:

1. Females were not routinely examined for gynecological soundness; on the few occasions when this was done, the findings indicated a high incidence of follicular cyst or persistent *corpora lutea*
2. The bull semen was not examined or evaluated
3. Detection of estrus depended on the limited experience of workers
4. Females were kept separate from males
5. Teasing with bulls was rarely practiced
6. On several occasions forced mating was attempted but the females would not accept the male
7. Some of the breeding workers separated the male by force before copulation was complete with the belief not to completely exhaust the male
8. Pregnancy testing was done two weeks after mating by the tail raising method

In India the conception rate of 67 camels was 77.61%; 1.98 services were required per pregnancy. The calving interval was 719.94 ± 9.69 days (5).

Table II

Male performance

Name of the bull	Num. of services	Num. of services which resulted in conception (%)
Wald Alrih	59	11 (18.6)
Musihan Alsabour	48	10 (20.8)
Samhan Alasil	27	5 (18.5)
Zubian	32	5 (15.6)
Musihan Alashgur	59	11 (18.6)
Musafai	6	2 (33.3)
Musihan Alsarokh	41	8 (19.5)
Wald Alarga	1	0

Eight of the calves born had no breeding records

Since young dams were used for racing and were not available for breeding most of the calves were born from dams 11-20 years old. Fertility in older animals appeared to be affected by various factors pertaining to hormonal levels and possible changes in the ovaries with age.

The calving interval of 2.92 years recorded in three camels does not lead to any conclusion. At Bikaner in India, calving intervals of 655 ± 24.9 days were reported. In Saudi Arabia camel calving intervals were successfully reduced to 16 months through early breeding and early weaning (8).

The ratio of females to males was 1.14. This was within the expected deviation from a 1:1 ratio. Works from India, Egypt and Sudan indicated that the primary sex ratio did not differ from the expected unity (9). The females were preferred for racing and males were usually disposed of when they were 1-2 years old. In this traditional system of breeding, half of the reproductive potential of the animals was undesired. Introduction of reproduction technology including artificial insemination, data sexing and embryo transfer would eliminate this waste in time.

When the calf was born attendants came, milked about half a liter of colostrum and fed it to the calf. Such system started the calf but the risk of drenching pneumonia was increased.

The average gestation length was 12.6 months. This was similar to an India report where the gestation length was given as 387.00 ± 2.76 days for males and 388.47 ± 2.08 for females (5). The variation between the 426 and 384 days corresponds to the 12-13 month generally reported (9).

Calving time was predicted from breeding records and all parturient animals were kept in a separate pen 1-2 months before parturition. The abdominal edema that was noticed prior to parturition disappeared few days after delivery.

Slightly more calves were born during the evening hours than the morning hours. The surrounding of the camel was quiet for a few hours before delivery. Most of the delays occurred during the first stage of labor and once the second stage of labor was reached parturition occurred in 20-30 min. Expulsion of the fetal membranes followed within 30 min. Due to the delivery time attendants were not usually present at the first stage of labor.

As expected, the incidence of dystocia was very low. Also malposition that might be expected because of the long neck and long extremities of camel calves did not occur. The cesarean section was a fairly easy and safe operation. The operation should be the last resort if the fetus is dead and dry.

Annual calf mortality rate was 2.66%. The causes of mortality included starvation, drenching pneumonia and enteritis. In Sudan it was reported that out of 415 calves examined over a one-year period 199 died leading to a crude mortality rate of 48%. Causes of death included calf diarrhea, helminth infection, tick paralysis and contagious ecthyma (2). In India it was reported that out of 1225 camel calves observed during the period 1961-1990 at Bikaner NRC the overall calf mortality was 13.56%. The causes of death included respiratory infection, heat stroke, digestive disorders and snake bite (5). In a study carried at Godwala village in India the calf mortality rate was about 20-25% (5).

Although calf mortality was low in this investigation, deficiencies in calf raising were observed:

1. Pregnant camels were not adequately prepared for lactation. This in combination with other factors such as the breed itself resulted in some of the dams being without milk in udder in the postpartum period. The calves either starved to death or were hand fed
2. No nursing bottles were used for hand feeding calves. Instead, the milk was poured down the throat with the tongue fixed to the lower jaw with one finger. Cases of drenching pneumonia were seen following such management system
3. When calves were hand fed, little attention was paid to hygiene resulting in some cases of enteritis

The males' low breeding performance was probably mainly due to poor management; the semen quality was not assessed and the male was separated from the female before copulation was complete. When breeding aimed at racing qualities no progeny test was ever made and none of the daughters were in the racing camel group.

Acknowledgments

The authors are grateful to Ms. Maha Taqi Al-Lawatia for preparing and typing the manuscript.

REFERENCES

1. ABDELFAH M.A., NASIR Z.A., 1984. Encyclopedia of animal resources in Arab countries. Muscat, Sultanate of Oman, Ministry of Agricultural Resources and Fisheries.
2. AGAB H., ABBAS B., 1998. Epidemiological studies on camel diseases in Eastern Sudan. II. Incidence and causes of mortality in pastorals. *Camel Newsl.*, **14**: 53-57.
3. ARTHUR G.H., NOAKES D.E., PEARSON H., 1958. Veterinary reproduction and obstetrics, 5th ed. London, UK, Bailliere Tindall, p. 483-487.
4. G.R.M., 1982. Pasture and animal resources survey. Muscat, Sultanate of Oman, Ministry of Agricultural Resource and Fisheries, p. 39-40.
5. KHANNA N.D., 1991-1992. Annual report, National Research Center on Camel. Bikaner, India, NRCC, 28 p.
6. MUSA B.E., 1998. Purebred Omani camels. Muscat, Sultanate of Oman, Directorate of Camels Affairs, Diwan of Royal Court, p. 61-62.
7. NASIR A., MUSA B.E., SHIETI, GAMEH A.H., RASHID M.A., WASHKON F.K., 1994. Draft proposal for a breeding center for camels and horses. Muscat, Sultanate of Oman, Ministry of Agricultural Resource and Fisheries, p. 1-3.
8. SALLAL A., 1998. The center for development of rangelands and animal wealth in Al-Jouf. *Camel Newsl.*, **14**: 24-26.
9. WILSON R.T., 1984. The camel. Harlow, UK, Longman Group Limited, p. 88.

Résumé

Musa B.E., Salim M.A., Abu Samra M.T. Gestion traditionnelle des chamelons Omani

Le dromadaire Omani est une race particulière de la région du Golfe persique. C'est un animal à usages multiples et, depuis récemment, très demandé pour ses qualités de coureur. La population cameline à Oman était de 98 500 têtes en 1994 avec un taux de croissance annuel de 3,7 p. 100. Cette enquête a été réalisée entre 1992 et 1997. La reproduction a lieu en hiver (de novembre à mars). Vingt femelles adultes sur 364 ont été mises à la reproduction chaque année. En moyenne, 12 chamelons sont nés chaque année (taux de mise bas de 60 p. 100). Le taux moyen de conception a été de 4,5 p. 100, indiquant un sérieux problème dans le système d'élevage traditionnel. La plupart des chamelons (71,6 p. 100) sont nés de chameaux du groupe d'âge 11-20 ans. Les plus jeunes animaux en âge de se reproduire étaient utilisés pour la selle ou la course. Le rapport des chamelons femelles/mâles était de 1,14. Pour 53 gestations répertoriées, la durée moyenne de gestation a été de 384 jours (12,6 mois). Le taux de mortalité annuel a été de 2,66 p. 100. Tous les cas ont été répertoriés au cours du premier mois post-partum. Les causes de mortalité du chamelon comprenaient la pneumonie, les diarrhées et la sous-nutrition. Le système traditionnel d'élevage n'était pas adapté à une préparation adéquate de la mère pour l'allaitement post-partum. Trois chameaux ont mis bas deux fois avec des intervalles entre les mises bas de 3,3, 2,87 et 2,6 ans. Sept mâles reproducteurs étaient gardés séparément des femelles. Au cours des cinq années d'observation, 273 saillies ont été effectuées, conduisant à 60 naissances. Deux des mâles ont sailli 59 fois chacun, et chacun d'eux a participé à 11 conceptions. La gestion de la reproduction n'a permis une évaluation de la fertilité mâle ou femelle.

