

Sommaire / Contents

SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET FILIÈRES LIVESTOCK FARMING SYSTEMS AND VALUE CHAINS

95-101 Online camel milk trade: new players, new markets (update). *Commerce en ligne du lait de chamelle : nouveaux acteurs, nouveaux marchés (Actualisation).* Konuspayeva G., Faye B., Duteurtre G. (in English)

PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS

103-108 Efficacité de deux protocoles CoSynch chez les vaches zébus Goudali. *Efficacy of two CoSynch protocols in Gudali zebu cows.* Kouamo J., Younoussa Y., Elhadji Hayatou S., Diddiwa S., Hassan Abouame T. (en français)

SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

109-116 Transhumance transfrontalière du bétail et répartition spatiale de la brucellose en Côte d'Ivoire. *Cross-border livestock transhumance and spatial distribution of brucellosis in Côte d'Ivoire.* Oyetola W.D., Diéne M., M'Bari K.B., Bonfoh B., Bada Alamedji R. (en français)

117-123 Animal diseases and zoonoses at a municipal slaughterhouse in Southwest Nigeria: Three-year retrospective survey (2014–2016). *Maladies animales et zoonoses dans un abattoir municipal du sud-ouest du Nigeria : enquête rétrospective sur trois ans (2014-2016).* Adebowale O.O., Ekundayo O., Olasoju M., Oladejo O.O., Awoseyi A.A. (in English)

ISSN 1951-6711

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

Directrice de la publication / *Publication Director:*
Elisabeth Clavier de Saint Martin, PDG / *President & CEO*

Rédacteurs en chef / *Editors-in-Chief:*
Denis Bastianelli, Vincent Porphyre, Frédéric Stachurski

Rédacteurs associés / *Associate Editors:*
Christian Corniaux, Guillaume Duteurtre, Bernard Faye,
Flavie Goutard, Philippe Holzmüller

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

Secrétaire de rédaction / *Editorial Secretary:*
Carmen Renaudeau

Traductrices/*Translators:*
Marie-Cécile Maraval (anglais),
Anna Lon Quintana (espagnol)

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

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC ADVISORY BOARD*

Hassane Adakal (NER), Nicolas Antoine-Moussiaux (BEL),
Mohammed El Khasmi (MAR), Philippe Lescoat (FRA),
Hamani Marichatou (NER), Ayao Missohou (SEN),
Harentsoaniana Rasamoelina-Andriamanivo (MDG),
Jeremiah Saliki (USA, CMR), Jeevantee Sunita Santchum (MUS),
Hakim Senoussi (DZA), Taher Srhiri (MAR),
Jean Zoundi (BFA, FRA)



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

Cirad, Montpellier, décembre 2022

Online camel milk trade: new players, new markets (Update)*

Gaukhar Konuspayeva^{1,2**} Bernard Faye^{1,2}
Guillaume Duteurtre²

* This is an updated English version of the article published in French under the reference: Konuspayeva G., Faye B., Duteurtre G., 2021. Commerce en ligne du lait de chamelle : nouveaux acteurs, nouveaux marchés. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (3): 137-144, doi: 10.19182/remvt.36746

Keywords

Camel milk, consumption, exports, international trade, electronic commerce

© G. Konuspayeva et al., 2022



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

Accepted: 14 November 2022

Online: 24 November 2022

DOI: 10.19182/remvt.37041

Summary

The rapid growth of the dromedary and Bactrian camel population worldwide aims in part at satisfying a growing demand for camel milk. We analyze these changes by studying the recent arrival of online trade of camel milk products. This study highlights the emergence of actors involved in the intensive production of camel milk, but also in the trade of milk powder, fermented milk and cheese. These new camel milk entrepreneurs are located for the most part in countries without camel farms, notably in Europe, the United States, Canada and several emerging countries. The prices of milk sold over the Internet are extremely variable, highlighting a market that is under construction. The emergence of this trade reflects a dualistic innovation process. This entrepreneurial dairy economy based on exchanges between intensive livestock farms and distant consumers sharply contrasts with a local dairy economy based on periurban trade in fresh milk, which is strongly correlated with pastoral systems. We conclude with research and development recommendations to make the online trade of camel milk more inclusive.

■ How to cite this article: Konuspayeva G., Faye B., Duteurtre G., 2022. Online camel milk trade: new players, new markets (Update) [translation and update of the original French article published under doi 10.19182/remvt.36746]. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 75 (4): 95-101, doi: 10.19182/remvt.37041

■ INTRODUCTION

For a little more than two decades, there has been a growing interest in camel production, which has led in particular to the rapid growth of the camel herd in several countries. The growth rate of the camel herd worldwide thus exceeds that of other species of domestic herbivores, except for the goat (Faye, 2020). Some people even mention a real enthusiasm for camel products (Faye, 2018a) that can be associated with three main factors. Firstly, climate change, which is evidenced by an increase in rainfall irregularities and by the aridification of some environments, has resulted in an expansion of camel breeding areas, particularly in the semi-arid regions of Africa (Jones and Thornton, 2009; Faye et al., 2012). Secondly, the growing integration of livestock into the market economy has enabled the gradual development of camel products trade, particularly camel milk. Merchandizing camel products has been based on the development of milk collecting systems and processing units that sell various types of dairy products on local, regional and even international markets

(Faye, 2016). And thirdly, camel products (milk, meat or wool) are credited with dietary and medicinal virtues, real or supposed, which motivate their consumption for food and non-food uses (cosmetics, clothing) (Yadav et al., 2015).

To understand the dynamics of this new interest in camel breeding and its products, this article focuses on the online camel milk trade. Indeed, the consumption of camel milk is experiencing an unprecedented boom in many countries. Whereas until recently it remained limited to self-consumption on farms, there is today a rapid increase in sales to urban areas (Sraïri et al., 2019). However, because of the distance of consumers from production areas, the actors of this new trade have been resorting for several years to Internet sales. After reviewing the developments in the production and consumption of camel milk worldwide, we analyze these innovations by proposing a precise description of the marketed products, their production conditions, as well as a systematic study of the websites involved in the online trade.

■ CAMEL MILK: A RAPIDLY EXPANDING PRODUCTION

The actual production of camel milk on a global scale is very poorly known for many reasons: low market integration until recently, remoteness of production areas with difficult access to consumption areas, low percentage of processed products, and above all importance

1. Al-Farabi National Kazakh University, Almaty, Kazakhstan.
Kazakh Research Institute of Livestock and Fodder Production,
51 Zhandosov str., 050035, Almaty, Kazakhstan.

2. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France.
SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.

** Corresponding author

Email: konuspayevags@hotmail.fr

of self-consumption. The self-consumed part indeed largely prevails although it is difficult to quantify it. Even in Saudi Arabia, where the sector is experiencing some structuring, the share of milk produced in the Bedouin system that is entirely unintegrated into the dairy market represented, according to an estimate in the north of the country, 62% of camel milk and, of the sample of farms monitored in this study, only 13% supplied the market (Faye et al., 2014a).

The share of self-consumed milk is probably higher in countries where camel farming areas are very distant from urban centers (e.g. Sahelian countries) and less so in smaller countries with good road and logistics infrastructure (e.g. Gulf countries). In any case, in spite of the lack of data, self-consumption of camel milk is widespread. Extensive pastoral livestock systems do not lend themselves well to the economic enhancement of camel milk.

Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations statistics show a world production of 3.15 million tons of milk in 2020, which, given what is reported above, appears to be greatly underestimated. Based on the FAO's reference alone, camel milk represents only 0.37% of the milk consumed in the world, which makes it yet a marginal product, even if this proportion has doubled since 1961 (0.18%). Moreover, with 23% of she-camels devoted to milk production, these species appear to be more commonly bred for this type of speculation than cows, of which only 18% are devoted to milk production (FAOstat, 2022). Based on this proportion and considering the world population of large camelids estimated at 38.5 million (FAOstat, 2022; Faye, 2021), there would be almost nine million milking camels in the world, of which about half (4.5 million) would be lactating, the cycle of the camel being two years on average. Based on an average of about 1500 liters of milk per lactation (Faye, 2004; Abdalla et al., 2015), i.e. roughly four liters per day, the annual world production can be estimated at 6.6 million tons of camel milk (Figure 1).

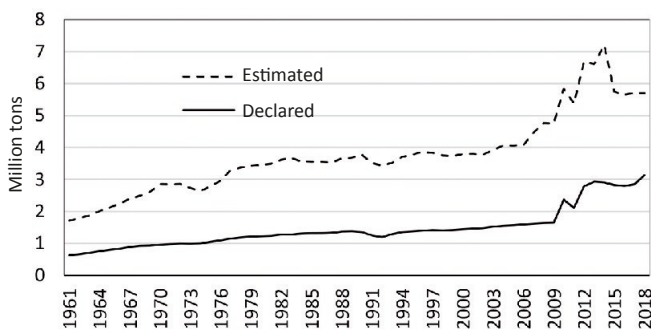


Figure 1: Camel milk production (× 1000 t) in the 48 countries officially reporting camel livestock in FAOstat database, 1961–2018 // Production de lait de chamelle (× 1000 t) dans les 48 pays déclarant officiellement un cheptel camelin dans la base FAOstat, 1961–2018

These estimates are still well behind the quantities produced by other dairy species on a global scale. However, if we refer only to countries officially declaring a camel herd (48 countries listed), the share of camel milk production is higher than that of ewes. The share of camel milk in production by country varies from 0.001% (Russia) to 44.6% (Somalia), and even 60% in Western Sahara, an area included in the Saharan provinces of Morocco by the FAO since 2019 (Figure 2).

Overall, camel milk production in the world, as estimated by the FAO, has increased fivefold since 1962. This surge corresponds to an annual growth rate of 7%, more than double the growth rate of cow milk, and more than triple the growth rate of small ruminant milk (FAOstat, 2022).

One of the major changes in camel milk production in recent decades is the emergence of intensive dairy farming systems characterized by an end to herd mobility (Chamekh et al., 2020). Central Asian countries in the Soviet era and now Gulf countries have been pioneers in this field. Dairy intensification in the camel industry involves the possibility of raising camels for production in the same way as dairy cows by using all the practices that have led to unprecedented dairy development in the Western world: use of reproductive biotechnology (artificial insemination, embryo transfer), machine milking, disease prevention, rational feeding, sedentarization, performance control, and genetic selection (Faye, 2018a; 2018c).

However, if the camel production potential can be easily compared to that of zebus raised in tropical areas, it is lower than that of selected dairy cows because of a reproductive cycle twice as long, the unsuitability of milking machines used in cattle breeding, and more specific feeding needs (Nagy et al., 2015; Ayadi et al., 2018; Faye, 2016). As a result, the production costs of camel milk in intensive farms are high and the economic result of an intensive camel farm can only be profitable with a high milk selling price. This is currently largely the case since in most producing countries camel milk is marketed at a price two to three times, or more, higher than that of cow milk (Faye et al., 2014b). In the absence of adequate genetic selection and development of reproductive biotechnologies outside of research stations (Faye, 2018b), the increase in dairy performance will remain limited to the selection of the best few dairy camels on intensive farms despite recent breakthroughs in the knowledge of the genetic potential of the species (Al-Abri and Faye, 2019; Burger et al., 2019).

■ CONSUMPTION ACROSS THE WORLD

The consumption of camel milk per inhabitant per year is difficult to estimate given the considerable proportion of milk consumed by pastoral populations. For example, in a survey conducted in the outskirts of N'Djamena (Chad), Koussou (2008) reported that the share of camel milk consumed by households varies from 1.7 to 30% of available milk, with an average of 7.4%. These are households that are

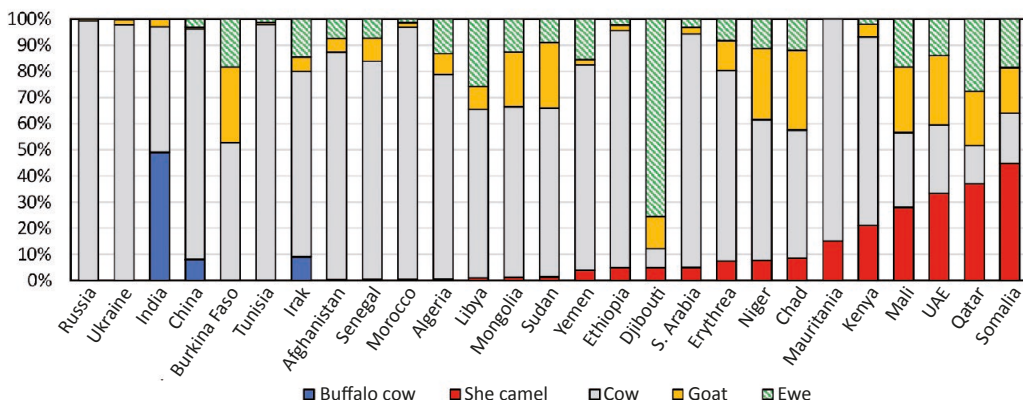


Figure 2: Proportions of milk from different species in the 28 countries reporting national camel milk production (calculated from estimated or reported productivity data by country in 2019; FAOstat, 2021) // Proportions de lait des différentes espèces dans les 28 pays déclarant une production nationale de lait de chamelle (calculées d'après les données de productivité estimées ou déclarées par pays en 2019 ; FAOstat, 2021)

seasonally established around the capital and are therefore integrated into the urban market. Self-consumption is much more prevalent in areas that are far from consumption basins.

As a first estimate and based on the human population recorded in FAOstat, the consumption in camel-milk producing countries would have varied from 0.40 liter/capita/year in 1961 to 0.82 liter/capita/year in 2020, i.e. a slight increase with very contrasted results depending on the country. In most concerned countries and not just in the highly populated ones mentioned above, consumption is often limited to certain regions. This is particularly the case in Maghreb countries where camel milk is a product of Southern regions, but also in some Sahelian countries where camel milk is consumed only or nearly only in Saharan areas (Mali, Niger) or in arid lowlands (Ethiopia, Kenya). Consequently, calculating an average per capita consumption based on the entire population grossly underestimates the role of camel milk in the consumption of dryland households, especially since human population growth is lower in drylands. Unfortunately, little data is available on the subject. For example, in pastoral areas of Kenya, a study of 202 households shows that camel milk accounts on average for about 20% of total household food expenditures, with over 60% of households reporting consuming camel milk (Elhadi et al., 2015). Important seasonal variability is observed, with expenditures for camel milk ranging from 14% in the rainy season to 28% in the dry season. In terms of quantity, this represents two liters per day per household in the rainy season, and 2.5 liters in the dry season, which is more than twice that of cow milk on a yearly basis. The average household size being six persons, consumption reaches about 135 liters/capita/year, i.e. a much higher proportion than the national average.

Moreover, it should be noted that camel milk consumption is not limited to producing countries, but it is also present in Northern countries. A trade is gradually emerging, even if it does not appear in customs statistics nor in FAO data. A few years ago, it could be stated that camel milk was the focus only of a local or sometimes national market, as there was no international market (Faye and Konuspayeva, 2012). This is no longer the case today. Merchandizing camel milk, as mentioned above, has in fact allowed this product to develop on a larger scale, especially in urban areas, either through informal channels by selling milk directly from periurban farms (Koussou et al., 2012), or through formal channels after processing in dairies and selling via distributor networks including supermarkets. The introduction of camel milk on the market has resulted in two main changes: (i) the diversification of the products offered and (ii) the globalization of its sale. Product diversification will be discussed in another publication. In the present study, we were interested in the sales of camel dairy products by Internet.

■ ONLINE TRADE

Reserved for a long time as a gift to a passing guest or for the needs of the extended family or the encampment, camel milk remained for a long time outside of commercial transactions. In many pastoral societies, selling was a taboo and has long been an obstacle to the emergence of a local trade (Abeiderrahmane, 1997). Ongoing changes in both camel production systems (Faye, 2018c) and urbanization have led to the emergence of a camel milk market (Faye and Konuspayeva, 2017). Initially limited to local sales, this trade has recently been internationalized with the development of camel milk powder. This long-distance trade has understandably benefited from the growth of new possibilities offered by online trade.

In 2022, there were two major camel milk powder resale platforms (Ali-Baba and Amazon) and a large number of other specialized resale sites. Ali-Baba, the Chinese platform, offers a very wide range of products, some of which can be found in Table I, although it is far from exhaustive (33 out of 138 listed on Ali-Baba's website).

One observes that the prices per kilogram vary greatly, with powder varying from 0.1 to 330 USD, and an average of 1 USD per kilogram per ton purchased. Such variability can be attributed to (i) sales units (the packaging unit for wholesale bulk milk is usually a 25-kg bag, but packaging is also highly variable for retail, as shown by the different origins of suppliers; Figure 3), and (ii) the quality of the product sold and the reliability of its origin.

It should be noted that the suppliers are not necessarily the producers, most of them being only resellers. Specialized online sales sites offer more diversified products in lower volume units. This is the case of Desert Farms in the United States, which offers products from US and European dairy camel farms (Table II).

In France, the www.camel-idee.com/ website also offers a range of products such as health-enhancing foods at higher prices than competitors (Table III), with the origin of milk mainly from the farm in Dubai.