Mots-clés : Chameau Omani - Jeune animal - Conduite d'élevage - Morbidité - Mortalité - Oman.

Resumen

Musa B.E., Salim M.A., Abu Samra M.T. Camellos omaníes jóvenes bajo sistemas de manejo tradicionales

El camello omaní es un animal característico y multipropósito en la región del Golfo, cuya demanda reciente ha sido importante debido a sus excelentes cualidades para carreras. La población de camellos en Omán era de 98 500 cabezas in 1994, con una tasa de crecimiento anual de 3,7%. La presente investigación se llevó a cabo durante el período 1992-1997. El apareamiento se dio durante el invierno (noviembre-marzo). De 364 hembras maduras, 20 hembras se cruzaron anualmente. Cada año nacieron 12 crías en promedio (tasa de nacimiento de 60%). La tasa promedio de concepción fue de 4,5, indicando un serio defecto en el sistema de manejo reproductivo tradicional. 71,6% de los jóvenes nacieron de hembras pertenecientes al grupo de edad 11-20 años. Los animales en edad reproductiva más jóvenes fueron utilizados para monta o carreras. La relación entre hembras y crías macho fue 1,14:1. De 53 gestaciones registradas el promedio de duración de la gestación fue de 384,2 días (12,6 meses). La tasa de mortalidad anual de los jóvenes fue de 2,66%. Toda la mortalidad de jóvenes ocurrió durante el primer mes postpartum y las causas incluyeron neumonía, diarrea e inanición. El sistema de manejo tradicional no proveyó una preparación adecuada de las hembras para el amamantamiento en el período postparto. Tres camellos parieron dos veces con intervalos entre partos de 3,3, 2,87 y 2,6 años. Se mantuvieron siete toros de cría separados de las hembras. Durante los cinco años, se llevaron a cabo 273 montas, resultando en el nacimiento de 60 crías. Dos de los toros montaron 59 veces cada uno, con 11 concepciones por toro. El manejo reproductivo no permitió una evaluación de la fertilidad de la hembra y/o el macho.

Palabras clave: Camello Omani - Animale giovane - Manejo del ganado - Morbosidad - Mortalidad - Oman.

Camel herd health and productivity in Eastern Ethiopia selected semi-nomadic households

M. Zeleke¹ T. Bekele¹

Key words

Camelus dromedarius - Dromedary - Animal health - Productivity - Seasonal variation - Ethiopia.

Summary

This study was conducted on camels kept under pastoral management conditions from October 1997 to September 1998. Trypanosomosis was one of the most important diseases identified with a maximum prevalence of 20.6% and minimum of 5.4% for the sampled period. The prevalence rate of sarcoptic mange mites varied from 21.7 to 4.7% during rainy and dry months, respectively. The highest prevalence rate of strongyle eggs was 85.7% during rainy months and the lowest was 61.5% during dry months. The highest eggs per gram count was 1036.1 ± 0.6 , the lowest 358.8 ± 0.6 . Milk offtake was significantly higher ($p < 0.01$) during the wet season (3.1 l) than during the dry season (1.5 l). A significantly higher ($p < 0.01$) milk offtake was also recorded in camels of parities 1-4 (3 l) than in camels of parities 5 and above (1.6 l). Female immature camels (1-4 years old) showed a significantly higher ($p < 0.01$) daily weight gain (59.4 g) than males of the same age (33.2 g). Furthermore, a significantly higher ($p < 0.01$) daily weight gain (63.1 g) was recorded in camels 1-2 years old compared to camels 3-4 years old (29.5 g). Likewise, a significantly higher ($p < 0.05$) daily weight gain (50.7 g) was observed during the wet season than during the dry season (41.9 g). Mating and calving mainly occurred during the rainy months. The annual calving percentage of the herd was 42.7%. The annual commercial animal offtake and herd growth rates were 4.74 and 8.9%, respectively. The mortality rate of calves below one-year of age was higher than that of immature and adult camels.

INTRODUCTION

In Ethiopia, about half of the total area has an arid and semi-arid climate with marginal lands (9). This part of the country is assumed to be a habitat for about 6-10% of Ethiopian human population (5). The camel (*Camelus dromedarius*), due to its unique anatomical, physiological and behavioral features, is well adapted and known to provide basic necessities to pastoralists living in these regions. It is almost everything to pastoralists, source of food and power, cash and prestige, and means of storing wealth. However, despite its significant contribution to the livelihood of the pastoral society who do not have any alternative mode of production system, the camel is one of the most neglected

domestic livestock in Ethiopia. Thus, very little has been studied about productivity and health of camels to date. Scientific information on productivity, reproductivity, prevalence rates and seasonal dynamics of major health problems is lacking. An in-depth study on productivity, reproductivity and health aspects is crucial to generate baseline information that would boost productivity of camels under pastoral management conditions.

The objectives of this study were:

1. To identify major health constraints (trypanosomosis, mange mites and helminth parasites), and to study their prevalence rates
2. To study productivity taking into account milk and animal offtake, growth (weight gain) and mortality rates
3. To assess reproductive parameters that include calving percentage, services per conception, interval between birth and conception, stillbirths and abortions

1. Animal Sciences Department, Alemaya University of Agriculture, PO Box 138, Dire Dawa, Ethiopia

■ MATERIALS AND METHODS

Study area

The study was conducted at Errer valley (Errer Guda), Eastern Hararghe region, Eastern Ethiopia. The valley is at an altitude of 1300 to 1600 m above sea level. It lies in a transitional zone between the intensively cropped areas of the northern highlands and the Jijiga plain. The vegetation type is diversified according to geological and edaphic conditions. The predominant vegetation types in the valley are acacia and cacti.

Data collection

Blood, skin lesions and fecal samples were collected from camels to study prevalence rate and seasonal dynamics of trypanosomosis, mange mite infestation and strongylosis.

Blood samples were taken from ear vein at two-month intervals for a year to prepare thick and thin blood smears. The thin smear was fixed with 70% methanol for 2 min. The fixed thin smear and thick smears were stained in Giemsa (1.5 ml of Giemsa in 15 ml of distilled water buffered to pH 7.2) for 30 min. The trypanosome species were identified based on their body structure and morphological characteristics (14).

Skin scrapings were also collected from camels exhibiting dermatological problems (skin lesions). The scraped material (all keratinous and epidermal) was examined for mange mite using standard diagnostic methods of Kaufmann (15).

Furthermore, fecal samples were collected every other month from rectum of camels using disposable plastic glove. Egg counts were undertaken by the McMaster technique (15).

Ticks were collected once every other month and kept in pre-labeled bottles containing 70% ethanol until identification was carried out according to Hoogstraal (1956).