In the Netherlands, Mr. Smits' dairy camel farm also proposes its own camel milk products to the European network via its e-commerce

Table I: List of some camel milk suppliers on Ali-Baba sales platform (China) (www.alibaba.com/trade/) /// Liste de quelques fournisseurs de lait de chamelle sur la plate-forme de vente Ali-Baba (Chine) (www.alibaba.com/trade/)

Supplier	Country	Packaging type	Price (USD/unit)
Shree Krishna Enterprise	India	1 kg	10-15/kg
Shop Globally LLC	Georgia	200 g	100/kg
Eurasia Invest Ltd LLP	Kazakhstan	1 kg	125/kg
Camel'Idée	France	100 g	250/kg
Xi'an Silk Road Dairy Co Ltd	China	330 g	330/kg
Tristan Morris	Canada	25 kg	200/t
Avenorte Avicola Ltda	Brazil	25 kg	350/t
INT Exporter Pty Ltd	United Kingdom	25 kg	500/t
Europe Distributor Pty Ltd	Finland	200 g	600/t
Refiwe Imp.& Exp.	South Africa	25 kg	700/t
Spinel Co.	Thailand	25 kg	1200/t
Agrosul Agroavicola Ind.	Brazil	24 kg	100-1000/t
Sam speed Imp.Exp. Sasu	France	25 kg	150-1800/t
Eldos Hijos Food House	Philippines	25 kg	350-400/t
SARL De Canolle	France	25 kg	400-700/t
Safeway Agro LLC	Ukraine	25 kg	400-450/t
Morgan's Choice	Canada	50 kg	437-835/t
Rotur Lawncare Service	Canada	25 kg	450-550/t
Trilium group	Canada	25 kg	450-600/t
United SA Agri supplied	South Africa	25 kg	500-700/t
Globe Exp Imp Pty Ltd	Germany	25 kg	600-800/t
HBK90 Ltd	United Kingdom	25 kg	730-920/t
Global Trade Impex Ltd	United Kingdom	25 kg	800-1200/t
Donovan Exp. Co. Ltd	Thailand	2 kg	800-1200/t
Wamenya Trading	Netherlands	25 kg	850-900/t
Carl Marketing	Canada	20 kg	950-2000/t
Baba Thai Group	Thailand	2 kg	1000-1500/t
Tatian NSAN	Thailand	25 kg	1200-2500/t
C&M International LLC	United States	5 kg	1350-1450/t
MHS TJYSK Group LLC	United States	6 kg	1350-1400/t



Figure 3: A few packages of camel milk powder and suppliers' names on Ali-Baba online sales site (China) /// Quelques emballages de lait en poudre de chamelle et nom des fournisseurs sur le site de vente en ligne Ali-Baba (Chine)

website www.oasismilk.com/fr/camel-milk-powder-and-capsules/ (Table IV).

In Paris, the Chamelait company (United Arab Emirati origin) also sells camel milk powder in 100-g packages at 19.99 EUR, i.e. nearly 200 EUR/kg (<https://fr-fr.facebook.com/chamelait>). Canada and India comprise the largest number of camel milk powder suppliers

Table II: Food products made from camel milk available at <https://desertfarms.com/collections/camelmilk> /// Produits alimentaires à base de lait de chamelle proposés sur le site <https://desertfarms.com/collections/camelmilk>

Product	Unit	Price (USD)	Price (USD/kg)	Price (USD/kg ME*)
Fresh milk	16 oz	18	40.5	40.5
Fresh milk	8 oz	10	45	45
Frozen milk	16 oz	18	40.5	40.5
Frozen milk	8 oz	10	45	45
Frozen Kefir	16 oz	17	38.1	38.1
Milk powder	420 g	120	285.7	34.4
Milk powder	200 g	74	375	45.1

* ME: milk equivalent; 1 kg milk powder = 8.3 kg ME /// * ME : équivalent lait ; 1 kg lait en poudre = 8,3 kg ME

Table III: Products available on the Camel'Idée online shop in France /// Produits proposés sur le site de vente en ligne Camel'Idée en France

Product	Unit	Price (EUR)	Price (EUR/kg)	Price (EUR/kg ME*)
Milk powder	100 g	19.5	195	23.40
Raw or frozen milk	7 × 500 ml	67.5	19.2	19.20
Milk powder	5 × 10 g	12	240	28.90
Milk powder	100 g	22.5	225	27.10
Pasteurized milk	235 ml	5	21.2	21.20

* ME: milk equivalent; 1 kg milk powder = 8.3 kg ME /// ** ME : équivalent lait ; 1 kg lait en poudre = 8,3 kg ME

with 26 and 20 companies involved, respectively. Among the other suppliers, the largest number of companies are located in Germany, Thailand, Austria and Hungary.

One notes that with the exception of India, China, the United Arab Emirates, Kazakhstan and Australia, most suppliers/resellers are located in countries without camel breeding (European countries, United States). Among the suppliers of camel products, there is a Moroccan company, Prodigia Sarl, but it only markets traditional cosmetic products including camel milk soaps.

Few suppliers are currently likely to market camel milk powder in Europe. Except for milk produced in Europe by Mr. Smits' farm in the Netherlands (www.kamelenmelk.nl) and the United States farms delivering their products on the Desert Farms site, to our knowledge only the Camelicious farm in Dubai was able to obtain European Union authorization to export its milk to Europe after a process of several years involving not only the production but also all state control systems (Nagy et al., 2014). Whereas the number of suppliers/resellers of camel products is fairly large at global level, the number of producers/processors on the international market seems to be limited; hereafter we provide a fairly complete list.

Camelicious (<http://camelicious.ae/product-category/premium-long-life-camel-milk/>): One of the world's largest dairy camel farms (over 6000 animals in 2021), it is based in Dubai. Established in 2006, the farm today produces more than two million liters of milk

Table IV: Products available on the online sales site of Mr. Smits' farm in the Netherlands /// Produits proposés sur le site de vente en ligne de la ferme de M. Smits aux Pays-Bas

Product	Unit	Price (EUR)	Price (EUR/kg)	Price (EUR/kg ME*)
Milk powder	425 g	65	153	18.40
Capsules of milk powder	60 g	10.5	175	21.10
Pasteurized milk	7 × 500 ml	49.5	14.1	14.1

* ME: milk equivalent; 1 kg milk powder = 8.3 kg ME /// * ME : équivalent lait ; 1 kg lait en poudre = 8,3 kg ME

per year (Nagy et al., 2013). Its production is transformed *in situ* into products including milk powder. The farm is certified for export to Europe and its products are very present on the European market, but also in Saudi Arabia, the United States, Russia, China, and Malaysia.



Daulet-Beket Farm: This large farm, established in 2003 in Kazakhstan about 145 kilometers from Almaty, owns over 6000 camels (dromedary and Bactrian) and produces traditional fermented camel milk (*shubat*), camel milk candy (*balkaimak*), traditional cheese (*qurt*) for the national market, but also the regional markets in the form of drinkable yogurt for Russia. Recently in 2020, camel milk powder (Sydyk™) production has begun and sales to national and Chinese markets were launched in 2021 (Konuspayeva et al., 2022).



QCamel (<https://qcamel.com.au/>): This Australian supplier located in Queensland has a camel farm run by the Brisbane family, founders of the Australian Camel Industry Association. Established in 2006, the dairy farm went on to develop its own operation. Accredited in 2014, it produced the first pasteurized camel milk in Australia. Today, QCamel also produces smoothies, yoghurts, powders, bipowders and cosmetics. These products are sold to over 80 retailers across Australia and exported to New Zealand and Singapore.



Vital Camel Milk (www.vitalcamelmilk.com/): One of the few African suppliers and one of the first camel milk dairies (except for Tiviski in Mauritania). The dairy started its processing operation in Nanyuki, Kenya, in June 2005. It produces pasteurized milk, fermented milk (*susa*), yoghurt drinks and ice cream. The products are available in supermarkets and stores in Nairobi and major cities. The company also exports to South Africa. The camel milk industry in Kenya is characterized by its dynamism and involvement in local development.



Desert Farms (<https://desertfarms.com/>): Launched by a Saudi who emigrated to the United States, then developed by the Amish community, this initiative was subsequently based on milk processing by eight family farms in different states of the country (Missouri, Ohio, Indiana and Pennsylvania). This supplier sells online fresh, pasteurized, frozen milk or milk powder throughout North America. The initiative also includes five European farms (in Sweden, Germany, Netherlands and Switzerland) that provide part of the supply on the European Continent. These farms are not necessarily milk producers, but they are above all resale places for the milk of the European network and in particular of the Smits farm in The Netherlands.



Aadvik Foods (<https://aadvikfoods.com/>): Camel milk has been processed in this dairy directly from camel breeders in the states of Gujarat and Rajasthan in India since 2016. It provides its services to more than 200,000 regular customers in the country. The line includes milk powder in different packages, frozen milk, milk chocolate and various cosmetic products. Their market is mainly national, but part of the milk powder is exported to China.

Camel Milk Co. (www.thecamelmilkco.com/all-products): This recently founded (2015) United States company is based in Colorado and sells on its website mainly frozen milk (in different volumes) and camel milk soap. However, its sales network is limited to the national level.



UK Camel Milk Co. (www.ukcamelmilk.co.uk/): Founded in 2013, the company's main focus is the supply of camel milk and camel products to the United Kingdom and the rest of the world. The products offered include freshly frozen raw milk, milk powder, capsules, soaps and creams. All these products actually come from the Smits farm in the Netherlands.



Camel Dairy Farm Smits: This is thus a Dutch camel dairy farm located in the village of Berlicum near Hertogenbosch. It includes about 80 camels imported from the Canary Islands of which about 25 are milked, providing about 175 liters of milk per day. It is part of the Desert Farms network. Frank Smits founded the company in 2006. It is the first large-scale camel dairy farm in Europe. In addition to sales on the Dutch domestic market, camel milk is exported to the United Kingdom (UK Camel Milk Co.), Belgium, Germany, Austria, France and Sweden.

A new large camel dairy farm, La camellerie, settled by Julien Job in the north of France, got its agreement in 2022 to sell pasteurized, fermented camel milk and camel milk cheese.



Xinjiang Wangyuan Camel Milk: This major Chinese group based in Xinjiang offers a wide range of food products on the national market, including camel milk products – powder and liquid milk. A large part of the group's activity is directed toward the production of infant foods containing camel milk. Their products are present on the Chinese market and the company is one of the main suppliers of the Ali-Baba platform.

■ WHAT PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THIS MARKET?

Many uncertainties remain regarding the international dynamics of camel milk trade. There is probably a significant discrepancy between the volumes apparently available on the Ali-Baba online sales site (particularly for milk powder) and the actual number of players identified on the export market. A quick estimate suggests that the international market potential, based on current suppliers, would not exceed 8500 tons of camel milk per year, which in theory represents barely 0.3% of the world production potential. Overall, the share of camel milk available on the export market is therefore very low compared with the 9% of cow milk traded internationally. This shows the considerable potential for progress for this product, even if it can never become a substitute for cow milk.

These promising prospects for camel milk international trade are underlined in some experts' reports. One of them (Global Camel Milk Powder Market 2019, www.absolutereports.com/global-camel-milk-powder-market-14901992) estimates the annual growth rate of this market at 3.9% between 2011 and 2018. The same report estimates that the market could grow at an annual rate of 8% for the period 2019–2024. In this context, growth as in many other agricultural sectors is driven by the Chinese market. The same report estimates the Chinese camel milk powder market to be 99.56 million USD in 2019 and to reach possibly 189.36 million USD by 2027, growing at a rate of 8.4% from 2020. Europe, however, is not left behind. According to the same source, the value of the camel milk powder market would have reached 445.04 million USD in 2019 and, with an annual growth of 9%, could reach 881.36 million USD in 2027. The leading European countries are Germany (19.0% of the market in value in 2019), France (15.9%), Great Britain (13.9%),

Russia (9%) and Italy (7%). This share is expected to remain stable over the period 2020–2027. The other European countries involved in this market are, in order of importance, Austria, Poland, Portugal, Spain, Turkey (where a camel milk sector is emerging), the Netherlands, Ireland, Denmark and Belgium.

International trade appears to be strongly supported by the health benefits attributed to camel milk, although there are very few market studies to validate this hypothesis. The enthusiasm of some consumers for this milk is reflected in its price, which is significantly higher than that of cow milk. It does not in any way constitute a substitute milk. Its price and volume of production restrict it to a niche production, which can be explained by high production costs, still underdeveloped consumption, and the absence of international standards.

We feel there are three essential elements to take into account to explain the growth of the camel milk market: (i) the richness and originality of the milk composition, which are commercial advantages for consumers, (ii) the diversified offer of processed products (flavored milk, *laban*, cheese, ice cream, yoghurt, whole and skimmed milk powder, infant formula, cosmetic products), and (iii) the high diversity of commercial channels used to market these products (supermarkets and medium-sized stores, specialized stores, networks of 'nature' or 'wellness' stores, online trade, etc.). In fact, the Covid-19 pandemic has boosted sales in several regions. On the evidence that camelid immunoglobulins allow the development of therapeutic antibodies (Dong et al., 2020), several experts have suggested the potential effect of camel milk to increase anti-Covid-19 immunity. This new commercial argument has resulted in a significant increase in demand and price of camel milk in some countries such as Kazakhstan (Nagy et al., 2020). This enthusiasm for the possible immunostimulant properties of this milk has also increased the volume of exports (Anon., 2019). Thus, the Chinese demand for camel milk produced in Kazakhstan increased by 20% during the health crisis (www.china-daily.com.cn/a/202007/06/WS5f0288dda310834817257656_3.html).

■ CONCLUSION

The analysis of online camel-milk sales sites highlights the emergence of new actors investing in the camel milk sector. Although nomadic pastoral livestock production remains dominant in most livestock countries, our study highlights the emergence of new entrepreneurs who are investing in more intensive livestock production, and who are taking over trade and processing of processed products. Most new camel milk entrepreneurs settled in countries without camel farms, particularly in Europe, the United States, Canada and several emerging countries (Brazil, China, South Africa).

The dynamics of the online camel milk trade thus reflect a dual innovation dynamic. On one hand, the emergence of intensive production units targeting a long-distance market reflects the emergence of an entrepreneurial economy. This economy, which relies in particular on online sales, appears relatively disconnected from pastoral dynamics; the result of new private investments is what makes it possible to meet a new urban demand. This form of extraterritorial camel economy testifies to the search by consumers for new identity-based, health-enhancing, sustainable or functional products. On the other hand, the development of periurban dairy production workshops participates in the development of a local camel economy. Pastoralists, who practice grouping of females and improve feeding practices marginally, initiate these workshops. These locally based sales, limited to towns near pastoral areas, are giving rise to the emergence of a much more inclusive economy, i.e. one that is highly correlated with family farms and pastoral territories (Duteurtre, 2019).

Because of its qualities, the dairy camel is a pastoral wealth and has thus become a productive capital mobilized by the actors of the digital economy. This new perspective emphasizes that the technical and economic dimensions of trade in livestock products are coupled with more social and even sociopolitical dimensions that must be addressed (Duteurtre and Faye, 2009).

The development of this dual economy raises new research questions. It involves a better understanding of the characteristics of camel milk from the more intensified systems, and their health and nutritional properties. The emergence of this new trade also raises the need for regulation to control sales in markets where there are no quality standards. Entrepreneurs also face many technical constraints in developing new dairy products. Moreover, it involves assessing the impacts of new private investments in the sector on commercial prospects for pastoralists. Development of the camel sector indeed raises the issue of its impact on poverty reduction. It is urgent to identify strategies and development programs to make this new entrepreneurial economy more inclusive.

Acknowledgments

This article, written within the framework of the Mak'IT program (Camel milk technology and markets: a new frontier for sustainable food systems in the 21st century), has been supported by the European Union PRIMA program within the framework of project No. 1832 'Boost the production, processing and consumption of camel milk in the Mediterranean Basin (Camelmilk)'.

Author contributions statement

GK and BF collected the data, processed the information, and co-wrote the article. GD supervised the project and contributed to the final writing.

Conflicts of interest

The study was conducted with no conflict of interest.