In addition, any disease events observed in the herd were recorded during the monitoring period.

Productivity

Milk extraction from 19 lactating camels was measured every week for a year using a graduated cylinder. To determine weight gain of camels, 29 immature camels (1-4 years of age) were subjected to linear body measurements. Measurements were taken once a month using a height pole and measuring tape. Body weight was estimated from body measurements (20). Furthermore, all camels slaughtered or that died or were sold and/or given to others were recorded every day throughout the year by a full time enumerator. Camels that entered the herd either by birth or purchase/gift were also recorded. In addition, mating, repeat breeders, abortions and births were recorded regularly.

Data analysis

Data were analyzed using Minitab (Minitab statistical software company, UK, 1993). General linear model was used to run analysis of variance (ANOVA) for variables affecting milk offtake and weight gain. Strongyle egg count data were transformed into logarithmic scale before ANOVA was performed. Means of parameters that showed significant differences were separated using Duncan's Multiple Range Test (12).

■ RESULTS

Trypanosomosis, mange mite lesions, strongyle parasites and ticks were prevalent throughout the year. However, their prevalence rates were higher during rainy months than dry months in the study period. The trypanosome species identified was *Trypanosoma evansi*. Its minimum and maximum prevalence rates were 5.41 and 20.59%, respectively (table I). Similarly, prevalence rates of mange mite infection (table II) varied from 4.67% (dry months) to 21.70% (rainy months).

The highest strongyle eggs per gram of feces (1036.05 ± 0.65) and highest prevalence rate (85.71%) were observed in October (rainy month), whereas the least eggs per gram of feces (358.83 ± 0.62) and least prevalence rate (61.54%) were recorded in April (dry month) (table III).

A total of 15,284 ticks were examined and 11 species of ticks were identified. Among these, *Rhipicephalus pulchellus* (87.4%), *Amblyomma gamma* (4.1%) and *Hyalomma dromedarii* (3.9%) were dominant (table IV).

Table I

Trypanosomosis prevalence rates (PR)

	Num. positive cases	PR (%)
December 1997	7 (34*)	20.59
February 1997	2 (37)	5.41
April 1998	3 (39)	7.69
June 1998	5 (36)	13.89
August 1998	6 (33)	18.18

* Number of camels sampled

Table II

Mange mite prevalence rates (PR) in camel herd

	Num. positive cases	PR (%)
October	23 (106*)	21.70
November	21 (109)	19.27
December	19 (108)	17.59
January	6 (107)	5.61
February	5 (107)	4.67
March	7 (106)	6.60
April	9 (106)	8.49
May	14 (106)	13.21
June	10 (106)	9.43
July	11 (107)	10.28
August	15 (106)	14.15
September	20 (110)	18.18

* Total number of camels in the herd at time of sampling

Table III

Mean strongyle egg count and prevalence rates (PR)

	N	Mean EPG \pm SE	PR (%)
October	41	1036.05 \pm 0.65 ^{a*}	85.37
December	41	749.56 \pm 0.54 ^b	80.49
February	41	920.37 \pm 0.65 ^{ab}	75.61
April	41	358.33 \pm 0.62 ^c	61.00
June	41	655.27 \pm 0.61 ^b	82.93
August	41	806.55 \pm 0.62 ^{ab}	82.93

* The differences are significant when the letters (a, b, c, ab) are different

Table IV

Tick species identified and percentages

Tick species	% total
<i>Rhipicephalus pulchellus</i>	87.36
<i>Rhipicephalus e. evertsi</i>	0.65
<i>Rhipicephalus muthamae</i>	0.04
<i>Amblyomma gamma</i>	4.10
<i>Amblyomma variegatum</i>	3.21
<i>Amblyomma lepidum</i>	0.08
<i>Hyalomma dromedarii</i>	3.87
<i>Hyalomma marginatum</i>	0.48
<i>Hyalomma excavatum</i>	0.07
<i>Hyalomma impeltatum</i>	0.01
<i>Boophilus decoloratus</i>	0.12

In addition to the aforementioned parasitic diseases, an outbreak of camel pox and a new respiratory disease were encountered during the monitoring period.

Milk offtake was significantly higher ($p < 0.1$) during the wet season (3.12 l) than during the dry season (1.49 l). A significantly higher ($p < 0.01$) milk offtake was also recorded in camels of parities 1-4 (3.03 l) than in camels of parities 5 and above (1.58 l). Likewise, a significantly higher ($p < 0.05$) daily weight gain (50.68 g) was observed during the wet season than during the dry season. Female immature camels gained significantly ($p < 0.01$) more weight (59.4 \pm 0.61 g) than male immature camels (33.2 \pm 40.5 g). Camels 1-2 years of age gained significantly ($p < 0.01$) more weight (63.12 \pm 0.45 g) than camels 3-4 years of age (29.52 \pm 0.54 g).

Twelve camels were sold and seven were purchased leading to a 4.74% net commercial offtake. All camels purchased were immature females (2-4 years of age). More than 67% of the camels sold were males and old females. During the monitoring period, a total of 8 camels (7.58%) died (table V). Out of these, 5 were

below 1 year of age, and the remaining 3 were over 12-years old. The monitored herd showed an 8.9% growth rate, the result of purchases and births during the study period.

A total of 22 calvings were observed during the monitoring period (annual calving rate = 42.7%). The average number of services per conception for the monitored herd was 1.36 \pm 1 (n = 33). The average number of days open was 162.8 \pm 7.9 (n = 33) (table VI). Four abortions were encountered during the monitoring period (annual abortion rate = 12.12%).

DISCUSSION

Trypanosomosis, mange lesions and strongylosis were prevalent in the monitored herd throughout the monitoring period. However, their prevalence rates were found to be higher during rainy months than dry months. The highest prevalence rate of *Trypanosoma evansi* immediately after and during rainy months may be due to favorable weather conditions (moisture and temperature) for breeding and activity of biting flies, which serve as mechanical vectors for transmission.

Similarly, the reason for the highest prevalence rates of sarcoptic mange lesions during wet months may be due to the favorable weather conditions for transmission of the parasite to healthy camels. The parasite may be more easily transmitted from wet skin (rainy months) than from dry skin (dry months). In addition, the crowding of animals around encampments during salt feeding and milking in wet months might facilitate disease transmission since mange mite is known to be highly contagious (11).

Table V

Mortality of camels

Age class	Mortality	
	% of each age class	% of total mortality
Calves	20.42 (5*)	62.50
Immature	-	-
Adults	5.09 (3)	37.50
Crude death rate	7.58 (8)	

* Total number of camels

Table VI

Some reproductive parameters of camels

Calving percentage (per year)	42.72 (22*)
Services per conception (mean \pm SE)	1.36 \pm 0.10
Days open	162.76 \pm 7.95
Abortions (%)	12.12 (4)
Stillbirths (%)	-

* Total number of camels

Likewise, the highest eggs per gram and prevalence rates observed during rainy months agree with previous reports by Birhanu (7) and Abebe (3). They may be due to favorable weather conditions (moisture and temperature) for survival and development of infective larvae on pasture and soil (19).

Rhipicephalus pulchellus (87.4%), *Amblyomma gemma* (4.1%) and *Hyalomma dromedarii* (3.9%) were the dominant tick species identified in this study. These results match those of Bekele (6) who reported the same decreasing hierarchy of ticks in Eastern Ethiopia. Inversely, Richard (16) and Gupta and Kumar (13) found that the most abundant tick species in camels was *Hyalomma dromedarii* (90%). The discrepancy between the current finding and these latter reports may be due to the difference in the ecology of the study site.