REFERENCES

- Abdalla E.B., Ashmawy A.E.A., Farouk M.H., Salama O.A.E., Khalil F.A., Seidouy A.F., 2015. Milk production potential in Maghrebi she-camels. *Small Rumin. Res.*, **123**: 129–135, doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.11.004
- Abeiderrahmane N., 1997. Camel milk and modern industry. *J. Camel Pract. Res.*, **4**, 223-228
- Al-Abri M., Faye B., 2019. Genetic improvement in dromedary camels: challenges and opportunities. *Front. Genet.*, **10** (167): 1-5, doi: 10.3389/fgene.2019.00167
- Anonymous, 2019. Tengrinews.kz press article in Kazakhstan [in Russian]: Kazakhstan plans to export camel milk to China 16/09/2019, [Казakhstan планирует экспортировать верблюжье молоко в Китай 16 сентября 2019, новости на Tengrinews.kz]
- Ayadi M., Musaad A., Aljumaah R., Matar A., Konuspayeva G., Abdelrahman M., Abid I., et al., 2018. Machine milking parameters for an efficient and healthy milking in dairy camels (*Camelus dromedarius*). *J. Camel Pract. Res.*, **25** (1): 81-88, doi: 10.5958/2277-8934.2018.00012.7
- Burger P., Ciani E., Faye B., 2019. Old world camels in a modern world – A balancing act between conservation and genetic improvement. *Anim. Genet.*, **50**: 598-612, doi: 10.1111/age.12858
- Chamekh L., Calvo M., Khorchani T., Castro-Gómez P., Hammadi M., Fontecha J., Yahyaoui M.H., 2020. Impact of management system and lactation stage on fatty acid composition of camel milk. *J. Food Compos. Anal.*, **87**: 103418, doi: 10.1016/j.jfca.2020.103418
- Dong J., Huang B., Jia Z., Wang B., Kankanamalage A., Titong A., Liu Y., 2020. Development of multi-specific humanized llama antibodies blocking SARS-CoV-2/ACE2 interaction with high affinity and avidity. *Emerg. Microb. Infect.*, **9** (1): 1034-1036, doi: 10.1080/22221751.2020.1768806

- Duteurtre G., 2019. Les produits laitiers africains à l'épreuve de la libéralisation : Des traditions laitières en danger, un patrimoine à valoriser. In : 3^{es} Rencontres int., Lait, vecteur de développement, Dakar, Sénégal, 12-13 juin 2019, 11 p.
- Duteurtre G., Faye B. (coord.), 2009. L'élevage, richesse des pauvres : Stratégies d'éleveurs et organisations sociales face aux risques dans les pays du Sud. Quae, Versailles, France, 286 p.
- Elhadi Y.A., Nyariki D.M., Wasonga O.V., 2015. Role of camel milk in pastoral livelihoods in Kenya: contribution to household diet and income. *Pastoralism*, 5: 1-8, doi: 10.1186/s13570-015-0028-7
- FAOstat, 2021. www.fao.org/faostat/en/#home
- Faye B., 2004. Dairy productivity potential of camels. Proc. of the 34th meeting FAO/ICAR. Session on camelids, 28 May-3 June 2004, Sousse, Tunisia, 93-105
- Faye B., 2016. The camel, new challenges for a sustainable development. *Trop. Anim. Health Prod.*, 48: 689-692, doi: 10.1007/s11250-016-0995-8
- Faye B., 2018a. The enthusiasm for camel production. Editorial. *Emir. J. Food. Agric.*, 30 (4): 249-250
- Faye B., 2018b. The improvement of the camel reproduction performances: just a technical question? *Rev. Maroc. Sci. Agron. Vét.*, 6 (2): 265-269
- Faye B., 2018c. What future for camel pastoralism in the world? Proc. 5th Conf. ISOCARD Recent advances in camelids biology, health and production, 12-15 Nov. 2018, Laâyoune, Morocco (A. Sghiri, F. Kichou Eds), IAV Hassan II, 32-38
- Faye B., 2020. How many large camelids in the world? A synthetic analysis of the world camel demographic changes. *Pastor. Policy, Res. Prac.*, 10: 25, doi: 10.1186/s13570-020-00176-z
- Faye B., Chaibou M., Vias G., 2012. Integrated impact of climate change and socioeconomic development on the evolution of camel farming systems. *Br. J. Environ. Clim. Change*, 2 (3): 227-244, doi: 10.9734/BJECC/2012/1548
- Faye B., Jaoud J., Bhrawi K., Senoussi A., Bengoumi M., 2014b. Camel farming in North Africa: Current state and prospects. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 67 (4): 213-221, doi: 10.19182/remvt.20563
- Faye B., Konuspayeva G., 2012b. The sustainability challenge of the dairy sector- The growing importance of the non-cattle milk production worldwide. *Int. Dairy J.*, 24: 50-56, doi: 10.1016/j.idairyj.2011.12.011
- Faye B., Konuspayeva G., 2017. The new horizons of the camel industry in the world. Proc. Int. Conf. The belt and road camel science, industry and culture, 22-26 Sept. 2017, West Alxa, China, 13-16
- Faye B., Madani H., El-Rouili A.H., 2014a. Camel milk value chain in Northern Saudi Arabia. *Emir. J. Food Agric.*, 26 (4): 359-365, doi: 10.9755/efja.v26i4.17278
- Jones P.G., Thornton P.K., 2009. Croppers to livestock keepers: livelihood transitions to 2050 in Africa due to climate change. *Environ. Sci. Pol.*, 12 (4): 427-437, doi: 10.1016/j.envsci.2008.08.006
- Konuspayeva G., Baubekova A., Akhmetsadykova S., Faye B., 2023. Traditional dairy fermented products in Central Asia. *Int. Dairy J.*, 137, 105514, doi: 10.1016/j.idairyj.2022.105514
- Koussou M.-O., 2008. Dynamique des changements dans le secteur de l'élevage au Tchad : le cas de la filière laitière de N'Djamena. Thèse de doctorat de l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParis-Tech), Systèmes d'élevage et filières animales, Paris, 238 p.
- Koussou M.-O., Mahamat Ahmat Mahamat A., Grimaud P., 2012. Campements nomades et commerce du lait de chamelle en périphérie de N'Djamena (Tchad). *Rev. Sci. Tchad*, 11 (1): 34-41
- Nagy P., Thomas S., Markó O., Juhász J., 2013. Milk production, raw milk quality and fertility of dromedary camels (*Camelus dromedarius*) under intensive management. *Acta Vet. Hung.*, 61 (1): 71-84, doi: 10.1556/AVet.2012.051
- Nagy P., Bin Subaih S.J., Al-Badri M., Juhasz J., 2014. The "bumpy" road of camel milk approval from United Arab Emirates to the European Union: the Camelicious experience. Actes 1res Rencontres Int. Le lait, vecteur de développement, 21-23 mai 2014, Rennes, France, C28, 174 p.
- Nagy P., Faigl V., Reiczigel J., Juhasz, J., 2015. Effect of pregnancy and embryonic mortality on milk production in dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *J. Dairy Sci.*, 98 (2): 975-986, doi: 10.3168/jds.2014-8546
- Nagy P., Wernery U., Burger P., Juhasz J., Faye B., 2020. The impact of COVID-19 on Old World camelids and their potential role to combat a human pandemic. *Anim. Front.*, 11 (1): 60-66, doi: 10.1093/af/vfaa048
- Srairi T., Chatellier V., Corniaux C., Faye B., Aubron C., Hostiou N., Safa A., et al., 2019. Réflexions sur le développement du secteur laitier et sa durabilité dans différentes parties du monde. *Prod. Anim.*, 32 (3): 339-358, doi: 10.20870/productions-animales.2019.32.3.2561
- Yadav A.K., Kumar R., Priyadarshini L., Singh J., 2015. Composition and medicinal properties of camel milk: A review. *Asian J. Dairy Food Res.*, 34 (2): 83-91, doi: 10.5958/0976-0563.2015.00018.4

Résumé

Konuspayeva G., Faye B., Duteurtre G. Commerce en ligne du lait de chamelle : nouveaux acteurs, nouveaux marchés (Actualisation)

La croissance rapide du cheptel mondial de dromadaires et de chameaux vise notamment à répondre à une demande croissante en lait de chamelle. Nous analysons ces mutations en étudiant le commerce en ligne, apparu récemment, de produits issus de lait de chamelle. Cette étude souligne l'émergence d'acteurs investis dans la production intensive de lait de chamelle, mais aussi dans le commerce de lait en poudre, de lait fermenté et de fromages. Ces nouveaux entrepreneurs du lait de chamelle sont implantés pour une bonne partie dans des pays dépourvus d'élevages camelins, notamment en Europe, aux Etats-Unis, au Canada et dans plusieurs pays émergents. Les prix du lait vendu par internet sont extrêmement variables, soulignant que ce marché est en cours de construction. L'émergence de ce commerce reflète une dynamique d'innovation duale. A cette économie laitière entrepreneuriale basée sur des échanges entre des fermes d'élevage intensif et des consommateurs éloignés s'oppose en effet une économie laitière de proximité basée sur le commerce périurbain de lait frais fortement corrélé aux systèmes pastoraux. Nous concluons sur des pistes de recherche et de développement pour rendre le commerce numérique de lait de chamelle plus inclusif.

Mots-clés : lait de chamelle consommation, exportation, commerce international, commerce électronique

Resumen

Konuspayeva G., Faye B., Duteurtre G. Comercio en línea de leche de camella: nuevos actores, nuevos mercados (Actualización)

El crecimiento rápido del hato mundial de dromedarios y de camellos se enfoca principalmente hacia responder a una demanda creciente de leche de camella. Analizamos estas mutaciones mediante el estudio del comercio en línea de productos originarios de la leche de camella, de aparición reciente. Este estudio realza el surgimiento de los actores involucrados en la producción intensiva de leche de camella, así como en el comercio de leche en polvo, de leche fermentada y de quesos. Estos nuevos empresarios de leche de camella se encuentran implantados, en su mayoría, en los países desprovistos de explotaciones camelinas, sobre todo en Europa, Estados Unidos, Canadá y en varios países emergentes. Los precios de la leche vendida por internet son extremadamente variables, realizando que este mercado se encuentra en curso de construcción. El surgimiento de este comercio refleja una dinámica de innovación doble. A esta economía lechera empresarial basada sobre intercambios entre fincas de cría intensiva y de consumidores distantes, se opone en efecto una economía lechera de proximidad basada sobre el comercio periurbano de leche fresca, fuertemente relacionado a los sistemas pastoriles. Concluimos sobre las pistas de investigación y de desarrollo para hacer el comercio numérico de leche de camella más inclusivo.

Palabras clave: leche de camella, consumo, exportaciones, comercio internacional, comercio electrónico

Efficacité de deux protocoles CoSynch chez les vaches zébus Goudali

Justin Kouamo ^{1*} Yaya Younoussa ¹ Souley Elhadji Hayatou ²
Sehbo Diddiwa ¹ Toudjani Hassan Abouame ¹

Mots-clés

Zébu Goudali, ovulation induite, progestérone, cycle œstral, insémination artificielle, Cameroun

© J. Kouamo et al., 2022



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

Submitted: 24 March 2022

Accepted: 26 October 2022

Online: 25 November 2022

DOI : 10.19182/remvt.37020

Résumé

L'étude a eu pour objectif de tester et comparer l'efficacité de deux protocoles classiques d'induction des chaleurs, CoSynch avec ou sans progestérone, chez les zébus Goudali. Elle a porté sur 39 animaux. Trois semaines après l'insémination artificielle (IA), les femelles ont été observées pour identifier les cas de retour des chaleurs. Elles ont été soumises à un examen échographique utérin à partir du 44^e jour après l'IA. Le taux d'induction (pourcentage de vaches vues avec des chaleurs par rapport au nombre de vaches traitées) ainsi que de rétention du dispositif intravaginal à base de progestérone ont été tous les deux de 100 %. Les taux de fertilité en première insémination ont été de 10,5 % et 35 % suite respectivement aux protocoles CoSynch standard et CoSynch + progestérone ($p = 0,075$). Les vaches cyclées ont présenté un taux de fertilité satisfaisant (80 %) avec le protocole CoSynch + progestérone contrairement à celles non cyclées (20 %) et à celles ayant subi le traitement CoSynch standard. Chez les zébus Goudali, l'ajout de progestérone augmente donc les performances de reproduction d'un protocole CoSynch.

■ Comment citer cet article : Kouamo J., Younoussa Y., Elhadji Hayatou S., Diddiwa S., Hassan Abouame T., 2022. Efficacy of two CoSynch protocols in Gudali zebu cows. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 75 (4): 103-108, doi: 0.19182/remvt.37020

■ INTRODUCTION

L'élevage au Cameroun contribue peu à l'autosuffisance alimentaire et à l'économie nationale du fait d'une importante augmentation de la population (taux de croissance annuel de 2,6 %), estimée actuellement à plus de 24 millions d'habitants. Par conséquent, le déficit en protéines animales constitue une problématique évidente. Selon les normes préconisées par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONU-FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la quantité de viande nécessaire pour chaque individu est de 42 kg/habitant/an (FAO, 2009). Au Cameroun, où le cheptel bovin était estimé à environ 8 760 000 têtes en 2018 (INS, 2019), la consommation de viande par habitant et par an était de 13,3 kg (Minepia, 2014). Bien que la viande consommée au Cameroun ne soit pas uniquement d'origine bovine, la productivité du cheptel bovin apparaît insuffisante pour fournir la quantité de viande nécessaire à une augmentation de la ration.

1. Ecole des sciences et de médecine vétérinaire, Université de Ngaoundéré, BP 454, Ngaoundéré, Cameroun.

2. CAMVET-CO SARL, Ngaoundéré, Cameroun.

* Auteur pour la correspondance

Tél.: +237 675376954 ; email: justinkouamo@yahoo.fr

Pour remédier à cette faible productivité liée principalement aux médiocres performances de reproduction des races locales, à l'alimentation insuffisante et de mauvaise qualité, et aux affections de la reproduction, l'amélioration du potentiel génétique des races locales par l'utilisation des biotechnologies de la reproduction constitue une des alternatives qui pourrait permettre l'augmentation sensible de la production bovine locale. L'insémination artificielle (IA) a été identifiée comme un outil de choix pour une meilleure productivité du cheptel bovin. Elle est utilisée en Afrique subsaharienne dans plusieurs programmes d'amélioration de la production de viande et surtout de lait (Boukari et al., 2018). Elle est réalisée sur chaleurs naturelles, mais beaucoup plus fréquemment sur chaleurs synchronisées (Marichatou et al., 2004). « Cette technique permet de maîtriser et d'harmoniser le cycle sexuel des femelles et a l'avantage d'améliorer le taux de succès de l'IA par la levée des contraintes liées à la détection des chaleurs et aux moyens de déplacement des inséminateurs » (Marichatou et al., 2004).

Depuis plus de vingt ans, certains médicaments de médecine vétérinaire comme la gonadolibérine (*gonadotrophin-releasing hormone* ou GnRH) et les prostaglandines permettent d'intervenir efficacement sur le système reproducteur afin d'aider à améliorer les performances de reproduction. Des combinaisons de GnRH et de prostaglandines permettent d'obtenir l'ovulation à un moment connu et

en conséquence de s'affranchir de la détection visuelle des chaleurs (Pursley et al., 1995 ; 1997 ; White et al., 1996). Ainsi, le protocole CoSynch comprend une première administration de GnRH provoquant l'ovulation ou la lutéinisation d'un éventuel follicule en développement (ce qui permet le redémarrage d'une vague folliculaire) ; l'injection est suivie de l'administration de prostaglandine F2alpha (PGF2 α) sept jours plus tard pour induire la lutéolyse. Au jour 9, la GnRH est administrée de nouveau au moment de l'insémination pour induire l'ovulation du follicule préovulatoire. La pose d'un dispositif intravaginal émettant de la progestérone en continu, associée à l'administration de la première dose de GnRH à n'importe quel moment du cycle œstral, empêche un retour en œstrus pendant une période de 5 à 7 jours suivant l'injection. La progestérone est en effet l'un des facteurs qui régulent la sécrétion de GnRH. Des études montrent que l'ajout de progestérone, dans les protocoles OvSynch (qui sera étudié lors d'un autre essai) ou CoSynch, diminue le nombre d'ovulations prématurées (entre la première injection de GnRH et celle de PGF2 α), augmente le pourcentage de vaches présentant un corps jaune fonctionnel 11 à 14 jours après l'insémination (Stevenson, 2008), et augmente le taux de gravidité lors d'œstrus induit (CoSynch : 44 % ; CoSynch + progestérone : 54 % ; $p < 0,05$; Larson et al., 2006).

La présente étude a eu pour objectif général de tester et comparer l'efficacité de deux protocoles d'induction des chaleurs, CoSynch standard ou avec ajout de progestérone, chez les zébus Goudali. Plus spécifiquement il s'agissait de déterminer les taux d'induction, de synchronisation des chaleurs et de gravidité, et d'identifier les facteurs de variation de la fertilité selon le protocole.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans un ranch du village de Béka Matari dans la région de l'Adamaoua, département de la Vina, de mars à septembre 2021. L'Adamaoua se trouve au centre du Cameroun entre 5 et 8° N, et 11 et 14° E. La température moyenne varie de 15 à 29 °C et les précipitations annuelles fluctuent entre 900 et 1500 mm.

Sélection et conduite des animaux

Trente-neuf vaches et génisses *Bos indicus* de race Goudali ont été sélectionnées et réparties en deux lots comparables (tableau I). L'un des lots regroupait les animaux traités avec le Cosynch standard, soit 4 génisses, 5 primipares et 10 multipares (au moins deux vêlages). L'autre lot comprenait les animaux ayant reçu l'injection de progestérone, soit 5 génisses, 9 primipares et 6 multipares (au moins trois vêlages). Dans

chaque lot, cinq femelles étaient cyclées lors du démarrage de l'étude, c'est-à-dire qu'elles présentaient un corps jaune à la palpation réalisée lors de la mise en place du protocole d'induction des chaleurs.

Les animaux sélectionnés étaient conduits en mode semi-extensif sur pâturage naturel, abreuvés à volonté et complétés au sel et au natron. Les femelles sélectionnées étaient bien sûr non gravides et exemptes de toute pathologie cliniquement décelable ; elles présentaient une durée *post partum* minimale de 55 jours. Elles ont été vaccinées un mois avant le début de la synchronisation contre la péripneumonie contagieuse bovine (Perivax, Lanavet, Garoua, Cameroun), la dermatose nodulaire contagieuse (Nodulovax, Lanavet), la pasteurellose (Pastovax, Lanavet), le charbon symptomatique (Symptovax, Lanavet) et déparasitées avec de l'ivermectine 1 % associée au clorsulon (E-mectin, Eagle, Corée du Sud) par voie sous-cutanée à la dose de 10 mg d'ivermectine et de 100 mg de clorsulon pour 50 kg de poids vif. Un traitement contre les ectoparasites à base de cyperméthrine (Vectoclor, Ceva Santé animale, Libourne, France) ; composition : 50 g/L de cyperméthrine, 70 g/L de chlorpyrifos, 50 g/L de pipéronyl de butoxyde et 5 g/L de citronnelle) a été réalisé par pulvérisation deux fois par semaine avant le démarrage du protocole expérimental.

Protocoles d'induction des chaleurs et insémination artificielle

Le protocole CoSynch standard consistait à administrer 2 ml de GnRH (Cystoreline, Ceva Santé animale, 100 μ g/animal) par voie intramusculaire au jour zéro (J0), puis 5 ml de PGF2 α ou dinoprost (Enzaprost, Ceva Santé animale, 25 mg/animal) par voie intramusculaire au J7. L'insémination artificielle était réalisée 48 heures après, simultanément à l'injection de la seconde dose de GnRH (figure 1).

Le protocole CoSynch + progestérone consistait en une injection de 2 ml de GnRH par voie intramusculaire au J0 et en la pose simultanée

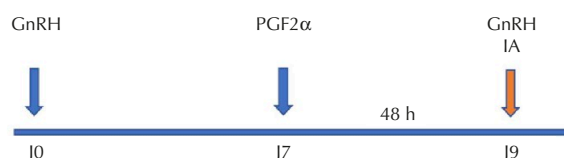


Figure 1 : Représentation schématique du protocole CoSynch standard chez des zébus Goudali au Cameroun ; GnRH : gonadolibérine ; PGF α : prostaglandine F2 α ; IA : insémination artificielle /// Schematic representation of the standard CoSynch protocol in Gudali zebus in Cameroon ; GnRH: gonadotropin releasing hormone ; PGF α : prostaglandin F2 α ; IA: artificial insemination

Tableau I : Caractéristiques des zébus Goudali dans les protocoles d'induction des chaleurs (Cameroun) /// Characteristics of Gudali zebus in the heat induction protocols (Cameroun)

Lots		Age (ans)	NEC	Nb. de mises bas	Poids (kg)	Intervalle <i>post partum</i> (mois)	
CoSynch standard	Vache (n = 15)	Moyenne (min-max)	6,6 \pm 1,3 (5–9)	2,8 \pm 0,3 (3–4)	2,2 \pm 1,2 (1–4)	340 \pm 33 (285–401)	8,2 \pm 1,8 (7–12)
	Génisse (n = 4)	Moyenne (min-max)	3,7 \pm 0,5 (3–4)	3,2 \pm 0,5 (3–4)	0	354 \pm 49 (307–421)	0
CoSynch + progestérone	Vache (n = 15)	Moyenne (min-max)	6,6 \pm 1,5 (4–9)	2,8 \pm 0,4 (2–3)	2 \pm 1,4 (1–5)	333 \pm 39 (260–389)	10,1 \pm 3,4 (6–19)
	Génisse (n = 5)	Moyenne (min-max)	3,6 \pm 0,5 (3–4)	3,4 \pm 0,5 (3–4)	0	326 \pm 0,5 (251–370)	0
Comparaison	Vache	P	0,967	0,585	0,604	0,575	0,061
	Génisse	P	0,685	0,685	–	0,394	–

NEC : note d'état corporel ; min-max : minimum-maximum /// NEC: body condition score ; min-max: minimum-maximum

du dispositif intravaginal PRID Delta (Ceva Santé animale), dispositif imbibé de 1,55 g de progestérone placé par voie intravaginale pendant six jours. Au J6, le dispositif intravaginal était retiré et la PGF2α était administrée par voie intramusculaire. L'IA était réalisée en même temps qu'une seconde injection de GnRH, 56 heures après le retrait du dispositif intravaginal (figure 2).

Les inséminations ont été réalisées avec de la semence congelée de taureaux de race Brahman contenant 20 millions de spermatozoïdes vivants par paillette. La semence était déposée de préférence dans le corps de l'utérus mais parfois au niveau du col s'il n'était pas possible de le traverser facilement. Les signes de chaleurs, après l'induction, ont été observés et notés au moment de l'IA. Une femelle avait des chaleurs lorsqu'elle manifestait au moins un signe de chaleurs (tableau II). La température vulvaire a été déterminée par palpation de la vulve au moment de l'insémination. Une sensation de chaleur à la palpation indiquait une température vulvaire « positive ». La tonicité utérine a été évaluée par palpation transrectale au moment de l'insémination artificielle ; l'utérus est ferme et tonique lors des chaleurs (tonicité utérine), et souple pendant la phase lutéale.

Diagnostic de gravidité et collecte des données

Deux méthodes de diagnostic de gravidité ont été employées : l'observation de non-retour des chaleurs dès la troisième semaine après

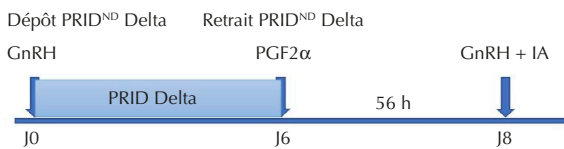


Figure 2 : Représentation schématique du protocole CoSynch + progestérone chez des zébus Goudali au Cameroun ; PRID Delta : dispositif intravaginal ; GnRH : gonadolibérine ; PGFα : prostaglandine F2α ; IA : insémination artificielle // *Schematic representation of the CoSynch + progesterone protocol in Gudali zebu in Cameroon; PRID Delta: intravaginal device; GnRH: gonadotropin releasing hormone; PGFα: prostaglandin F2α; IA: artificial insemination*

Tableau II : Signes exprimés par les zébus Goudali selon le protocole d'induction des chaleurs (Cameroun) // *Signs expressed by Gudali zebu according to the heat induction protocol (Cameroon)*

Signe de chaleurs	CoSynch standard		CoSynch + progestérone		P
	n	%	n	%	
Chevauchement	4	21	1	5	0,134
Acceptation du chevauchement	5	26	11	55	0,069
Beuglement	17	89	5	25	p < 0,001
Chaleur vulvaire	13	68	19	95	0,028
Nervosité ¹	17	89	6	30	p < 0,001
Ecoulement de la glaire vulvaire	10	53	19	95	0,002
Flehmen	9	47	7	35	0,433
Tonicité utérine	16	84	20	100	0,064
Agitation ²	12	63	4	20	0,006
Tuméfaction vulvaire ³	18	95	17	85	0,316

¹ Etat d'irritation et d'excitation passagère ; ² Mouvements nombreux et incessants ; ³ Gonflement, la chaleur vulvaire étant caractérisée par un degré de sensation de chaleur // ¹ State of irritation and temporary excitement; ² Numerous and continuous movements; ³ Swelling with vulval heat characterized by a degree of heat sensation

l'IA, et les examens échographiques réalisés aux J44 et 45 après l'IA. La survenue des chaleurs a été observée trois fois par jour (6–7 h, 14–16 h et 18–19 h) pendant une semaine.

Nous avons utilisé un échographe portable (IMAGO, IMV Imaging, Angoulême, France), muni d'une sonde linéaire à fréquence réglable de 5 à 7,5 MHz. Les cas de mortalités embryonnaires étaient décelés par l'absence de mouvements fœtaux et de battements cardiaques malgré la présence des liquides allantoïdiens et/ou amniotiques, du conceptus et des enveloppes embryonnaires lors des examens échographiques. Les vaches présentant les cas de mortalités embryonnaires ont été comptées parmi les gravides.

Les données intrinsèques (note d'état corporel sur une échelle de 0 à 5 ; Vall et al., 2002), poids, âge, nombre de mises bas, intervalle *post partum*) et extrinsèque (lieu de dépôt de la semence dans le tractus génital) ont été relevées pour chaque femelle inséminée.

Les taux d'induction et de gravidité ont été obtenus selon les formules suivantes :

$$\text{Taux d'induction} = \frac{\text{Nb. de femelles présentant des chaleurs}}{\text{Nb. de femelles traitées}} \times 100$$

$$\text{Taux de gravidité} = \frac{\text{Nb. de femelles gravides à J44 ou 45 post IA}}{\text{Nb. de femelles inséminées}} \times 100$$

Analyses statistiques des données

Les données collectées ont été analysées avec SPSS version 26.0 (IBM, Armonk, Etats-Unis). L'influence des variables intrinsèques et extrinsèques sur le taux de fertilité a été évaluée par le test d'indépendance du Chi carré ou le test de Fisher lorsque les fréquences attendues étaient inférieures à 5 %. Le test de Kruskal-Wallis a permis de comparer les moyennes au seuil de 5 %.

RESULTATS

Caractéristiques des femelles sélectionnées

Aucun des paramètres intrinsèques (note d'état corporel, poids, âge, nombre de mises bas, intervalle *post partum*) n'a été significativement différent (p < 0,05) entre les deux lots d'animaux (tableau I), confirmant leur homogénéité. Les taux de cyclicité ont été similaires dans les deux lots (26,3 % et 25 % respectivement avec CoSynch standard et CoSynch + progestérone ; p > 0,05).

Observation des chaleurs et taux d'induction

Un taux d'induction de 100 % a été obtenu et toutes les femelles ont manifesté au moins un signe de chaleurs (tableau II).

Taux de gravidité (fertilité)

Par observation de non-retour des chaleurs

Des taux de retour des chaleurs de 31,5 % et 25 % ont été obtenus respectivement avec les protocoles CoSynch standard et CoSynch + progestérone (p = 0,65).

Par échographie

Les examens échographiques ont révélé un taux de gravidité de 10,5 % avec CoSynch standard, qui a présenté un taux de 5,3 % (un cas) de mortalité embryonnaire, et de 35 % avec CoSynch + progestérone (5 % de gravidité gémellaire [un cas] et 5 % de mortalité embryonnaire [un cas]) (p = 0,075 ; tableau III).

Facteurs intrinsèques de variation de la fertilité

Les femelles cyclées soumises au traitement CoSynch + progestérone ont présenté un taux de gravidité significativement plus élevé (80 %) que les non cyclées (20 %) (p = 0,015 ; tableau IV). Par contre, l'âge,

la note d'état corporel, le nombre de mises bas, l'intervalle *post partum* et le poids vif des femelles inséminées n'ont eu aucune influence significative sur la fertilité selon les deux protocoles testés.

Facteur extrinsèque de variation de la fertilité

Le lieu du dépôt de la semence lors de l'IA n'a présenté aucune influence significative sur le taux de gravidité avec les deux protocoles (tableau V).

■ DISCUSSION

Avec le protocole CoSynch + progestérone, aucune femelle n'a perdu son dispositif vaginal (taux de rétention de 100 %). Ce taux a été également obtenu par Issoufou (2012) avec le même dispositif (PRID Delta) chez les vaches locales au Sénégal. Par contre, il a été supérieur aux 93 % observés par Okouyi (2000) avec le PRID classique. La différence serait due à l'amélioration de la ficelle en caoutchouc du PRID Delta, qui permet le retrait du dispositif au J6. Elle adhère

désormais moins aux piquets et brindilles d'arbustes lors du déplacement des animaux.

Sur les deux protocoles, toutes les vaches ont manifesté au moins un signe des chaleurs, soit un taux d'induction de 100 %. L'écoulement de la glaire cervicale (95 %) et le tonus utérin (100 %) se sont particulièrement exprimés pour le lot CoSynch + progestérone. Les femelles du lot CoSynch standard ont montré davantage de signes de beuglement (89 %), de nervosité (89 %) et d'agitation (63 %). Ces résultats ont été supérieurs à celui de 80,5 % de signes de chaleurs obtenu par Okouyi (2000) avec le PRID classique. Cette différence laisse supposer que le PRID Delta a permis, par rapport au PRID classique, une libération optimale de la progestérone à l'origine de la décharge d'hormone lutéinisante jusqu'à l'arrêt du traitement. Ainsi, le retrait du dispositif permet d'atteindre le pic d'hormone lutéinisante impliqué dans la manifestation des chaleurs et l'ovulation (Thibault et al., 1993). Le protocole à base de GnRH et PRID Delta semble ainsi être une méthode utile de synchronisation chez les races locales sous les tropiques.

Tableau III : Diagnostic de gravidité par échographie des zébus Goudali selon le protocole d'induction des chaleurs (Cameroun) /// *Diagnosis of pregnancy by ultrasound of Gudali zebus according to the heat induction protocol (Cameroon)*

Résultats	CoSynch standard		CoSynch + progestérone		P
	n	%	n	%	
Positifs	2	10,5	7	35	0,070
dont positifs avec GG	0	0	1	5	
dont positifs avec ME	1	5,3	1	5	
Négatifs	17	90	13	65	

GG : gravidité gémellaire ; ME : mortalité embryonnaire /// GG: twin pregnancy; ME: embryonic death

Tableau V : Facteur extrinsèque de variation de la fertilité des zébus Goudali selon le protocole d'induction des chaleurs (Cameroun) /// *Extrinsic factors of fertility variation of Gudali zebus according to the heat induction protocol (Cameroon)*

Facteur extrinsèque	Variable	CoSynch + progestérone		P	CoSynch standard		P
		n	% après IA		n	% après IA	
Site de dépôt de la semence	Intracervical	03	0	0,168	05	0	0,372
	Intra-utérin	17	41		14	14	

% après IA : taux de gravidité suite à l'insémination artificielle /// % après IA: pregnancy rate after artificial insemination

Tableau IV : Facteurs intrinsèques de variation de la fertilité des zébus Goudali selon le protocole d'induction des chaleurs (Cameroun) /// *Intrinsic factors of fertility variation of Gudali zebus according to the heat induction protocol (Cameroon)*

Facteur intrinsèque	Variable	CoSynch standard		P	CoSynch + progestérone		P
		n	% après IA		n	% après IA	
Age (ans)	[3–5]	07	14	0,683	10	40	0,639
	[6–9]	12	8		10	30	
NEC	[2–3]	16	13	0,517	18	33	0,639
	[3,1–4]	03	0		02	50	
Nb. de mises bas	[0–1]	10	10	0,742	14	36	0,995
	[2–3]	06	17		03	33	
	[4–5]	03	0		03	33	
Intervalle <i>post partum</i> (mois)	0	04	0	0,500	05	60	0,317
	[4–6]	00	NA		02	0	
	[7–10]	11	9		06	17	
	[11–19]	04	25		07	43	
Poids vif (kg)	[250–350]	11	18	0,202	12	33	0,848
	[351–450]	08	0		08	38	
Cyclicité	Cyclique	05	0	0,372	05	80	0,015
	Acyclique	14	14		15	20	

% après IA : taux de gravidité suite à l'insémination artificielle ; NEC : note d'état corporel /// % après IA: pregnancy rate after artificial insemination; NEC: body condition score

Dans notre étude, le dispositif intravaginal PRID Delta a été appliqué pendant six jours. La diminution de la durée du traitement progestérone de sept à six jours (voire cinq dans d'autres cas) « vise à raccourcir la dominance folliculaire et augmenter la durée du préœstrus. En effet, la diminution de l'âge du follicule dominant est associée à une concentration folliculaire en œstradiol 17 β plus élevée avant l'ovulation et à une concentration plasmatique en progestérone plus importante après l'ovulation. Cela conduit à une meilleure maturation du follicule dominant et à un taux de gestation plus important » (Perry et al., 2005). Cependant, cette diminution de la durée du traitement progestérone pose le problème de la sensibilité du corps jaune secondaire (formé après lutéinisation/ovulation du follicule dominant par la GnRH au J0) à la PGF2 α . C'est la raison pour laquelle Kasimanickam et al. (2009) préconisent deux injections de PGF2 α pour entraîner la régression du corps jaune, ce qui n'a pas été fait lors de cet essai.

Dans les protocoles OvSynch ou OvSynch + progestérone, l'insémination est classiquement réalisée 16 h après la seconde injection de GnRH, alors que dans les protocoles CoSynch ou CoSynch + progestérone, l'insémination est réalisée au moment de la seconde injection de GnRH, 48 h pour CoSynch standard et 56 h pour CoSynch + progestérone, dans le but de simplifier les protocoles. C'est pourquoi ce sont eux qui ont été testés. Cependant, le moment de l'injection de la seconde GnRH (16 h avant l'IA ou au moment de l'IA) au sein des protocoles OvSynch + progestérone et CoSynch + progestérone n'a pas d'effet sur le taux de réussite à l'insémination réalisée à temps fixe (Kasimanickam et al., 2009).

Le diagnostic de gravidité par échographie a révélé, 44 et 45 jours après l'IA, un taux de gravidité de 35 % et de 10,5 % respectivement pour les lots CoSynch + progestérone et CoSynch standard. Ces taux ont été inférieurs aux 44,3 % obtenus par Kouamo et al. (2014) chez les femelles zébus Gobra et des croisées F1 au Sénégal avec le dispositif PRID classique, aux 52 % obtenus par Bayemi et al. (2014) chez les zébus Red Foulani au Cameroun avec de la PGF2 α , aux 42,7 % rapportés par Zongo et al. (2012) chez les zébus Goudali au Burkina Faso avec l'implant Crestar, et aux 56 % obtenu par Kouamo et al. (2020) chez les zébus croisés Goudali-Charolais au Cameroun avec le dispositif intravaginal PRID Delta. Par contre, ces taux ont été supérieurs aux 30,8 % et 6,7 % obtenus par Kouamo et al. (2021) respectivement avec des protocoles court (une seule injection de PGF2 α) et long (injection double de PGF2 α à 11 jours d'intervalle) dans l'Adamaoua. Cette différence pourrait être due à la diversité temporo-spatiale des protocoles d'induction des chaleurs, d'une part, à la conduite des animaux et à la variabilité de la technicité des inséminateurs, d'autre part. Globalement, « l'association de la progestérone à des protocoles de type CoSynch augmente le taux de gestation des vaches. De plus, l'apport en progestérone pendant la croissance folliculaire terminale a tendance à diminuer le risque de mortalité embryonnaire entre J32 et J60 après l'IA ». Ainsi, Stevenson et al. (2015) rapportent des taux de gravidité globaux obtenus sur sept études différentes de 40,4 % et 47,5 %, respectivement pour les protocoles CoSynch standard et CoSynch + progestérone.

Dans les deux groupes de femelles traitées, le taux de mortalités embryonnaires enregistré aux J44 et 45 post IA était d'environ 5 %, comparable aux 7,2 % et 6,1 % observés par Silke et al. (2002) chez les vaches et génisses respectivement 28 et 84 jours post IA, et aux 5–12 % rapportés par Santos et al. (2009) chez les vaches laitières. Selon Chebel et al. (2004) et Romano et al. (2007), les facteurs à l'origine des mortalités embryonnaires (entre le moment de la fécondation de l'ovule et le diagnostic de la gravidité) sont d'ordre génétique, endocrinien, immunologique, nutritionnel, environnemental et pathologique. Ces mortalités expliqueraient en partie les faibles taux de réussite observés malgré une très bonne induction des chaleurs. La perte embryonnaire précoce (dans les 16 premiers jours) survient « dans 25 % des cas, ce qui entraîne un succès à la saillie d'au mieux

60 % à 28 jours » (Brassard et al., 1997). Allenstein (1997) rapporte que « dans les troupeaux à haute production, les niveaux de pertes embryonnaires supplémentaires sont de l'ordre de 10,5 % entre 28 et 42 jours de gestation, de 6,3 % entre 42 jours et 56 jours de gestation, de 1,7 % entre 56 et 70 jours de gestation et de 1,7 % entre 70 jours et 98 jours de gestation ». Néanmoins, les taux de mortalités embryonnaires varient selon les races et les systèmes.