An outbreak of camel pox was observed twice during the monitoring period. The disease only affected young animals from 6 months to 2 years of age. Only one calf died of the disease. Another important disease observed during the study was a new camel respiratory disease that affected almost 85.8% of the animals under monitoring. A decline of the daily weight gain of affected camels was noticed.

The higher milk offtake observed during the wet season compared to the dry season agrees with the findings of Ayele (5). This may be due to the availability of feed and water that are relatively scarce during the dry months. In addition, direct solar radiation and ambient temperature may create discomfort in camels in the dry season. The lower milk offtake from later parities may be due to old age. Since camels reach puberty at a very late age, the age of the camels by the time they have given five or more offspring will be relatively old. Due to this reason, as with any other livestock, camels may decrease the efficiency of feed conversion into a product when they advance in age.

Similarly, the significantly ($p < 0.05$) higher body weight gain per day recorded during the wet season (50.68 ± 0.54 g) compared to that of the dry season (41.96 ± 0.54 g) may have nutritional causes and/or result from the direct effect of ambient temperatures (low night temperatures and very high day time temperatures). Immature female camels had significantly higher daily weight gains than males, which is in agreement with the finding of Simpkin (18) for Kenyan camels. This could be due to the intrinsic factor that females mature earlier than males and reach puberty at an earlier age. Furthermore, the mean daily weight gain of 1-2 year old camels was significantly higher than that of 3-4 year old ones, results similar to those reported by Simpkin (18) in Kenya. It is a natural phenomenon that young animals 1-2 years old grow faster than 3-4 years old ones of the same breed under the same management condition.

Camels were found to be an important source of cash for pastoralists of the study area especially during the dry season. The higher proportion of sales (58.33%) during the dry season indicates that pastoralists sold their camels to generate money for purchase of grains since milk offtake during that period was not sufficient for home consumption let alone for sale. The selective offtake of camels by pastoralists was also noticed. About 67% of the camels sold were males and old females, which revealed that the pastoralists were reluctant to sell camels valuable for future use. The net commercial offtake of the monitored camel herd was 4.74% which is in line with the finding of Schwartz and Dioli (17) for East Africa in general; higher offtake rates were reported by Dahl and Hjort (10) for camels of Somalia. The discrepancy may be due to the difference in production goals.

In this study, age specific mortality was clearly observed. The highest mortality rate was recorded for younger calves. High mortality of very young camel calves is in agreement with the previous report of Chowdhary (8). Though specific causes for camel calf mortality requires further study, the main symptom observed prior to death in almost all of the calves was difficulty in breathing. Therefore, the major probable cause for calf mortality at an early age may be pneumonia.

In the monitored herd, 84.85% of the matings and 86.36% of the calvings were recorded during the wet season demonstrating the seasonality of reproduction in camels. This finding is in conformity with the previous report of Schwartz and Dioli (17), i.e. the breeding season of camels (both males and females) is very short and coincides with the rainy season. The main reason for the seasonality of breeding in camels may be nutritional. In addition, the number of services per conception and days open were 1.36 ± 0.10 and 162.76 ± 7.95 days ($n = 33$), respectively (table VI). Though literature on services per conception for Ethiopian camels is lacking, figures of 2.0 ± 0.2 , 2.0 and 1.63 ± 0.16 have been reported for Saudi Arabian camels (references 1, 2, 4, respectively), which is in line with the present findings.

The area coverage and duration of the study were insufficient to generate adequate information especially for productivity and reproductive parameters as they are influenced by many factors. However, the findings present some information on productivity, reproductivity and some health constraints of camel. In general, in spite of higher prevalence rates of trypanosomosis, sarcoptic mange, strongylosis and external parasites, higher milk offtake and growth rate, percentage of conception and calving were noticed during the rainy season.

Due emphasis to reduce health constraints during the rainy season and to increase availability of feed and water during the dry season should be objectives of any improvement program for camels of this region.

REFERENCES

1. ABDEL RAHIM S.E.A., ABDEL RAHIM K., NAZIER A.E., 1994. Production and reproduction of one-humped camels in the Al-Quasim region, Saudi Arabia. *J. Arid Environ.*, **26**: 53-59.
2. ABDEL RAHIM S.E.A., NAZIER A.E., 1993. Factors affecting camel reproduction performance in the tropics. In: Proc. Workshop "Is it possible to improve the reproductive performance of the camel?", Paris, France, 10-12 September 1990. Maisons-Alfort, France, Cirad-Iemvt, p. 131-147. (Etudes et synthèses n° 41)
3. ABEBE W., 1991. Traditional husbandry practices and major health problems of camels in the Ogaden. In: Anders H.O. Ed., Nomadic Peoples. Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of African Studies, p. 21-30. (No. 29)
4. ABOUL ELA M.B., 1994. Reproductive performance of the one-humped camel under traditional management in the United Arab Emirates. *J. Arid Environ.*, **26**: 7-51.
5. AYELE G., 1989. The future of camel rearing for food production in Ethiopia. In: Tegegne T. Ed., Camel pastoralism as food system in Ethiopia. Addis Ababa, Ethiopia, Institute of Development Research (IDR)/Uppsala, Sweden, Scandinavian Institute of African Studies (SIAS), p. 1-8.
6. BEKELE T., 1996. Survey on the distribution of ticks of domestic animals in the Eastern zone of Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **28**: 145-146.

7. BIRHANU A., 1986. Survey of camel helminthiasis in Hararghe region. DVM Thesis, Faculty of Veterinary Medicine, Addis Ababa University, Ethiopia.
8. CHOWDHARY B., 1986. Some important biological and production characteristics of the Bikaneri camel. *Indian J. Anim. Prod. Manage.*, 2: 145-151.
9. COPPOCK D.L., 1993. The Boran Plateau of the Southern Ethiopia: Synthesis of pastoral research development and change, 1980-1991. Addis Ababa, Ethiopia, ILRI.
10. DHAL G., HJORT A., 1976. Having herds, pastoral herd growth and household economy. Stockholm, Sweden.
11. DIOLI M., STIMMELMAYR R., 1992. Important camel diseases. In: Schwartz M., Dioli M. Eds., The one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Eastern Africa: A pictorial guide to disease, health care and management. Berlin, Germany, Verlag Joseph Margraf, p. 155-224.
12. GOMEZ A.A., GOMEZ K.A., 1984. Statistical procedures for agricultural research. New York, NY, USA, Wiley-Interscience.
13. GUPTA S.K., KUMAR R., 1994. Ixodidae ticks of camel in India and their control measures. *Intern. J. Anim. Sci.*, 9: 55-56.
14. ITARD J., 1989. African animal trypanosomiasis. In: Fischer S., Say R.R. Eds., Manual of tropical veterinary parasitology. Wallingford, UK, CTA, p. 177-290.
15. KAUFMANN J., 1996. Parasitic infections of domestic animals. A diagnostic manual. Berlin, Germany, Birkhauser Verlag, p. 5-15.
16. RICHARD D., 1979. Study of the pathology of dromedary in Borena Awraja, Ethiopia. Maisons-Alfort, France, Gerdat-lemvt, 232 p.
17. SCHWARTZ H.J., DIOLI M., 1992. The one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Eastern Africa. A pictorial guide to disease health care and management. Berlin, Germany, Verlag Josef Margraf.
18. SIMPKIN S.P., 1985. The importance of camels to subsistence pastoralists in Kenya. Camel disease and productivity in arid lands of Northern Kenya. Germany, IPAL, p. 163-192. (Technical report E7)
19. TRONCY P.M., 1989. Helminths of livestock and poultry in tropical Africa. In: Fischer S., Say R.R., Eds., Manual of tropical veterinary parasitology. Wallingford, UK, CTA, p. 33-54.
20. YAGIL R., 1994. The camel in today's world. A hand book on camel management. Bonn, Germany, Deutsche Welthungerhilfe, Germ. Agro. Action. (Research Report No. 1)