Les vaches cyclées soumises au protocole CoSynch + progestérone ont présenté un taux de gravidité significativement plus élevé ($p < 0,05$) que celles n'intégrant pas le dispositif intravaginal. Ce résultat est observé dans d'autres études (Odde, 1990 ; Humblot, 1986). On se serait toutefois attendu à un effet plus important de l'ajout de progestérone chez les non-cyclées. Cette étude indique qu'il est difficile de maîtriser le cycle sexuel chez toutes les femelles. Le statut physiologique des animaux (génisses ou vaches), l'âge, mais également des variations individuelles pourraient constituer des facteurs de variation d'une fertilité optimale.

■ CONCLUSION

Le traitement des vaches avec le protocole CoSynch + progestérone s'est révélé plus efficace dans l'induction des chaleurs et la fertilité chez les zébus Goudali. Ce traitement aboutit à une meilleure synchronisation de l'œstrus, mais le coût demeure le facteur limitant pour sa vulgarisation puisqu'il requiert deux hormones et le dispositif intravaginal PRID Delta.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans aucun conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

JK et SEH ont conçu l'étude ; JK et YY ont planifié l'étude ; YY et SD ont recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit ; YY et THA ont analysé les données ; tous les auteurs ont révisé l'article et autorisé la soumission de la version finale en vue de sa publication.

REFERENCES

- Alenstein L.C., 1997. Cows can lose their calves after they're diagnosed pregnant. Hoard's Dairyman, Fort Atkinson, USA, 290 p.
- Bayemi P.H., Leinyuy I., Nsongka M.V., Webb E.C., Nchadji J.M., Cavestany D., Perera B.O., 2014. Effect of cow parity and synchronization method with PGF2 α on conception rates of *Bos indicus* cows in Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **47** (1): 159–162, doi: 10.1007/s11250-014-0701-7
- Boukari Z.A.F., Ibrahim T.A., Soumanou S.T., Ahissou A., Fataou Z.T., Aliyasou M.Y., Bonou G.A., 2018. Reproductive performances of the Borgou cow inseminated on natural or induced estrus with semen from Gir and Girolando at the Okpara Breeding Farm. *Vet. World*, **11** (5): 693-699, doi: 10.14202/vetworld.2018.693-699
- Brassard P., Martineau R., Twagirangungu H., 1997. L'insémination à temps fixe : enfin possible. Symposium sur les bovins laitiers. *CPAQ*, 78-92
- Chebel R.C., Santos J.E.P., Thatcher W.W., Cerri R.L.A., Galvao K.N., 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim. Reprod. Sci.*, **82-83**: 513-535, doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.015
- FAO, 2009. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. FAO, Rome, Italie, 202 p.
- Humblot P., 1986. Reconnaissance maternelle de la gestation et maintien du corps jaune. *Elev. Insémin.* **222**: 23-26
- INS, 2019. Annuaire Statistique du Cameroun. Chapitre 14 : Élevage et pêche, 11 p., https://ins-cameroun.cm/wp-content/uploads/2021/02/OCHAPITRE-14_PECHE-ET-ELEVAGE.pdf (consulté 10/12/2021)

- Issoufou K., 2012. Essai d'amélioration du taux de réussite de l'insémination artificielle bovine au Sénégal par l'utilisation du « PRIDND Delta » en induction des chaleurs. Thèse Doct., Ecole Inter - Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 109 p.
- Kasimanickam R., Day M.L., Rudolph J.S., Hall J.B., Whittier W.D., 2009. Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-day progesterone-based synchronization protocol in beef cows. *Theriogenology*, **71** (5): 762-767, doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.09.049
- Kouamo J., Abouame T.H., Lebale O., 2021. Efficacy of two prostaglandin-F2 α -based heat synchronization methods in Gudali zebu (*Bos indicus*). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **74** (3): 153-160, doi: 10.19182/remvt.36745
- Kouamo J., Iliassou I., Hayatou S., Ngu Ngwa V., Teitsa Zangue C., 2020. Efficacité d'un traitement intravaginal à base de progestérone chez des vaches croisées *Bos indicus* x *Bos taurus*. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **73** (4): 263-268, doi: 10.19182/remvt.31947
- Kouamo J., Alloya S., Habumuremyi S., Ouedraogo G.A., Sawadogo G.J., 2014. Evaluation des performances de reproduction des femelles zébus Gobra et des croisés F1 après insémination artificielle en milieu traditionnel dans la région de Thiès au Sénégal. *Tropicicultura*, **32** (2): 80-89
- Larson J.E., Lamb G.C., Stevenson J.S., Johnson S.K., Day M.L., Geary T.W., Kesler D.J., et al., 2006. Synchronization of estrus in suckled beef cows for detected estrus and artificial insemination and timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F 2 α , and progesterone. *J. Anim. Sci.*, **84** (2): 332-342, doi: 10.2527/2006.842332x
- Marichatou H., Tamboura H., Traoré A., 2004. Synchronisation des chaleurs et insémination artificielle bovine. Fiche technique N° 9, CIRDES, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 1-7
- MINEPIA, 2014. Document de stratégie du sous-secteur de l'élevage, des pêches et des industries animales. Division des études, des statistiques et de coopération, Cameroun, 125 p.
- Odde K.G., 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*, **68** (3): 817-830, doi: 10.2527/1990.683817x
- Okouyi M.W.M., 2000. Maîtrise de la reproduction chez la femelle bovine Ndama au Sénégal : Essai du PRIDND. Thèse Doct., Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 160 p.
- Perry G.A., Smith M.F., Lucy M.C., Green J.A., Parks T.E., Macneil M.D., Roberts A.J., et al., 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *PNAS*, **102** (14): 5268-5273, doi: 10.1073/pnas.0501700102
- Pursley J.R., Mee M.O., Wiltbank M.C., 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. *Theriogenology*, **44** (7): 915-923, doi: 10.1016/0093-691x(95)00279-h
- Pursley J.R., Wiltbank M.C., Stevenson J.S., Ottobre J.S. Garverick H.A., Anderson L.L., 1997. Pregnancy rate per artificial insemination for cows and heifers inseminated a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.*, **80** (2): 295-300, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)75937-X
- Romano J.E., Thompson J.A., Kraemer D.C., Westhusin M.E., Forrest D.W., Tomaszewski M.A., 2007. Early pregnancy diagnosis by palpation per rectum: Influence on embryo/fetal viability in dairy cattle. *Theriogenology*, **67** (3): 486-493, doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.08.011
- Santos J.E.P., Rutigliano H.M., Sa Filho M.F., 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, **110** (3-4): 207-221. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.01.014
- Silke V., Diskin M.G., Kenny D.A., Boland M.P., Dillon P., Mee J.F., Sreenan J.M., 2002. Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, **71** (1-2): 1-12, doi: 10.1016/s0378-4320(02)00016-7
- Stevenson J.S., 2008. Progesterone, follicular, and estrual responses to progesterone based estrus and ovulation synchronization protocols at five stages of the estrous cycle. *J. Dairy Sci.*, **91** (12): 4640-4650, doi: 10.3168/jds.2008-1380
- Stevenson J.S., Hill S.L., Bridges G.A., Larson J.E., Lamb G.C., 2015. Progesterone status, parity, body condition, and days postpartum before estrus or ovulation synchronization in suckled beef cattle influence artificial insemination pregnancy outcomes. *J. Anim. Sci.*, **93** (5): 2111-2123, doi: 10.2527/jas2014-8391
- Thibault C., Levasseur M.C., Hunter R.H.F., 1993. Reproduction in Mammals and Man. Editions Ellipses, Paris, France, 801 p.
- Vall E., Meyer C., Abakar O., Dongmo Ngoutso A.L., 2002. Note d'état corporel des zébus de trait dans les savanes d'Afrique centrale. Fiches techniques du Prasc n° 13, N'Djamena, Tchad, 4 p.
- White C.R., Keister Z.O., McCauley T.C., Ax R.L., 1996. Hormonal therapy in dairy cows: five ways to improve reproductive efficiency. *Vet. Med.*, **91**: 571-575
- Zongo M., Bayala B., Pitala W., Meyer C., Boly H., Sawadogo L., 2012. Induction d'oestrus et insémination artificielle chez les zébus Azawak et zébus Goudali au Burkina Faso. *Tropicicultura*, **32** (1): 54-61

Summary

Kouamo J., Younoussa Y., Elhadji Hayatou S., Diddiwa S., Hassan Abouame T. Efficacy of two CoSynch protocols in Gudali zebu cows

The aim of the study was to test and compare the effectiveness of two classic heat induction protocols, CoSynch with or without progesterone, in Gudali zebus. It involved 39 animals. Three weeks post artificial insemination (AI), the cows were observed for cases of heat return. They were examined by uterine ultrasound from day 44 after insemination. The induction rate (percentage of cows seen in heat in comparison with the number of cows treated) as well as retention rate of the progesterone-based intravaginal device were both 100%. Fertility rates at first AI were 10.5% and 35% following the standard CoSynch and CoSynch + progesterone protocols, respectively ($p = 0.075$). The cycled cows had a satisfactory fertility rate (80%) with the CoSynch + progesterone protocol unlike those not cycled (20%), and those treated with standard CoSynch. Therefore, in Gudali zebus the addition of progesterone increases the reproductive performance of a CoSynch protocol.

Keywords: Gudali zebu, induced ovulation, progesterone, oestrous cycle, artificial insemination, Cameroon

Resumen

Kouamo J., Younoussa Y., Elhadji Hayatou S., Diddiwa S., Hassan Abouame T. Eficacia de dos protocolos CoSynch en las vacas cebú Goudali

El objetivo del estudio era probar y comparar la eficacia de dos protocolos clásicos de inducción del celo, CoSynch con o sin progesterona, en los cebús Goudali. Se trataron 39 animales. Tres semanas después de la inseminación artificial (IA), se observaron las hembras para identificar los casos de retorno del celo. Fueron sometidas a un examen ecográfico uterino a partir del día 44 después de la IA. Tanto la tasa de inducción (porcentaje de vacas vistas en celo en comparación con el número de vacas tratadas) como la tasa de retención del dispositivo intravaginal a base de progesterona fueron del 100 %. Las tasas de fertilidad en la primera inseminación fueron del 10,5 % y del 35 % tras los protocolos CoSynch estándar y CoSynch + progesterona, respectivamente ($p = 0,075$). Las vacas cicladas mostraron una tasa de fertilidad satisfactoria (80 %) con el protocolo Cosynch + progesterona en contraste con las no cicladas (20 %) y las hembras que se sometieron al tratamiento CoSynch estándar. Por lo tanto, en los cebús Goudali, la adición de progesterona aumenta el rendimiento reproductivo de un protocolo CoSynch.

Palabras clave: cebú Goudali, ovulación inducida, progesterona, ciclo estral, inseminación artificial, Camerún

Transhumance transfrontalière du bétail et répartition spatiale de la brucellose en Côte d'Ivoire

Wilfried Délé Oyetola ^{1*} Maimouna Diéne ¹
Kiffopan Benjamin M'Bari ² Bassirou Bonfoh ³
Rianatou Bada Alambédji ¹

Mots-clés

Bovin, petits ruminants, éleveur pastoral, brucellose, transhumance, maladie transfrontière, Côte d'Ivoire

© W.D. Oyetola et al., 2022



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

Submitted: 24 September 2022

Accepted: 24 November 2022

Online: 16 December 2022

DOI: 10.19182/remvt.36997

Résumé

La Côte d'Ivoire est un pays ouvert à la transhumance transfrontalière du fait de son climat et du potentiel de son marché dans l'espace ouest-africain. Le partage d'espaces, les contacts et les activités socioéconomiques induisent l'émergence et la transmission de plusieurs maladies infectieuses dont la brucellose. L'objectif de cette étude a été d'explorer la répartition spatiale de la brucellose induite par la transhumance en Côte d'Ivoire. Des analyses sérologiques ont été effectuées sur 885 bovins, 83 ovins, 14 caprins et 63 bouviers dans sept régions, dont cinq recevant le bétail transhumant et deux n'en recevant pas. Les séroprévalences individuelles ont été de 4,86 % (intervalle de confiance [IC] 95 % : 3,18–6,53) chez les bovins, 4,82 % (IC95 % : 0–10,27) chez les ovins et 7,14 % (IC95 % : 0–23,11) chez les caprins ; aucun cas n'a été relevé chez les bouviers. La transhumance en provenance des pays limitrophes n'a pas augmenté la séroprévalence de la maladie dans les élevages sédentaires. Les bovins de la zone de transhumance étaient moins infectés (4,1 %) que ceux de la zone où ce type de mobilité n'était pas pratiqué (7,8 %). Les taux de séroprévalence élevés du bétail sédentaire en zone hors transhumance suggèrent d'intensifier le contrôle de la brucellose au niveau des élevages sédentaires.

■ Comment citer cet article : Oyetola W.D., Diéne M., M'Bari K.B., Bonfoh B., Bada Alambédji R., 2022. Cross-border livestock transhumance and spatial distribution of brucellosis in Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 75 (4): 109-116.-doi:-10.19182/remvt.36997

■ INTRODUCTION

L'élevage est une activité importante pour les pays d'Afrique de l'Ouest dont près de la moitié du cheptel se trouve dans les pays sahéliens (FAO, 2021). Cet élevage est principalement conduit suivant un mode extensif fortement tributaire de la disponibilité des ressources fourragères et hydriques. Ainsi, les pays côtiers constituent, d'une part, les zones d'accueil du cheptel sahélien en saison sèche et, d'autre part, leurs marchés à bétail. Ces mobilités saisonnières et commerciales induisent une transition épidémiologique surtout avec l'émergence ou la réémergence de zoonoses (Toukara et al., 2019). Pour éviter ou atténuer l'introduction de maladies et assurer le contrôle de celles endémiques sur leur territoire, des services de contrôle vétérinaire sont déployés aux frontières des pays pour contrôler la libre circulation des personnes et des biens. L'étendue des frontières et la porosité qui en découle rendent le contrôle transfrontalier difficile avec la surveillance quasi inexistante des zoonoses comme la brucellose.

1. Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal.

2. Université Pelefero Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire.

3. Centre suisse de recherches scientifiques en Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +221 33 865 10 08 ; email : oyetolaw@yahoo.fr

La brucellose est due à des bactéries du genre *Brucella*, dont particulièrement *B. bovis* et *B. melitensis* affectent les ruminants et les humains. Elle se manifeste cliniquement par une variété de symptômes non spécifiques comme l'avortement, l'orchite et l'hygroma chez l'animal, et une fièvre ondulante chez les humains (OMSA, 2022). En plus d'importantes conséquences économiques et du risque pour la santé publique, la brucellose constitue un frein à la productivité du cheptel des pays ouest-africains où elle est endémique.

La Côte d'Ivoire est l'un des principaux pays d'accueil pour la transhumance saisonnière et annuelle des troupeaux en provenance des pays sahéliens ; le nombre de bovins ayant séjourné au nord de la Côte d'Ivoire représente respectivement 23,8 % (DNSV, 2020) et 26,6 % (MRA, 2015) des bovins transhumants du Mali et du Burkina Faso selon les services vétérinaires de ces pays. La mobilité transfrontalière détermine la persistance et la diffusion des maladies transfrontalières dont la brucellose (Oyetola et al., 2021). L'étude menée par Kanouté et al. (2017) au nord de la Côte d'Ivoire a révélé une séroprévalence de 4,6 % chez les bovins, 5,3 % chez les humains et aucune infection (0 %) chez les petits ruminants. Dans les pays de départ des bovins transhumants en Côte d'Ivoire, les taux d'infections restent relativement plus élevés ; la séroprévalence de la brucellose est de 19,77 % au Mali (Cissé, 2015) et de 7,3 % dans les troupeaux transhumants du Burkina Faso

(Dean et al., 2013). Ces troupeaux entretiennent des contacts directs et indirects avec les troupeaux sédentaires, la contamination se faisant par les brucelles excrétées, notamment lors de mises bas ou d'avortements, au niveau des points d'eaux, des pâturages et des aires de repos.

Au vu du risque de recrudescence du taux d'infection des maladies animales en raison de l'intensification de la mobilité du bétail liée aux changements climatiques et à la demande croissante en viande, il s'avère important d'analyser l'impact de la transhumance sur la distribution spatiale de la brucellose chez les ruminants domestiques sédentaires et les bouviers qui en ont la charge. L'hypothèse émise est qu'en l'absence de mesure de contrôle transfrontalier et de l'intensification de la mobilité transfrontalière, on s'attend à un accroissement de la séroprévalence de la brucellose dans les élevages sédentaires de la zone d'accueil des transhumants comparativement au reste du pays. Ainsi, cette étude visait à comparer le niveau d'infection à *Brucella* spp. des troupeaux sédentaires entre les zones de transhumance et celles qui n'accueillent pas la transhumance, en explorant l'infection chez les ruminants domestiques et les personnes en charge des animaux.

MATERIEL ET METHODES

Cette étude impliquant la réalisation de prélèvements chez les humains et les animaux a été examinée et approuvée par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, sous la référence Protocole 0317/2018/CER/UCAD, et le Comité national d'éthique des sciences de la vie et de la santé (CNESVS) du ministère de la Santé et de l'Hygiène publique de la Côte d'Ivoire sous la référence 142-18/MSHP/CNESVS-km.

Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans sept régions de la Côte d'Ivoire : le Folon, la Bagoué, le Poro, le Tchologo au nord, le Kabadougu au nord-ouest, et le Tonkpi et le Guémon à l'ouest (figure 1). Ces régions sont frontalières au nord avec le Mali et le Burkina Faso, et à l'ouest avec la Guinée et le Libéria. L'ensemble de ces régions compte une population de 6 150 834 habitants (INS, 2015) qui ont pour principales activités l'agriculture et/ou l'élevage. Le nord de la Côte d'Ivoire héberge 85 % du bétail national (ministère des Ressources animales et halieutiques, 2014) estimé à 1 694 873 bovins, 2 990 240 caprins et 2 101 203 ovins (FAO, 2021). Le nombre de bovins varie d'un troupeau à l'autre avec en général plus de femelles que de mâles mais, pour des raisons de commodité la plupart du temps, les éleveurs estiment que 50 têtes environ par troupeau

représentent un effectif raisonnable à confier à un bouvier. De plus, les troupeaux de bovins sont, souvent, mélangés avec des petits ruminants (Kanouté et al., 2017). Le nord de la Côte d'Ivoire est recouvert d'une savane arborescente contenant de grands espaces d'herbage et un relief en plateaux avec dans la zone nord-ouest de petites collines. Les caractéristiques géographiques en font une zone propice à la transhumance en raison des pâturages. Les régions du Tonkpi et du Guémon sont en zone forestière et leur relief est montagneux. Ainsi, le Nord comprend les zones d'accueil et/ou de transit des troupeaux transhumants en provenance du Mali et du Burkina Faso. L'Ouest, par contre, est une zone moins adaptée à la transhumance en raison des difficultés d'accessibilité du terrain et de l'environnement plus favorable aux vecteurs de maladies comme la mouche tsé-tsé.

Echantillonnage

La population cible était constituée principalement de ruminants sédentaires et des éleveurs ou bouviers conduisant les troupeaux. La taille de l'échantillon a été déterminée pour chaque espèce à partir de la population bovine constituée en troupeau. Celle des bovins a été définie en tenant compte de l'effet cluster (troupeau) dû à la sélection de plusieurs animaux à l'intérieur d'un même troupeau. Ainsi, le nombre de troupeaux de bovins (n) a été calculé en utilisant la formule ci-dessous avec un intervalle de confiance (IC) de 95 % (Dohoo et al., 2014) :

$$n = \frac{z^2 \times p(1-p)}{d^2} \times DE \text{ avec } DE = (1 + \rho \times (m - 1))$$

où p est la séroprévalence attendue, d la précision absolue désirée, DE (design effect) l'effet cluster, m le nombre de bovins à sélectionner par troupeau, ρ le coefficient de corrélation intratroupeau, et z est égal à 1,96.

La taille de l'échantillon a été calculée avec une séroprévalence de la brucellose de 4,6 % (IC95 % : 2-10,6) chez les bovins dans le nord de la Côte d'Ivoire et une précision absolue de 4,3 % (Kanouté et al., 2017). En l'absence de programme de lutte contre la brucellose dans le pays et en raison des mouvements internes du bétail, la séroprévalence a été considérée comme uniforme sur l'ensemble du territoire. Dans chaque troupeau, nous avons sélectionné cinq bovins âgés au moins de six mois. Le coefficient de corrélation intratroupeau présumé pour le diagnostic de l'infection par *Brucella abortus* chez les bovins est de 0,1 (Otte et Gumm, 1997). Ainsi, la valeur de DE était de 1,4 et la taille de l'échantillon calculée de 128 troupeaux. Toutefois, dans la pratique, ce sont 176 troupeaux de bovins qui ont été échantillonnés, ce qui correspond à une précision absolue attendue de 3,66 %. Environ 80 % des troupeaux se trouvaient dans la zone de transhumance. La structure démographique de l'échantillon est présentée dans le tableau I.

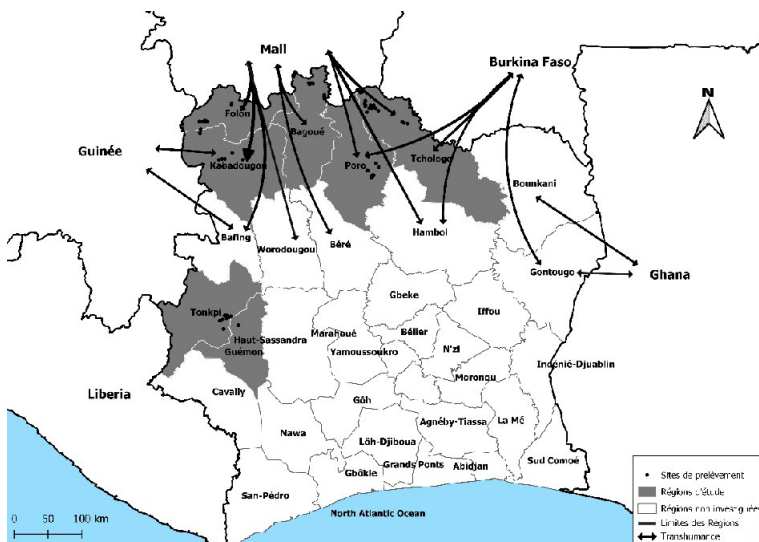


Figure 1 : Sites de prélèvements en Côte d'Ivoire. Zones d'accueil de la transhumance et pays de départ identifiés à partir d'enquêtes personnelles et des données du Réseau Billital Maroobé (2019) /// Sampling sites in Côte d'Ivoire. Transhumance reception areas and departure countries identified from personal surveys and data from the Billital Maroobé Network (2019)

Un échantillonnage à deux degrés (troupeaux, animaux) a été appliqué. Les troupeaux (1^{er} degré) ont été choisis de manière aléatoire dans chacune des régions à partir d'une liste des troupeaux dressée par les agents vétérinaires de la zone. La sélection des animaux (2^e degré) était en partie faite au hasard, étant donné que si un animal présentait ou avait présenté un hygroma, il était retenu parmi le lot de ceux à échantillonner dans le troupeau. En présence de petits ruminants joints au troupeau ou de troupeaux de petits ruminants rencontrés à proximité d'un troupeau de bovins, il était également procédé à la sélection au hasard de cinq individus par espèce, si cela était possible, pour explorer leur éventuelle implication dans l'épidémiologie de la maladie. Au total, 22 troupeaux de petits ruminants, dont 8 associés à des bovins, ont été échantillonnés (tableau I).

Pour les bouviers, nous avons retenu d'échantillonner une personne pour chaque troupeau échantillonné. Ainsi, une taille d'échantillon équivalente au nombre de troupeaux de bovins a été retenue, soit 176 bouviers ou éleveurs. Les critères d'inclusion étaient de s'occuper régulièrement des animaux et d'accepter de se faire prélever du sang en signant un consentement éclairé. Le seul critère d'exclusion était que la personne ait moins de 18 ans. Ainsi au final, nous avons obtenu un échantillon de 63 personnes, soit 36 % de l'effectif attendu, uniquement situé dans la zone de transhumance transfrontalière.

Collecte des échantillons

Les échantillons ont été collectés au cours de trois missions : deux dans les régions de la zone de transhumance transfrontalière, avec la première en septembre et octobre 2018 et la deuxième en février 2019, et la troisième dans les régions ne recevant pas de transhumants en octobre et novembre 2019.

Un prélèvement sanguin de 5 ml a été effectué sur les animaux par un vétérinaire, après la contention de l'animal, par une ponction de la veine jugulaire, dans un tube sec qui a été identifié selon le troupeau

et l'individu. Pour chaque animal prélevé, il a été également recueilli sur une fiche l'espèce, l'âge, le sexe, la race (zébu/taurin/métis), l'historique d'avortement et la présence d'hygroma. L'âge des animaux a été déterminé à partir de la dentition (Poivey et al., 1981 ; Landais et Bassewitz, 1982) et de la connaissance de l'animal par le bouvier.

Pour les humains, un prélèvement sanguin de 3 ou 4 ml a été réalisé par un infirmier ou un médecin de la localité, à partir de l'une des veines du pli du coude, dans un tube sec identifié avec les informations du troupeau. En outre, le sexe et l'ancienneté de la proximité avec le troupeau ont été recueillis.

Les échantillons sanguins ont été conservés dans une glacière contenant des pains de glace durant la collecte et le transport au laboratoire de l'établissement hospitalier de la localité où ils ont été centrifugés à 1500 tours/min pendant 10 min. Après décantation, les sérums ont été récoltés dans des cryotubes et conservés au congélateur à -20 °C, jusqu'à leur expédition au laboratoire de Microbiologie, immunologie et pathologie infectieuse (MIPI) à Dakar où les analyses sérologiques ont été effectuées.

Analyses de laboratoire

Les sérums ont été analysés avec deux tests de dépistage en parallèle, à savoir le test au rose Bengale (TRB) (Pfukenyi et al., 2020) et celui de l'Elisa de compétition (APHA, 2014) selon les procédures des fabricants. Ces tests sont recommandés par l'Organisation mondiale de la santé animale (OMSA [fondée en tant que OIE]) pour la détermination de la prévalence de l'infection à *Brucella* spp. au sein des troupeaux et la surveillance de la maladie (OIE, 2018). L'interprétation des données a été faite en parallèle (Gardner et al., 2000), en considérant un animal positif lorsqu'il était positif à au moins un des deux tests. Ce dépistage en parallèle donne une sensibilité de 99,6 % et une spécificité de 97,3 % (Traoré et al., 2021).

Traitement et analyses des données

Les résultats de chaque sérum ainsi que les données spécifiques à chacun d'eux ont été saisis dans le tableur Microsoft Excel 2016. Les âges des bovins ont été recodés selon l'usage courant en production en trois classes d'âge : de 6 mois à 4 ans, de 5 à 8 ans, et plus de 9 ans. Les classes d'âge utilisées pour les petits ruminants ont été de 6 à 12 mois, de 13 à 24 mois, et plus de 24 mois.

Les statistiques descriptives comme le calcul des fréquences des modalités de variables et des taux (séroprévalences) ont été réalisées avec Excel. La séroprévalence apparente (p) et l'IC ont été calculés au niveau individuel et du troupeau en fonction de l'espèce, de la région, du sexe, de la race et de la classe d'âge avec les formules suivantes :

$$p = \frac{n_p}{n_t} \text{ (Dohoo et al., 2014)}$$

$$\text{et IC} = p \pm z \sqrt{\frac{DE \times p \times (1-p)}{n_t}} \text{ (Bennett et al., 1991)}$$

où n_p est le nombre d'individus positifs, n_t le nombre d'individus testés, DE l'effet cluster, DE est égal à 1,4, et z est égal à 1,96.

Le dépistage des individus positifs étant fait en utilisant les deux tests en parallèle, l'accord entre les résultats obtenus par ces tests a été mesuré en utilisant le coefficient kappa (k) selon la formule et l'interprétation de Dohoo et al. (2014) :

$$k = 2 \frac{(ad - bc)}{(a + b)(c + d) + (a + c)(b + d)}$$

où a est le nombre de sérums positifs aux deux tests, b le nombre de sérums positifs au TRB et négatif à l'Elisa, c le nombre de sérums positifs à l'Elisa et négatif au TRB, et d le nombre de sérums négatifs aux deux tests.

Tableau I : Structure de l'échantillon de bovins et de petits ruminants (Côte d'Ivoire) /// Structure of the cattle and small ruminant sample (Côte d'Ivoire)

Caractéristiques	Bovins	Ovins	Caprins
	N (%)	(race Djallonké)	
Copâturage bovins-petits ruminants			
Non	851 (96)		
Oui	34 (4)		
Zone de transhumance			
Non	179 (20)	13 (16)	0 (0)
Oui	706 (80)	70 (84)	14 (100)
Sexe			
Femelle	629 (71)	61 (73)	12 (86)
Mâle	256 (29)	22 (27)	2 (14)
Classe d'âge			
6 mois-4 ans ^B ; 6-12 mois ^{PR}	571 (65)	8 (10)	0 (0)
5-8 ans ^B ; 13-24 mois ^{PR}	275 (31)	36 (43)	6 (43)
> 9 ans ^B ; > 24 mois ^{PR}	39 (4)	11 (13)	5 (36)
ND	-	28 (34)	3 (21)
Race			
Métis (taurin x zébu)	11 (1)	-	-
Taurin	79 (9)	-	-
Zébu	795 (90)	-	-

^B Bovins ; ^{PR} Petits ruminants ; ND : non déterminé /// ^B Cattle; ^{PR} Small ruminants; ND: not determined

Les cartes ont été produites avec le logiciel QGIS version 3.24.0. Une classification à quatre niveaux (absent, faible, moyen et élevé) a été considérée selon la séroprévalence. A l'échelle du troupeau, les valeurs définies pour chaque niveau ont été respectivement [0 ; 10 %], [10 ; 20 %], [20 ; 30 %] et ≥ 30 %.

Les autres analyses statistiques ont été réalisées avec le *plug-in* RcmdrPlugin.EZR inclus dans le *package* Rcmdr (Fox et Bouchet-Valat, 2020) du logiciel R version 4.1.1. La comparaison des séroprévalences en fonction de l'espèce, du sexe des bovins et des zones a été faite en se basant sur la valeur de p (Thiese et al., 2016) au seuil de 95 %, calculé en utilisant le test exact de Fisher en raison des fréquences attendues inférieures à 5 pour les modalités de certaines variables. Pour les comparaisons portant sur le sexe et la zone où se trouvaient les bovins (zone de transhumance ou non), nous avons tenu compte de l'effet *cluster*. Lorsque la valeur de p n'était pas obtenue par l'analyse, nous avons estimé la significativité de la comparaison en utilisant les intervalles de confiance obtenus.

L'association entre l'infection et les variables collectées, pour chaque individu testé selon l'espèce et au besoin le sexe, a été explorée en se basant sur le risque relatif rapproché (*odds ratio*, OR) et son intervalle de confiance obtenu en utilisant la fonction de régression logistique (Sperandei, 2014). Dans un premier temps, une analyse univariée a été réalisée pour chacune des variables collectées (sexe, classe d'âge, type de race, antécédent d'avortement, hygroma, appartenance à un troupeau mixte, etc.). Les variables retenues comme prédictives de la séropositivité pour le modèle multivarié ont été celles dont la valeur de p était inférieure à 0,2. Dans un second temps, une analyse multivariée a été faite avec l'ensemble des variables prédictives. Une variable était exclue lorsque la p de son association avec la séropositivité était supérieure ou égale à 0,05. Pour la variable sur l'avortement, seules les femelles d'au moins trois ans et demi ont été prises en compte en raison de l'âge moyen au premier vêlage des vaches en Côte d'Ivoire (Sokouri et al., 2010).

■ RESULTATS

Séroprévalence intégrée animale et humaine

Les sérums analysés provenaient de 176 troupeaux de bovins dont 8 étaient également constitués de petits ruminants, de 14 troupeaux de petits ruminants, et de 63 bouviers. La concordance des résultats obtenus par chaque test, indépendamment de l'espèce ciblée, était modérée avec un coefficient kappa égal à 0,43.

Les séroprévalences individuelles globales étaient de 4,86 % chez les bovins, 4,82 % chez les ovins et 7,14 % chez les caprins (tableau II). Il n'y a pas eu de différence significative de la séroprévalence de la brucellose selon l'espèce animale ($p = 0,198$). Aucune des 63 personnes échantillonnées dans les régions de la Bagoué, du Folon et du Tchologo n'avait d'anticorps anti-*Brucella* spp. bien qu'ayant conduit leur troupeau respectif depuis 5,5 ans en moyenne.

Tableau II : Séroprévalence individuelle de la brucellose par espèce animale et chez les humains (Côte d'Ivoire) // *Individual brucellosis seroprevalence by animal species and in humans (Côte d'Ivoire)*

Espèces	N	P (%)	IC à 95 %
Bovins	885	4,86	3,18–6,53
Ovins	83	4,82	0–10,27
Caprins	14	7,14	0–23,11
Humains	63	0	–

P : séroprévalence, IC : intervalle de confiance // *P*: seroprevalence ; *IC*: confidence interval

Facteurs de risques associés à la séropositivité

Chez les bovins, la séroprévalence des femelles (5,25 %, $n = 629$) était en apparence plus élevée ($p = 0,492$) que celle des mâles (3,91 %, $n = 256$). Considérés individuellement, les facteurs associés à l'infection à *Brucella* spp. des bovins étaient la race, l'âge, la région, ainsi que les antécédents d'hygroma et d'avortement (tableau III). Le développement d'un hygroma était le seul facteur significativement corrélé (OR = 23,7 ; IC95 % : 2,74–205) au statut infecté des bovins dans l'analyse multivariée. Les races taurines et zébus étaient quant à elles respectivement 0,02 et 0,05 fois significativement moins à risque d'être infectées que celles issues du métissage entre taurin et zébu. Chez les petits ruminants, aucune association n'a été relevée entre le dépistage d'anticorps anti-*Brucella* spp. et les facteurs étudiés : âge, sexe et zone d'installation.

Distribution spatiale de la séroprévalence chez les bovins

La séroprévalence individuelle de la brucellose bovine dans la zone de transhumance transfrontalière (4,1 % ; IC95 % : 2,7–6,04 ; $n = 706$) a été inférieure à celle dans la zone sans transhumance transfrontalière (7,8 % ; IC95 % : 3,98–14,79 ; $n = 179$). La différence entre ces séroprévalences n'était pas significative. Etre dans la zone de transhumance apparaît comme un facteur d'atténuation de l'infection (OR = 0,5 ; IC95 % : 0,26–0,97).

En ce qui concerne les troupeaux de bovins, la séroprévalence globale a été de 19,89 % (IC95 % : 12,91–26,86) avec une variation significative ($p = 0,012$) entre les régions. Les régions les plus affectées ont été le Tonkpi (45 % ; $n = 20$), le Poro (29,17 % ; $n = 24$) et la Bagoué (21,21 % ; $n = 33$). La séroprévalence troupeaux a été de 17,24 % dans le Folon ($n = 29$), 16,67 % dans le Kabadougou ($n = 30$) et 14,29 % dans le Guémon ($n = 14$). Par ailleurs, dans le Tchologo les 26 troupeaux testés étaient indemnes de brucellose (figure 2).