Résumé

Zelege M., Bekele T. Santé et productivité d'un troupeau de dromadaires élevés dans des conditions semi-nomadiques en Ethiopie de l'Est

Cette étude a été réalisée sur des dromadaires élevés en conditions pastorales d'octobre 1997 à septembre 1998. La trypanosomose a été une des maladies les plus importantes identifiées avec une prévalence maximale de 20,6 p. 100 et minimale de 5,4 p. 100 sur la période d'échantillonnage. Le taux de prévalence de la gale sarcoptique a varié de 21,7 p. 100 pendant la saison pluvieuse à 4,7 p. 100 pendant la saison sèche. Le taux de prévalence d'œufs de strongles le plus élevé a été de 85,7 p. 100 pendant la saison pluvieuse et le plus faible de 61,5 p. 100 en saison sèche. Le plus grand nombre d'œufs par gramme enregistré a été $1\ 036,1 \pm 0,6$ et le plus faible $358,8 \pm 0,6$. La production de lait a été significativement ($p < 0,01$) plus élevée pendant la saison des pluies (3,1 l) que pendant la saison sèche (1,5 l). La production de lait a également été significativement ($p < 0,01$) plus élevée chez les chamelles ayant mis bas 1-4 fois (3 l) que chez les femelles ayant mis bas 5 fois ou plus (1,6 l). Les femelles immatures (1-4 ans) ont eu un gain de poids quotidien significativement ($p < 0,01$) plus élevé (59,4 g) que les mâles au même âge (33,2 g). Par ailleurs, le gain de poids quotidien des dromadaires de 1-2 ans (63,1 g) a été significativement ($p < 0,01$) plus élevé que celui des 3-4 ans (29,5 g). De même le gain de poids quotidien a été significativement ($p < 0,05$) plus élevé pendant la saison des pluies (50,7 g) que pendant la saison sèche (41,9 g). La plupart des montes et des mises bas ont eu lieu pendant la saison des pluies. Le taux annuel de mises bas du troupeau a été de 42,7 p. 100. Les taux de commercialisation annuels et de croissance ont été respectivement de 4,74 et 8,9 p. 100. Le taux de mortalité des chamelons de moins d'un an a été plus élevé que celui des animaux immatures et adultes.

Mots-clés : *Camelus dromedarius* - Dromadaire - Santé animale - Productivité - Variation saisonnière - Ethiopie.

Resumen

Zelege M., Bekele T. Productividad y salud del hato de camellos en Etiopía del este seleccionó hogares semi-nómadas

El presente estudio fue conducido en camellos mantenidos bajo condiciones de manejo de pastoreo, entre octubre 1997 y septiembre 1998. La tripanosomosis fue una de las enfermedades identificadas más importante, con una prevalencia puntual máxima de 20,6% y una mínima de 5,4% para el período de toma de muestras. La tasa de prevalencia puntual de la sarna sarcoptica varió de 21,7% a 4,7% durante el mes lluvioso y seco respectivamente. La tasa de prevalencia más elevada para los huevos de estróngilos fue de 85,7% en los meses lluviosos y la prevalencia más baja fue de 61,5% en el mes seco. La EPG registrada más elevada fue de $1036,1 \pm 0,6$ y la más baja fue de $358,8 \pm 0,6$. La producción láctea fue significativamente ($p < 0,01$) más alta durante la estación húmeda (3,1 l) que durante la estación seca (1,5 l). También se registró una producción significativamente ($p < 0,01$) más elevada en camellas entre 1-4 partos (3 l) que aquellas de 5 y más partos (1,6 l). Las camellas inmaduras (entre 1-4 años de edad) mostraron una ganancia de peso diaria (59,4 g) significativamente ($p < 0,01$) más elevada que los machos de la misma edad (33,2 g). Aún más, se registró una ganancia de peso diaria (63,1 g) significativamente ($p < 0,01$) más elevada en los camellos de 1-2 años de edad que en aquellos de 3-4 años (29,5 g). De igual manera, ganancias de peso diarias (50,7 g) significativamente ($p < 0,05$) mayores se observaron durante la estación lluviosa, que durante la estación seca (41,9 g). La mayoría de los apareamientos y de los partos de los camellos fueron durante los meses lluviosos del año. El porcentaje de parto del hato fue de 42,7%. La producción comercial anual de animales y la tasa de crecimiento de hato de los camellos bajo muestra fue de 4,74% y de 8,9% respectivamente. La tasa de mortalidad de los jóvenes de menos de un año fue mayor que aquella de los inmaduros y de los adultos.

Palabras clave: *Camelus dromedarius* - Dromedario - Sanidad animal - Productividad - Variación estacional - Etiopía.

MEAT PRODUCTION AND QUALITY: TWO UNIQUE PROPERTIES OF YOUNG CAMELS

M.N. Bakkar¹ S.M. Basmaeil¹ A.A. Hamam¹

Key words: Dromedary - Young animal - Feeding - Slaughter weight - Saudi Arabia.

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - Alimentation - Poids à l'abattage - Arabie saoudite.

Eighteen one-hump black (*Majaheem*) young camels were used to study growth rate and carcass percentage. The animals were selected and bought of similar age (about six months) and weight (around 150 kg). They were assigned randomly into three feeding groups. Each group was fed two types of rations: (A) concentrated pellets 18% crude protein at the rate of 1.5% CWT; and (B) one of three types of roughage: (a) alfalfa hay, (b) Rhodes grass hay, or (c) wheat straw treated with ammonia gas. Roughage was weighed and fed *ad libitum*. The experiment was ended when animals were about 14 months of age.

Average body weights were 315, 298.8 and 291.4 kg for the three groups, respectively. Average daily gains for the three respective groups were 932, 803 and 767 g per day. Average carcass weights/kg (and carcass percentages) of each group were 180.6 (57.3%) for alfalfa, 170.7 (57.1%) for Rhodes and 168.1 (57.7%) for treated straw. Average forequarters weights/kg (and percentages to the carcass) were 98.9 (54.8%), 95.6 (56%) and 88.1 (52.4%) for the three groups, respectively. The hindquarters average weights/kg (and percentages) for the three respective groups were: 81.7 (45.2%), 75.1 (44%) and 80 (47.6%).

Eight-year records (1986-1994) on carcasses of camels, cattle and sheep were obtained from Riyadh Modern Slaughterhouse. The total number of animals killed was 3,891,301. Comparisons were made between the number of animals killed and the number of carcasses destroyed for each of the three species. It was found that on average for every camel carcass destroyed 12 carcasses of cattle and 19 carcasses of sheep were destroyed. These results show clearly that camels produce the most hygienic meat for human consumption in comparison with cattle and sheep.

1. Department of Animal Production, College of Agriculture, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

Evaluation of Saudi camel calves' performance under an improved management system

S.E. Al Mutairi¹

Key words

Dromedary - Young animal - Mortality - Growth - Saudi Arabia.

Summary

This study was carried out at the camel research station of the Range and Animal Development Research Center in Al Jouf, Saudi Arabia, under improved management feeding and veterinary care. During 14 seasons, 242 camel calves were born. Among them 137 (56.6%) were males and 105 (43.4%) were females. Birth weights were taken for 239 calves over 14 seasons. The average weight was 37.5 kg for 136 males and 37.3 kg for 103 females. The dam age and season affected the birth weight. Mortality was recorded in 38 (13.7%) camel calves between birth and three years of age. The average weight at three years was 489.3 kg and 486.6 kg for 32 males and 49 females, respectively.

■ INTRODUCTION

According to agricultural statistics, the camel population in Saudi Arabia was 790,000 in 1997 (7), which represented about 19% of the agricultural animals. However, it is facing a great challenge in the investment sector due to the lack of information about meat and milk production, calving rate, calf rearing, mortality and other essential questions related to camel husbandry. In spite of studies performed on growth rate (1, 3, 4, 5) and mortality rate in the camel (2, 6, 8), further studies are needed to provide more statistical data on camel performance and productivity.

The camel farm of the Range and Animal Development Research Center in Al Jouf was established about 16 years ago. Some camels delivered their eighth calf in the farm, which gives a good indication about camel productivity. Nearly 300 calves were born in the farm throughout the 16 years. Many data about camel husbandry, performance, production and reproduction were collected.

This study aimed to provide detailed information about the camel calves, season of delivery, birth weight, mortality rate, growth rate from birth to three years of age as well as some factors influencing birth weight and mortality rate.

■ MATERIALS AND METHODS

Data in this study were collected from the camel research station in Al Jouf from 1984 to 1999. The birth weight of most calves was recorded just after birth then weighing was performed every two

weeks until three years of age. Data about calves that died just after birth or up to the age of six months were used to study the calves' mortality rate. To study the influence of dam age on calf birth weight, only dams born in the farm were included.

Determination of seasons depended upon a clear separation of deliveries started from September to June of the following year. During the 16 production seasons, no single case of delivery was recorded at the farm in July or August.

■ RESULTS AND DISCUSSION

Incidence of deliveries

Over 14 production seasons, 242 camel deliveries were recorded. The delivery season lasted for nine months from October to June (table I), which means that the mating season of camels may also extend over the same period as the gestation period ranging from 356 to 410 days. Peak of deliveries was observed in January (27.7%) and December (21.5%), the coldest months of the year, which may have been reflected on the mortality rate. Only two deliveries (0.8%) occurred in June. The percentage of male calves in this study was shown to be higher than that of female calves (1.31 vs. 1.00).

Birth weight

The average birth weight of 239 calves by season and sex are presented in table II. The average birth weight, standard error and range of male and female calves were 37.45 ± 0.55 kg, 19-50 kg, and 37.27 ± 0.41 kg, 23-49 kg, respectively. Differences between sexes were not statistically significant. It seems that there was no risk of reaching 50 kg birth weight for newborn calves but

1. Range and Animal Development Research Center, Sakaka, Al Jouf, Saudi Arabia

E-mail: salre97@hotmail.com

Table I
Monthly distribution of deliveries

Sex	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	Total
Male	6	11	31	40	18	16	8	6	1	137
Female	6	12	21	27	18	13	4	3	1	105
Total	12	23	52	67	36	29	12	9	2	242
%	5.0	9.5	21.5	27.7	15.0	12.0	5.0	3.7	0.8	100

Table II
Average birth weight of camel calves throughout the various seasons

Ser. Num.	Season	Male			Female		
		Num.	Average*	SE	Num.	Average*	SE
1	1984-85	7	38.29	1.00	3	35.00	2.40
2	1985-86	9	38.78	1.00	9	40.88	0.73
3	1986-87	4	40.50	0.56	3	40.00	0.00
4	1987-88	6	40.67	0.80	7	37.86	1.25
5	1988-89	12	40.00	1.03	4	39.00	0.50
6	1989-90	10	40.10	1.07	8	38.00	0.61
7	1990-91	11	38.00	0.65	9	34.56	1.00
8	1991-92	8	35.25	2.54	8	36.88	1.95
9	1992-93	8	36.63	1.13	6	40.00	0.00
10	1993-94	14	37.36	0.67	6	38.33	0.38
11	1994-95	11	32.72	1.93	7	34.14	1.94
12	1995-96	15	37.07	0.98	9	34.78	1.77
13	1996-97	4	38.50	1.60	10	36.30	0.94
14	1997-98	17	35.47	1.04	14	37.86	1.25

* In kilograms

intensive care should be given to calves whose birth weight is less than 25 kg, especially during cold days. It was observed that among 136 deliveries of male calves, 70 (51.5%) were between 36-40 kg. The number of female calves in the same range was 57 (55.3%). More than 90% of the birth weights of male and female calves ranged from 31 to 45 kg suggesting that, in this study, it was the normal camel birth weight range.

Effect of season on birth weight

The season had a significant effect ($p < 0.05$) on the birth weight, while under traditional management the season exerts its effect through the availability of feed, under the improved management conditions of this study the effect of season must be attributed to other factors such as the climate. However, further studies are required to investigate these factors.

Effect of dam age on birth weight

Birth weights by parity and sex are presented in table III. Minimum weights were recorded during the first delivery season (mother age 4-5 years). The average male and female weights of camel calves in the first delivery season were 34.48 and 34.66 kg, respectively. Low calves' weight during the first delivery

season may be attributed to the small size of the dam at that age. The correlation between the mother age and the birth weight of camel calves was: $r = 0.869$ ($p < 0.01$).

Calf mortality

Among 242 calves, 38 (13.7%) died between birth and six months of age; this reflects the management system influence on reducing the mortality rate. Mortality did not differ between male and female calves (table IV).

The monthly distribution of calf mortality is presented in table V. About 66% of mortalities occurred during the cold winter months. Therefore, it is important to keep dams near delivery in wind-protected places and to transfer newborn calves to warm isolated rooms at night and during cold days and expose them to sunlight when possible.

Calf growth rate

Weights at birth and at three years of 32 male and 49 female calves are presented in table VI. The average daily weight gain was calculated from group means. The difference between male and female mature weights was not significant. The growth rate and weight of mature camels proved that the camel could be used for fattening.