■ DISCUSSION

Cette étude a permis d'analyser la distribution spatiale de la séroprévalence de la brucellose dans le nord et l'ouest de la Côte d'Ivoire en vue d'appréhender l'influence de la transhumance transfrontalière. Les résultats suggèrent une stabilité de la séroprévalence globale de la brucellose chez les bovins, avec un taux relativement faible dans la zone de transhumance transfrontalière comparé à celui dans la zone où ce type de mobilité n'est pas pratiqué. Des anticorps anti-*Brucella* spp. ont également été détectés chez les petits ruminants mais aucune infection n'a été dépistée chez les personnes assurant la conduite des animaux.

La méthode d'échantillonnage ayant permis d'obtenir ces résultats pourrait être améliorée d'un point de vue conceptuel. En effet, dans l'étude, nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire à deux degrés mais un troisième niveau pourrait être considéré, la zone géographique de transhumance ou non, en tenant compte du nombre de bovins dans chaque zone. Ainsi, un nombre proportionnel de l'échantillon à étudier viendrait de chaque zone, ce qui en améliorerait sa représentativité. Dans notre étude, 80 % de l'échantillon de bovins provenait de la zone de transhumance alors que cette partie du pays compte 85 % du bétail (ministère des Ressources animales et halieutiques, 2014). Les résultats donnent ainsi un aperçu de la séroprévalence globale du pays, tout en permettant la comparaison de la séroprévalence chez les animaux élevés dans la zone exposée à la transhumance transfrontalière avec celle des animaux élevés dans la zone non exposée. La sélection des animaux dans les troupeaux, bien qu'aléatoire, priorisait ceux présentant un hygroma pour permettre l'identification de l'espèce de *Brucella* et des souches circulants et, ultérieurement, une comparaison phylogénétique entre celles des zones du pays et celles des transhumants séjournant

en Côte d'Ivoire. Cinq bovins, soit moins de 0,6 % de l'échantillon, ont été ainsi sélectionnés, ce qui était suffisamment infime pour ne pas influencer les résultats. L'importance du nombre de troupeaux de bovins échantillonné a permis de sensiblement améliorer la précision des résultats comparativement à l'estimation initiale.

La séroprévalence de la brucellose au sein de la population bovine était stable et similaire à celle relevée au sud (4 % ; Thys et al., 2005) et au nord (4,6 % ; Kanouté et al., 2017) de la Côte d'Ivoire. Cela traduit l'endémicité de la brucellose au sein du gros bétail dans le pays. Cette conservation du niveau d'infection des animaux s'expliquerait

Tableau III : Facteurs associés à l'infection à *Brucella* spp. chez les bovins sédentaires du nord et de l'ouest de la Côte d'Ivoire /// Factors associated with *Brucella* spp. infection in sedentary cattle in Northern and Western Côte d'Ivoire

Variables	N (% positif)	Analyse univariée		Analyse multivariée	
		P	OR (IC 95 %)	P	OR (IC 95 %)
Hygroma					
Absent	880 (4,5)	–	1	–	1
Présent	5 (60)	1,98 _x 10 ⁻⁴	31,50 (5,12–194)	0,004	23,7 (2,74–205)
Type de race					
Métis (taurin x zébu)	11 (36,4)	–	1	–	1
Taurin	79 (3,8)	0,001	0,07 (0,01–0,37)	0,018	0,02 (0,8x10 ⁻³ –0,5)
Zébu	795 (4,5)	1,27 _x 10 ⁻⁴	0,08 (0,02–0,29)	0,034	0,05 (4,1x10 ⁻³ –0,8)
Antécédent d'avortements ^a					
Non	427 (5,6)	–	1	–	
Oui	11 (27,3)	0,009	6,30 (1,57–25,3)	0,065	b
Classe d'âge					
6 mois–4 ans	571 (3,7)	–	1	–	
5–8 ans	275 (6,9)	0,041	1,94 (1,03–3,68)	0,646	b
> 9 ans	39 (7,7)	0,223	2,18 (0,62–7,66)	0,930	b
Région					
Bagoué	165 (4,2)	–	1	–	
Folon	147 (3,4)	0,7	0,79 (0,24–2,56)	0,646	b
Guémon	68 (2,9)	0,641	0,68 (0,13–3,38)	0,992	b
Kabadougou	145 (4,8)	0,805	1,14 (0,39–3,35)	0,790	b
Poro	116 (8,6)	0,137	2,13 (0,78–5,77)	0,565	b
Tchologo	133 (0)	0,986	7,18x10 ⁻⁸ (0–inf)	0,989	b
Tonkpi	111 (10,8)	0,041	2,74 (1,04–7,18)	0,342	b
Zone de transhumance					
Non	179 (7,8)	–	1	–	
Oui	706 (4,1)	0,042	0,5 (0,26–0,977)	–	b

OR : risque relatif rapproché (*odds ratio*) ; IC : intervalle de confiance ; ^a Seules les femelles ayant au moins 3,5 ans ont été prises en compte ; ^b Variables exclues de l'analyse multivariée /// OR: *odds ratio*; CI: *confidence interval*; ^a Only females at least 3.5 years old were included; ^b Variables excluded from multivariate analysis

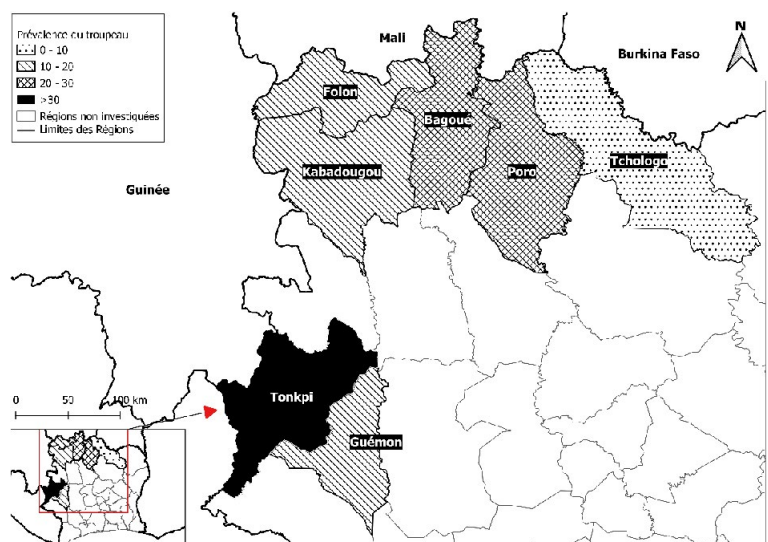


Figure 2 : Distribution spatiale du niveau d'infection de la brucellose dans les troupeaux sédentaires de bovins des zones de transhumance au nord et à l'ouest de la Côte d'Ivoire /// Spatial distribution of brucellosis infection levels in sedentary cattle herds in transhumance areas of Northern and Western Côte d'Ivoire

par l'absence de lutte réelle contre la maladie dans le pays depuis la suppression de la Société de développement des productions animales (Sodepra) (Kanouté et al., 2017 ; Oyetola et al., 2021) ainsi que par un équilibre entre l'infection et le renouvellement de la population. La forte séroprévalence des troupeaux (19 %) indiquerait l'existence de facteurs contribuant à la diffusion de la maladie entre les troupeaux. Ces facteurs sont l'approvisionnement à partir des marchés de bétail (Dean et al., 2013), les pratiques d'élevage à risque comme le prêt de géniteur ou la mise en commun des animaux de différents troupeaux pour le pâturage en raison du manque de bouviers, et éventuellement le contact avec les troupeaux transhumants (Kanouté et al., 2017). Parmi ces facteurs, celui en lien avec la transhumance transfrontalière permet de partager la zone d'étude en deux selon qu'elle accueille ou non cette mobilité. Les individus et les troupeaux de bovins de la zone de transhumance transfrontalière présentaient un taux d'infection moindre que ceux de la zone qui n'accueillait pas ce type de mobilité du bétail. On peut en déduire que la transhumance transfrontalière n'augmenterait pas la séroprévalence des troupeaux sédentaires contrairement aux résultats obtenus antérieurement (Kanouté et al., 2017). Une des raisons serait que les troupeaux transhumants évitent au maximum ceux qui sont sédentaires, comme observé dans le nord du Bénin (Dehoux et Hounsou-Ve, 1993), et qu'il y aurait peu d'interactions entre les troupeaux sédentaires situés dans les zones de transhumance. Une autre explication serait que les contacts indirects avec les troupeaux transhumants via la contamination des espaces pastoraux sont atténués par des facteurs environnementaux comme le climat. En effet, les brucelles expulsées durant les mises bas au cours de la transhumance n'ont pas une durée de vie longue en milieu extérieur dans un climat chaud et sec (Gidel et al., 1974). Cela amenuiserait le risque de transmission à partir des troupeaux transhumants qui séjournent, en période de chaleur sèche, dans le nord de la Côte d'Ivoire.

La séroprévalence la plus élevée à l'échelle troupeau était dans le Tonkpi qui n'accueillait pas de troupeaux transhumants, et la plus faible était dans le Tchologo qui recevait des transhumants provenant d'autres pays. Le Tchologo serait essentiellement une zone de transit en raison de la forte densité de glossines (Acapovi-Yao et al., 2013) que les transhumants cherchent à éviter. Ainsi, les séjours dans cette région seraient courts, ce qui réduirait également le risque de contact et de survenue de cas de brucellose à partir des troupeaux transhumants dans cette région. La plus forte séroprévalence dans le Tonkpi, où la maladie était déjà présente et de l'ordre de 13,6 % (Gidel et al., 1974), s'expliquerait par le fait qu'il n'aurait pas bénéficié très activement des deux programmes de vaccination de masse des bovins conduits par la Sodepra entre 1978 et 1994 (Oyetola et al., 2021). Par ailleurs, la configuration topographique de la zone entraîne une relative sédentarité permanente des troupeaux. Les troupeaux partageraient fréquemment les quelques espaces de pâturage de leur zone ce qui favoriserait la dissémination des maladies entre eux. En outre, les nouveaux individus introduits dans les troupeaux proviennent des marchés à bétail alimentés sans contrôle du statut sérologique des animaux de divers pays où les taux d'infection de la brucellose sont relativement élevés (Dean et al., 2013).

L'hygroma est un excellent indicateur de la présence de *Brucella* spp. au sein d'un troupeau (Thienpont et al., 1961). Ce symptôme permet l'établissement d'un diagnostic clinique de la brucellose chez les bovins (Akakpo et Bornarel, 1987). Toutefois, la fréquence de son apparition, du fait qu'il soit un signe chronique, le rendrait peu sensible dans le cadre d'une surveillance communautaire. L'avortement, bien qu'il apparaisse comme un signe associé à l'infection dans cette étude comme dans la littérature (Schelling et al., 2004 ; Boukary et al., 2013), n'était pas un excellent prédicteur du statut sérologique de l'animal. Cela serait dû à l'influence plus marquée d'avortements ayant une autre étiologie infectieuse. Par ailleurs, les

avortements rapportés chez les vaches séropositives à *Brucella* spp. pourraient être dus à d'autres agents pathogènes infectieux en cas de co-infection (Ntirandekura et al., 2018) ou d'origine non infectieuse, par exemple alimentaire ou traumatique. Le risque d'être séropositif à la brucellose chez les animaux augmenterait avec l'âge, comme relevé en Côte d'Ivoire (Kanouté et al., 2017) et au Nigeria (Mai et al., 2012). En effet, le mode de conduite des élevages conduirait à une exposition plus importante des animaux ayant atteint la maturité sexuelle. Par ailleurs, les bovins plus âgés auraient plus d'occasions d'être exposés à l'agent pathogène et la sensibilité maximale est atteinte à l'âge adulte. De plus, les bovins issus de métissage de races taurines et zébus sont plus sensibles que les races locales de taurines ou de zébus considérés comme purs (Akakpo et Bornarel, 1987), montrant le rôle de la génétique dans la sensibilité à l'agent pathogène. La différence de séroprévalence entre les races pourrait toutefois être due au faible nombre d'individus métis testés par rapport à ceux des races pures.

Chez les petits ruminants, contrairement à l'étude de 2012 à 2014 (Kanouté et al., 2017), la circulation de *Brucella* spp. a été identifiée. Ceci renforce l'hypothèse selon laquelle les petits ruminants joueraient un rôle dans l'épidémiologie et l'infection brucellique chez les bovins (Kanouté et al., 2017). La séroprévalence obtenue chez les ovins a été similaire à celle de 4,6 % relevée au Mali (Traoré et al., 2021). Cette situation pourrait s'expliquer par les échanges commerciaux qu'entretiennent les deux pays dans le cadre de l'approvisionnement du marché ivoirien. Le commerce transfrontalier est fortement lié au risque de dissémination (Dean et al., 2013) et au niveau de la séroprévalence de la brucellose dans les pays importateurs (Oyetola et al., 2021). Les effectifs de petits ruminants conduits en transhumance en Côte d'Ivoire à partir des pays sahéliens sont faibles voire négligeables (Ima, 2018 ; DNSV, 2020) et alimentent surtout les marchés pour la subsistance des bouviers, en dehors du lait. Ceci expliquerait la faible influence de ce type de mobilité comparativement à la mobilité commerciale.

Aucun bouvier n'a été dépisté séropositif à la brucellose dans cette étude, alors qu'une séroprévalence de 5,3 % a été signalée dans les régions d'accueil des transhumants du Poro et du Hambol (Kanouté et al., 2017). Cela pourrait être lié aux différences de pratiques d'élevage et d'habitudes alimentaires entre les régions de la Bagoué, du Folon et du Tchologo, et celles du Poro et du Hambol, ainsi qu'à l'absence de *Brucella* spp. au sein des troupeaux. En effet, l'animal est la première source de contamination des humains. L'ampleur des cas humains est fonction des pratiques d'élevage comme l'aide durant la parturition, de l'hygiène de l'environnement lors de la manipulation des animaux et de leurs produits, et des habitudes alimentaires en l'occurrence la consommation de lait cru (John et al., 2010). Nos résultats suggèrent que la brucellose ne serait pas un problème majeur pour les populations humaines en contact régulier avec les animaux dans cette zone du pays, et qu'il faudrait rechercher les effets protecteurs dans le système de production ou le système alimentaire induit par les pratiques culturelles. Toutefois, le risque pour la santé publique en Côte d'Ivoire existe car la brucellose n'est pas recherchée chez les patients fébriles (Oyetola et al., 2021) et, surtout, en raison du niveau d'infection et de la distribution spatiale de la maladie au sein des populations animales. En effet, la maîtrise du risque, voire l'élimination de la maladie, passe principalement par les bonnes pratiques d'élevage, la pasteurisation du lait et le contrôle de la maladie au niveau des populations animales (Brown, 1977). Parmi les limites de cette étude peut être cité le faible nombre de petits ruminants et de personnes prélevés. Le refus des bouviers de se faire prélever serait lié à la peur de la prise de sang et au manque de sensibilisation préalable aux enjeux de l'étude.

L'étude n'a pas ciblé principalement les petits ruminants car ils n'étaient pas très impliqués dans les mouvements de transhumance transfrontalière. Leur intégration à l'étude répondait surtout à l'observation de leur statut séro-infectieux et de leur proximité avec

les troupeaux de bovins ; le mélange de petits ruminants avec des bovins ou plus largement le copâturage de ces espèces a été exploré comme un facteur de risque. Toutefois, le copâturage n'a été considéré que de manière ponctuelle, au moment de la collecte des données dans le troupeau. Ainsi, des petits ruminants qui partageaient le pâturage n'auraient pas été pris en compte s'ils n'y étaient pas présents au moment de l'enquête. Cela pourrait être corrigé en soumettant aux bouviers un questionnaire qui explore les facteurs d'exposition des troupeaux.

Le caractère transversal de l'étude n'a pas permis d'éliminer l'influence de multiples facteurs de confusion comme l'ajout d'un animal ou le contact avec des troupeaux ayant une mobilité intranationale. Ces facteurs expliqueraient la distribution spatiale de la maladie selon que les animaux se trouvent en zone de transhumance ou non. Pour améliorer l'exploration de l'influence de la transhumance, il serait opportun de réaliser une étude longitudinale dans laquelle les troupeaux, dont le statut initial serait connu, seraient suivis et leurs interactions (nature, fréquence et durée) avec les transhumants ou d'autres troupeaux sédentaires seraient relevées.

■ CONCLUSION

Le taux de la séroprévalence de la brucellose est resté stable dans le nord de la Côte d'Ivoire. L'étude indique que la transhumance affecterait peu ou n'affecterait pas la séroprévalence de la brucellose dans les zones de transit et d'accueil du bétail, contrairement à notre hypothèse de départ. Elle confirme, par contre, la circulation de *Brucella* spp. au sein du bétail sédentaire indépendamment du fait qu'il se trouve en zone de transhumance transfrontalière ou non. Le système sédentaire induirait une augmentation du taux d'infection avec un réseau de contact étroit entre troupeaux lors des pâturages. Ainsi, des mesures de contrôle, comme la vaccination des bovins et les bonnes pratiques d'élevage, devraient se concentrer sur les zones d'élevage fortement sédentaires où circule la bactérie.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à la Direction des services vétérinaires de la Côte d'Ivoire, les directions départementales et le personnel des zones transfrontalières, à feu le Dr Koffi Yabouaffo, aux Drs Ouattara Guy et Tokpa Cécile, à MM. Koné Pagagnon et Diomandé Rigobert pour leur contribution à la collecte des données, ainsi qu'à Mme Bahi Joëlle, M. Ouattara Bakary et aux médecins-chefs des hôpitaux pour la réalisation des prélèvements humains. Nous remercions également chacun des participants à cette étude.