Table III

Effect of dam age on birth weight of camel calves

Mother age	Mean birth weight (kg ± SE)				Overall average
	N	Male	N	Female	
1st delivery (4-5 years)	37	34.48 ± 0.73	22	34.66 ± 0.69	34.57 ± 0.7
2nd delivery (6-7 years)	22	37.68 ± 0.73	15	37.44 ± 1.03	37.56 ± 0.93
3rd delivery (8-9 years)	15	36.58 ± 1.39	16	38.06 ± 0.92	37.32 ± 1.10
4th delivery (10-11 years)	7	38.13 ± 1.75	8	40.25 ± 1.48	39.19 ± 1.52
5th delivery (12-13 years)	5	40.60 ± 1.22	2	36.33 ± 0.27	38.47 ± 0.90

Table IV

Effect of dam age on mortality in camel calves

Mother age	Num. of deliveries		Mortality (%)	
	Male	Female	Male	Female
1st delivery (4-5 years)	42	27	7 (16.67%)	5 (18.5%)
2nd delivery (6-7 years)	25	18	3 (12.0%)	3 (16.67%)
3rd delivery (8-9 years)	12	17	2 (16.67%)	1 (5.88%)
4th delivery (10-11 years)	8	8	1 (12.5%)	-
5th delivery (12-13 years)	5	3	-	1 (33.3%)
Total	92	73	13 (14.1%)	10 (13.7%)

Table V

Monthly distribution of calf mortality

Sex	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Total
Male	1	1	5	5	4	2	2	1	21
Female	-	2	3	4	4	3	-	1	17
Total	1	3	8	9	8	5	2	2	38
%	2.6	7.9	21.1	23.7	21.1	13.2	5.2	5.2	100

Table VI

Growth rate of camel calves from birth to three years of age

Sex	Num. of animals	Average birth weight	SE	Average weight (3 years)	SE	Daily gain (g/d)
Males	32	39.94	0.61	489.31	11.29	410
Females	49	37.77	0.53	468.60	9.24	393

Recommendations

1. Birth weight of camel calves varied from 31 to 45 kg with a range from 19 to 50 kg. Special care should be given to calves whose birth weight is less than 25 kg, especially during cold days.
2. As 66% of mortality cases occurred in the winter season, the dam near delivery should be transferred to a warm place where the calf will be kept under observation for a while. Special care should be provided to camels during their first delivery season.
3. Further studies about causes and preventive measures of mortality in camel calves are required.
4. More studies should be performed on the causes of weight variation between years under intensive management .
5. The growth rate of camel calves and their weight at three years of age indicate their suitability for fattening.

Acknowledgments

We wish to thank Dr. S.T. Ismail who helped in revising the manuscript and for his valuable comments, Md. Hussain for collecting data, and W. Mirandilla for providing assistance with typing and organizing the paper.

REFERENCES

1. BASMAIL S., BAKKAR M., FARIS M., ABO NAI M., AL-MUHAIZA I., ABO LIKYA I., ARAFAH I., 1994. A study on camels' productivity and utilization of their milk and meat. Final report. Saudi Arabia, King Abdulaziz City for Science and Technology, 511 p.
2. DJELLOULI, SAINT-MARTIN G., 1992. Productivity and economy of camel breeding in Tunisia. In: Proc. 1st Int. Camel Conference, Dubai, UAE, 2-6 February 1992, p. 209-212.
3. FIELD C.R., 1979. Camel growth and milk production in Marsabit District, Northern Kenya. *The camelid an all-purpose animal*, 1: 209-230.

4. HARMAS S., SHAREHA A., BIALA A., SAAD A.A., 1990. Growth of the Magrebi camel in Libya. In: Proc. Int. Conf. Camel Production and Improvement, Tobruk, Libya, 10-13 December 1990, p. 173-186.
5. ISMAIL M.D., AL MUTAIRI S.E., 1990. Production parameters of Saudi camels under improved management systems. In: Proc. Int. Conf. Camel Production and Improvement, Tobruk, Libya, 10-13 December 1990, p. 159-172.
6. KHANNA N.D., TANDON S.N., SAHANI M.S., 1992. Calf mortality in Indian camels. In: Proc. 1st Int. Camel Conference, Dubai, UAE, 2-6 February 1992, p. 89-92.
7. MAW, 1998. Indicators of agriculture and water statistics, 11th Issue. Ryad, Saudi Arabia, Department of Economic Studies and Statistics, Ministry of Agriculture and Water, p. 60-80.
8. MUSA B.G., MERKT H., 1990. Reproductive performance in the female camel (*Camelus dromedarius*). In: Proc. Int. Conf. Camel Production and Improvement, Tobruk, Libya, 10-13 December 1990, p. 87-92.

Résumé

Al Mutairi S.E. Evaluation des performances de chamelons dans des conditions d'élevage améliorées

Cette étude a été réalisée à la station de recherches camelines d'Al Jouf, Arabie saoudite, dans des conditions d'élevage améliorées sur le plan sanitaire et alimentaire. Au cours de 14 saisons 242 chamelons sont nés. Parmi eux 137 (56,6 p. 100) étaient des mâles et 105 (43,4 p. 100) des femelles. Le poids à la naissance de 239 chamelons a été relevé au cours des 14 saisons. Le poids moyen a été de 37,5 kg chez les 136 mâles et de 37,3 kg chez les 103 femelles. Le poids à la naissance dépendait de l'âge de la mère et de la saison. On a répertorié 38 cas de mortalité (13,7 p. 100) entre la naissance et l'âge de trois ans. Le poids moyen à trois ans des 32 mâles a été de 489,3 kg et celui des 49 femelles a été de 486,6 kg.

Mots-clés : Dromadaire - Jeune animal - Mortalité - Croissance - Arabie saoudite.

Resumen

Al Mutairi S.E. Evaluación del rendimiento de camellos saudíes jóvenes bajo un sistema de manejo mejorado

El presente estudio se llevó a cabo en la estación de investigación del centro de investigación de desarrollo animal y ambiental en Al Jouf, Arabia saudita, con un mejoramiento en el manejo alimenticio y en los cuidados veterinario. Durante 14 estaciones nacieron 242 camellos. Entre estos, 137 (56,6 %) fueron machos y 105 (43,4 %) hembras. Durante las 14 estaciones, se tomaron los pesos al nacimiento de 239 camellos. El peso promedio en 136 machos fue de 37,5 kg y de 37,3 kg en 103 hembras. El peso al nacimiento se vio afectado por la edad de la madre y la estación. Se registraron 38 (13,7 %) casos de mortalidad entre el nacimiento y tres años de edad. El peso promedio a los tres años fue de 489,3 kg y de 486,6 kg para 32 y 49 machos y hembras respectivamente.

Palabras clave: Dromedario - Animal joven - Mortalidad - Crecimiento - Arabia saudita.

Recommandations finales

Les recommandations finales ont fait l'objet d'une restitution à chacune des sessions rappelant la nature des communications et les points essentiels des discussions. On ne reprendra pas ici la totalité de ces comptes-rendus, mais on en présentera une synthèse.

Un premier enseignement est celui de la complémentarité entre les approches analytiques s'intéressant au modèle animal (travaux sur l'embryologie par exemple) et les études systémiques portant sur l'analyse des systèmes camélins, notamment dans leur(s) évolution(s) vers une intensification des productions. A ce titre, les conséquences environnementales de l'élevage camélin devraient être des problématiques plus souvent abordées par la recherche scientifique. Jusqu'à présent, la littérature abonde en allusions sur le rôle du dromadaire dans la préservation de l'environnement réputé « fragile » des zones arides, mais peu d'études sérieuses s'en dégagent. De la même façon, des travaux sur la modélisation économique devraient mieux approcher l'intérêt de l'élevage camélin pour les revenus des éleveurs, en particulier sur le plan de la complémentarité entre les systèmes extensifs pastoraux et les systèmes périurbains intensifs où l'élevage des jeunes nécessite une vigilance accrue.

L'adaptation du dromadaire aux conditions désertiques est proverbiale. Le chamelon paie sans doute un lourd tribut à cette adaptation. L'analyse des pratiques d'élevage montre cependant que, dans la plupart des cas, on ne peut accuser la fatalité des taux élevés de morbidité et de mortalité observés. Des efforts certains doivent être entrepris pour mieux comprendre, au-delà des pratiques favorables, la physiologie du jeune et notamment l'importance de son statut immunitaire. Quelques travaux pionniers sur le rôle du colostrum méritent d'être signalés. Mais il est clair que des réponses scientifiques fondées doivent être fournies aux pasteurs qui, dans bien des pays, considèrent que le colostrum constitue un facteur de troubles digestifs.

En amont de la physiologie du jeune, les travaux sur l'embryologie peuvent être riches d'enseignement et le développement des biotechnologies pour améliorer la reproduction de l'espèce doit s'appuyer sur une meilleure compréhension des mécanismes, comme la survie du fœtus dans le cas de transfert d'embryons ou l'efficacité de la conservation de la semence, contrainte majeure à l'efficacité des techniques d'insémination artificielle.

En pathologie, il s'avère nécessaire de renforcer les travaux sur les maladies dominantes, comme les maladies cutanées (gale, variole, ecthyma contagieux) et parasitaires (trypanosomes), mais aussi sur les approches épidémiologiques pour les maladies d'étiologie multifactorielle (maladies du jeune, troubles respiratoires) en relation avec une meilleure compréhension des pratiques d'élevage. Les études sur les diarrhées, par exemple, ne devraient pas se contenter des seules analyses microbiologiques, mais elles devraient s'étoffer par l'analyse des facteurs de risque (approche écopathologique). Cela implique des études parfois lourdes en milieu réel.

Enfin, plus globalement, il apparaît nécessaire de s'engager dans des recherches à caractère plus « opérationnel » et moins académique, autrement dit de répondre davantage à la demande sociale des éleveurs camélins. De nombreuses études étant réalisées, il serait opportun que s'établisse une restitution routinière aux producteurs de la part des chercheurs travaillant « en milieu réel ». Dans certains pays, les travaux de recherche ont quelques difficultés à sortir des stations et posent peu les problèmes des contraintes de l'élevage des jeunes tant en milieu pastoral extensif qu'en milieu intensif.

Les réunions internationales sur les camélidés doivent enfin sortir des généralités sur l'élevage et se focaliser plus souvent sur des thèmes plus particuliers, plus à même de faciliter des avancées sérieuses dans la connaissance de cette espèce. C'était en particulier l'ambition de ce séminaire.

Bernard Faye
Chef du programme Productions animales, Cirad-emvt
Co-organisateur du séminaire d'Ouarzazate



First announcement



Second International Symposium on Candidate Genes for Animal Health Montpellier - France August 16-18, 2002

■ Invitation

Following the First International Symposium held in Rostock (Germany) in 1999, the Second International Symposium on Candidate Genes for Animal Health will be organized by CIRAD and INRA in Montpellier (France) in August 2002.

The symposium will follow the 28th ISAG Conference in Germany and will be linked to the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, (WCGALP), which will also be held in Montpellier August 19-23, 2002.

The close linkage between these meetings will allow people interested in animal disease genetics to participate and compare complementary quantitative and molecular approaches.

The Centre international en recherches agronomiques pour le développement (CIRAD) and the Institut national de la recherche agronomique (INRA) are very happy to invite all the distinguished scientists from all over the world to join us and contribute to this symposium.

■ Place and accommodations

The symposium will take place at CIRAD-Lavalette in the northern part of Montpellier, the 8th city of France, located in the South on the Mediterranean seaside. The International Airport is 15 min from the town center where the main train station is located. Accommodations will be available at local hotels, university campus and youth hostels in Montpellier.

■ Sessions of the Scientific Program

- Strategies of the candidate gene approach
- Mechanisms of defense against infections
- Genetic resistance/susceptibility to
 - bacterial diseases
 - viral diseases
 - parasitic diseases
 - non-conventional diseases (prion, etc.)
 - metabolic diseases
- Breeding programs
 - Conventional
 - Marker-assisted selection
 - Introgression and/or gene transfer
- The Future...

All the animal models of zootechnical and economical interest are concerned including domestic animals, wildlife, aquaculture, etc.

■ Final registration

To receive the final announcement and registration form, please copy and fill out the enclosed Reply Part and send it by fax or regular mail to the coordinator, Dr. J.C Maillard. You can also send an e-mail to maillard@cirad.fr, including your full address, and ask to be put on the mailing list for the CGAH Symposium. For online final registration, the website <http://cgah.cirad.fr> is available.

■ Call for Abstracts

Detailed scientific programs and call for abstracts will be mailed before Summer 2001. Deadline for the poster abstracts will be in December 2001. The scientific committee will select the posters which will be proposed as oral presentations.

Second International Symposium on Candidate Genes for Animal Health

Reply Part:

First name:

Family name:

Title:

Organization/Institution/University:

.....

.....

Postal address:

.....

.....

(Zip) Code and City:

Country:

Phone:

Fax:

E-mail:

Coordinator:

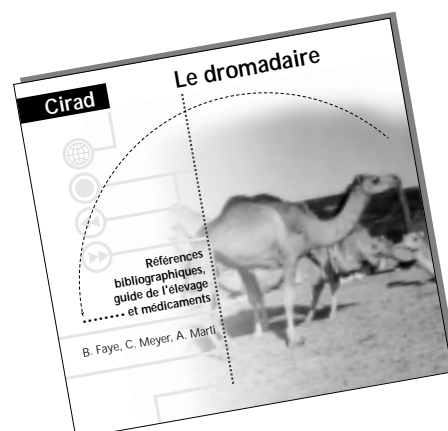
Dr J.C MAILLARD,
CIRAD-EMVT
TA30/G, Campus de Baillarguet,
34398 Montpellier Cedex 5, France
Fax: +33 (0)4 67 593 798
maillard@cirad.fr - <http://cgah.cirad.fr>



Le dromadaire

Références bibliographiques,
guide de l'élevage et médicaments
B. Faye, C. Meyer, A. Marti - Cédérom PC

1999, ISBN : 2-87614-369-0, texte en français
Référence : 750 - Prix 400 F (60,98 euros)



Dans le développement des territoires semi-arides et désertiques de l'Afrique et de l'Asie, le dromadaire occupe une place centrale. Il permet aux populations pastorales et agricoles de vivre dans un milieu souvent défavorable. Ses capacités remarquables d'adaptation à la sécheresse et à la sous-nutrition font de son élevage un atout majeur dans la lutte contre l'avancée du désert. Ce cédérom met à la disposition des chercheurs, des éleveurs et des agents du développement une base de données bibliographiques de plus de 7 100 références (dont 140 accessibles en texte intégral), une iconographie très riche ainsi que le contenu intégral, revu et complété, de l'ouvrage *Guide de l'élevage du dromadaire*, de B. Faye (Sanofi, 1997).

The dromedary. Synopsis information on the dromedary, rearing and remedies. The dromedary is of crucial importance in developing semiarid and desert areas of Africa and Asia. It enables pastoral and agricultural populations to live in an often inhospitable environment. The dromedary's remarkable adaptability to drought and food shortages make rearing a major weapon in fighting desertification. This CD-ROM provides researchers, livestock farmers and development workers with a bibliographical base of over 7100 references (140 in full text), 300 illustrations and the full, revised text of a guide to dromedary rearing by B. Faye (Sanofi, 1997).

Les commandes sont à adresser à :

La librairie du Cirad
Avenue Agropolis - TA 283/04 - 34398 Montpellier Cedex 5 - France
Tél. : 33 (0) 4 67 61 44 17 - Fax : 33 (0) 4 67 61 55 47
Email : librairie@cirad.fr - Internet : <http://www.cirad.fr>