L'étude a été réalisée dans le cadre de l'Initiative DELTAS Africa, Afrique One-ASPIRE /DEL-15-008, financée par un consortium de bailleurs composé de l'Académie africaine des sciences (AAS), l'alliance pour l'Accélération de l'excellence scientifique en Afrique (AES), l'Agence pour la planification et coordination du nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), le Wellcome Trust (107753/A/15/Z) et le gouvernement britannique.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

BB, WDO et RBA ont participé à la conception et planification de l'étude ; WDO et KBM ont recueilli les données ; WDO et MD ont réalisé les analyses de laboratoire ainsi que celles des données et leur interprétation ; WDO a rédigé la première version du manuscrit ; tous les auteurs ont révisé le manuscrit soumis.

REFERENCES

- Acapovi-Yao G.L., Cissé B., Mavoungou J.F., Kohagne Tongue L., Coulibaly N., 2013. Situation de la trypanosomose bovine dans les principales régions d'élevage au Nord de la Côte d'Ivoire après la crise socio - militaire. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **13** (1): 17-22
- Akakpo A.J., Bornarel P., 1987. Epidémiologie des brucelloses animales en Afrique tropicale : enquêtes clinique, sérologique et bactériologique. *Rev. Sci. Tech. OIE*, **6** (4): 981-1027, doi: 10.20506/rst.6.4.313
- APHA, 2014. COMPELISA 160 & 400, A competitive ELISA kit for the detection of antibodies against *Brucella* in serum samples (Instructions for use). APHA, UK
- Bennett S., Woods T., Liyanage W.M., Smith D.B., 1991. A Simplified general method for cluster-sample surveys of health in developing countries. *World Health Stat. Q.*, **44** (3): 98-106
- Boukary A.R., Saegerman C., Abatih E., Fretin D., Alambédji Bada R., De Deken R., Harouna H.A., et al., 2013. Seroprevalence and Potential Risk Factors for *Brucella* spp. Infection in Traditional Cattle, Sheep and Goats Reared in Urban, Periurban and Rural Areas of Niger. *PLoS ONE*, **8** (12): e83175, doi: 10.1371/journal.pone.0083175
- Brown G.M., 1977. The history of the brucellosis eradication program in the United States. *Ann. Sclavo Riv. Microbiol. E Immunol.*, **19** (1): 20-34
- Cissé A., 2015. Séroprévalence de la brucellose humaine et animale dans la commune urbaine de Mopti. Thèse d'exercice en médecine, Université de Bamako, Mali, 92 p.
- Dean A.S., Fournié G., Kulo A.E., Boukaya G.A., Schelling E., Bonfoh B., 2013. Potential Risk of Regional Disease Spread in West Africa through Cross-Border Cattle Trade. *PLoS ONE*, **8** (10): e75570, doi: 10.1371/journal.pone.0075570
- Dehoux J.P., Hounsou-Ve G., 1993. Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au nord-est du Bénin. *Rev. Mond. Zootech.*, **74** (75): 36-48
- DNSV, 2020. *Rapport annuel 2019* (Annual activities report). Direction Nationale des Services Vétérinaires, Bamako, Mali
- Dohoo I., Martin W., Stryhn H., 2014. *Veterinary epidemiologic research*, 2nd ed. University of Prince Edward Island, Charlottetown, Canada, 865 p.
- FAO, 2021. FAOSTAT 2018 www.fao.org/faostat/en/#data/TA (consulté 8 mars 2022)
- Fox J., Bouchet-Valat M., 2020. Rcmdr: R Commander. R package version 2.7-1. R Foundation for Statistical Computing
- Gardner I.A., Stryhn H., Lind P., Collins M.T., 2000. Conditional dependence between tests affects the diagnosis and surveillance of animal diseases. *Prev. Vet. Med.*, **45** (1-2): 107-122, doi: 10.1016/S0167-5877(00)00119-7
- Gidel R., Albert J.P., Le Mao G., Retif M., 1974. La brucellose en Afrique occidentale et son incidence sur la santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte-d'Ivoire, Haute-Volta et Niger de 1970 à 1973. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **27** (4): 403-418, doi: 10.19182/remvt.7937
- Ima S.A., 2018. Dynamique du mode de vie des éleveurs et bouviers peuls de la zone pastorale de la Nouhao au Burkina Faso. Thèse Doct., Université de Strasbourg, France, 354 p.
- INS, 2015. Recensement général de la population et de l'habitat 2014, Résultats globaux. Institut National de Statistique de Côte d'Ivoire, Abidjan
- John K., Fitzpatrick J., French N., Kazwala R., Kambarage D., Mfinanga G.S., MacMillan A., et al., 2010. Quantifying Risk Factors for Human Brucellosis in Rural Northern Tanzania. *PLoS ONE*, **5** (4): e9968, doi: 10.1371/journal.pone.0009968
- Kanouté Y.B., Gragnon B.G., Schindler C., Bonfoh B., Schelling E., 2017. Epidemiology of brucellosis, Q Fever and Rift Valley Fever at the human and livestock interface in northern Côte d'Ivoire. *Acta Trop.*, **165**: 66-75, doi: 10.1016/j.actatropica.2016.02.012
- Landais E., Bassewitz H., 1982. Détermination de l'âge des moutons Djallonké du Nord de la Côte d'Ivoire par examen de leur dentition. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **35** (1): 57-62, doi: 10.19182/remvt.8328
- Mai H.M., Irons P.C., Kabir J., Thompson P.N., 2012. A large seroprevalence survey of brucellosis in cattle herds under diverse production systems in northern Nigeria. *BMC Vet. Res.*, **8** (1): 144, doi: 10.1186/1746-6148-8-144
- MRA, 2015. *Annuaire des statistiques de l'élevage 2013-2014* (Rapport d'étude). Ministère des Ressources animales (MRA), Ouagadougou, Burkina Faso

- Ministère des Ressources animales et halieutiques, 2014. Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020). Tome I: Diagnostic – Stratégie de développement – Orientations
- Ntirandekura J.B., Matamba L.E., Kimera S.I., Muma J.B., Karimuribo E.D., 2018. Association of brucellosis with abortion prevalence in humans and animals in Africa: Review. *Afr. J. Reprod. Health*, **22** (3): 120-136
- OIE, 2018. Brucellosis (infection with *B. abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*). In: Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). World Organization for Animal Health, Paris, France, 355-398
- OMSA, 2022. Brucellose. Organisation mondiale de la santé animale (fondée en tant qu'OIE), Paris, France
- Otte M.J., Gumm I.D., 1997. Intra-cluster correlation coefficients of 20 infections calculated from the results of cluster-sample surveys. *Prev. Vet. Med.*, **31** (1-2): 147-150, doi: 10.1016/S0167-5877(96)01108-7
- Oyetola W.D., Diallo K., Kreppel K., Kone P.S., Schelling E., Bonfoh B., Bada Alamedji R., 2021. Factors Influencing the Transborder Transmission of Brucellosis in Cattle Between Côte d'Ivoire and Mali: Evidence From Literature and Current Key Stakeholders. *Front. Vet. Sci.*, **8**: e630580, doi: 10.3389/fvets.2021.630580
- Pfukuanyi D.M., Meletis E., Modise B., Ndengu M., Kadzviti F.W., Dipuo K., Moesi K., et al., 2020. Evaluation of the sensitivity and specificity of the lateral flow assay, Rose Bengal test and the complement fixation test for the diagnosis of brucellosis in cattle using Bayesian latent class analysis. *Prev. Vet. Med.*, **181**: e105075, doi: 10.1016/j.prevetmed.2020.105075
- Poivey J.P., Landais E., Seitz J.L., Kouyate M., 1981. Détermination de l'âge des bovins par l'examen de la dentition. Méthodologie et principaux résultats acquis en milieu villageois dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **34** (1): 55-62, doi: 10.19182/remvt.8284
- Réseau Billital Maroobé, 2019. Bulletin de la situation pastorale nord Côte d'Ivoire, https://sigsahel.info/wp-content/uploads/2019/03/Bulletin-national_Veille-RBM_Cote-divoire_mars-2019.pdf (consulté 7 juin 2022)
- Schelling E., Diguimbaye C., Daoud S., Nicolet J., Zinsstag J., 2004. Séroprévalences des maladies zoonotiques chez les pasteurs nomades et leurs animaux dans le Chari-Baguirmi du Tchad. *Méd. Trop.*, **64** (5): 474-477
- Sokouri D.P., Yapi-Gnaore C.V., N'guetta A.S.P., Loukou N.E., Kouao B.J., Toure G., Kouassi A., et al., 2010. Performances de reproduction des races bovines locales de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **36**: 2353-2359
- Sperandei S., 2014. Understanding logistic regression analysis. *Biochem. Medica*, **24** (1): 12-18, doi: 10.11613/BM.2014.003
- Thienpont D., Vandervelden M., Fagard P., Mortelmans J., 1961. L'hygroma brucellique : l'aspect clinique caractéristique de la brucellose bovine au Rwanda-Burundi. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **14** (3): 257-266, doi: 10.19182/remvt.7097
- Thiese M.S., Ronna B., Ott U., 2016. P value interpretations and considerations. *J. Thorac. Dis.*, **8** (9): 928-931, doi: 10.21037/jtd.2016.08.16
- Thys E., Yahaya M.A., Walravens K., Baudoux C., Bagayoko I., Berkvens D., Geerts S., 2005. Etude de la prévalence de la brucellose bovine en zone forestière de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **58** (4): 205-209, doi: 10.19182/remvt.9913
- Toukara K., Kwiatek O., Niang M., Abou Kounta Sidibe C., Sery A., Dakouo M., Salami H., et al., 2019. Genetic Evidence for Transboundary Circulation of Peste Des Petits Ruminants Across West Africa. *Front. Vet. Sci.*, **6**: e275, doi: 10.3389/fvets.2019.00275
- Traoré S., Yapi R.B., Coulibaly K., Mathew C., Fokou G., Kazwala R.R., Bonfoh B., et al., 2021. Seroprevalence of brucellosis in small ruminants and related risk behaviours among humans in different husbandry systems in Mali. *PLoS ONE*, **16** (1): e0245283, doi: 10.1371/journal.pone.0245283

Summary

Oyetola W.D., Diéne M., M'Bari K.B., Bonfoh B., Bada Alamedji R. Cross-border livestock transhumance and spatial distribution of brucellosis in Côte d'Ivoire

Côte d'Ivoire is a country open to cross-border transhumance because of its climate and the potential of its markets in the West African region. Space sharing, contacts and socioeconomic activities lead to the emergence and transmission of several infectious diseases including brucellosis. The objective of this study was to investigate the spatial distribution of brucellosis induced by transhumance in Côte d'Ivoire. Serological analyses were performed on 885 cattle, 83 sheep, 14 goats and 63 herdspeople in seven regions, five of which receive transhumant cattle and two do not. Individual seroprevalences were 4.86% (95% confidence interval [CI]: 3.18–6.53) in cattle, 4.82% (95% CI: 0–10.27) in sheep, and 7.14% (95% CI: 0–23.11) in goats; no cases were found among herdspeople. Transhumance from neighboring countries did not increase disease seroprevalence in sedentary herds. Cattle in the transhumance area were less infected (4.1%) than those in the area where transhumance was not practiced (7.8%). The high seroprevalence rates of sedentary cattle in the non-transhumance zone suggest that brucellosis control should be intensified in sedentary herds.

Keywords: cattle, small ruminants, pastoralists, brucellosis, transhumance, transboundary diseases, Côte d'Ivoire

Resumen

Oyetola W.D., Diéne M., M'Bari K.B., Bonfoh B., Bada Alamedji R. Trashumancia transfronteriza del ganado y distribución espacial de la brucelosis en Costa de Marfil

Costa de Marfil es un país abierto a la trashumancia transfronteriza por su clima y el potencial de su mercado en África Occidental. Los espacios compartidos, los contactos y las actividades socioeconómicas propician la aparición y la transmisión de varias enfermedades infecciosas, entre ellas la brucelosis. El objetivo de este estudio es explorar la distribución espacial de la brucelosis inducida por la trashumancia en Costa de Marfil. Se realizaron análisis serológicos a 885 bovinos, 83 ovinos, 14 caprinos y 63 boyeros en siete regiones, cinco de las cuales reciben ganado trashumante y dos no. Las seroprevalencias individuales fueron del 4,86 % (intervalo de confianza [IC] del 95 %: 3,18–6,53) en el ganado bovino; del 4,82 % (IC del 95 %: 0–10,27) en el ganado ovino, y del 7,14 % (IC del 95 %: 0–23,11) en el ganado caprino; no se encontró ningún caso en los boyeros. La trashumancia desde los países vecinos no ha aumentado la seroprevalencia de la enfermedad en la ganadería sedentaria. El ganado bovino de la zona de trashumancia estaba menos infectado (4,1 %) que el de la zona donde no se practica la trashumancia (7,8 %). Las elevadas tasas de seroprevalencia del ganado sedentario en las zonas no trashumantes sugieren que debe intensificarse el control de la brucelosis en los rebaños sedentarios.

Palabras clave: ganado bovino, pequeños rumiantes, pastora-listas, brucellosis, trashumancia, enfermedades transfronterizas, Côte d'Ivoire

Animal diseases and zoonoses at a municipal slaughterhouse in Southwest Nigeria: Three-year retrospective survey (2014–2016)

Oluwawemimo Oluseun Adebawale^{1*} Olugbemiga Ekundayo²
Mary Olasaju¹ Oladotun Oladipo Oladejo¹
Ayomikun Abayomi Awoseyi³

Keywords

Cattle, zoonoses, abattoirs, food safety, Nigeria

© O.O. Adebawale et al., 2022



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

Submitted: 25 April 2021

Accepted: 17 October 2022

Online: 25 November 2022

DOI: 10.19182/remvt.37013

Summary

Slaughterhouses are certified premises where animals are slaughtered and inspected to ensure meats are wholesome and safe for public consumption. To determine the common zoonoses encountered in a municipal slaughterhouse of Abeokuta, Ogun State, Nigeria, a three-year retrospective study was conducted (2014–2016). During the review of slaughterhouse records, the overall throughput of cattle slaughtered was 146,794 (4077.6 ± 413.6 ; 95% confidence interval [CI] 3923.3–4206.7). Female animal slaughtering outweighed male ones at 5:1 ratio ($p < 0.0001$). The highest number of cattle were slaughtered in December 2014, December 2015, and August 2016. Of all the total cattle slaughtered, the overall observed prevalences for bovine tuberculosis (BTB), hydatidosis and fasciolosis were estimated as 9514 (6.5%, 264.3 ± 81.7 ; 95% CI 236.6–291.9), 1851 (1.3%, 55.8 ± 17.3 ; 95% CI 49.9–61.6) and 845 (0.6%, median = 19.0; 95% CI 18.7–28.3), respectively. On average the highest number of BTB cases was reported in February–March, it declined slightly in October and increased again in November. Similarly, the highest numbers of hydatidosis and fasciolosis were observed in March and February, respectively. A significant ($p = 0.02$) mean variation of cases of BTB was found across the period and it was higher ($p = 0.03$) during the wet/rainy season in 2015. Our results emphasized the need to promote coordinated active surveillance for zoonoses detection and mitigation to ensure food safety at farm and slaughterhouse levels. Adequate record keeping for specific organ/meat/carcass condemnation is crucial at postmortem, as this represents a significant loss of animal proteins and revenues. Such data can be used for informed policy to intensify reduction in economic loss associated with animal diseases.

■ How to cite this article: Adebawale O.O., Ekundayo O., Olasaju M., Oladejo O.O., Awoseyi A.A., 2022. Animal diseases and zoonoses at a municipal slaughterhouse in Southwest Nigeria: Three-year retrospective survey (2014–2016). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 75 (4): 117-123; doi:10.19182/remvt.37013

■ INTRODUCTION

Abattoirs (ABAT) and slaughterhouses (SH) are registered facilities designated for food animal inspections pre- and post-slaughtering (antemortem and postmortem) by government-certified veterinary officers. Inspections are routinely performed to ensure meat consumed by the public is of utmost quality and free from any form of

zoonotic infectious diseases that could affect consumer health and food safety. Furthermore, abattoir facilities are major sources of valuable information for animal disease outbreaks, but they could become an environment for meat-borne zoonosis dissemination via direct human contact with infected animals and or indirectly by consumption of the contaminated meat (Fasanmi et al., 2017).

Unlike in the industrialized countries, many ABAT/SH in Nigeria struggle to meet internationally recommended standards and guidelines provided by the World Trade Organization (WTO), World Organization for Animal Health (WOAH formerly OIE), World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organisation (FAO) and Codex Alimentarius Commission (Fasanmi et al., 2017). Many studies have documented and criticized the unacceptable working environment, hygiene and operations of ABAT/SH in developing countries and the limitations to international trade (Cadmus and

1. Department of Veterinary Public Health and Reproduction, College of Veterinary Medicine, Federal University of Agriculture, Abeokuta, Ogun State, Nigeria.

2. School of Allied Health, College of Health and Human Services, Northern Kentucky University, KY, USA.

3. Department of Physical and Mathematical Science, College of Sciences, Dominican University, Ibadan, Oyo State.

* Corresponding author

Email: oluwawemimo1@yahoo.com; Tel.: +234 (0) 9085608043

Adesokan, 2009; Tekki et al., 2012; Adebowale et al., 2016; Fasanmi et al., 2017). The poor state of national abattoirs, hygiene, management, environment and meat inspection have led to high risks for contamination of meat and meat products. Harmful bacterial, viral, and parasitic zoonotic infectious diseases, and subsequent dissemination to consumers could cause severe to fatal infections (Tekki et al., 2012). A systematic review on abattoir zoonoses in Nigeria conducted by Fasanmi et al. (2017) reported an increased trend in occurrence of abattoir zoonoses as the years of studies progressed; also there was a corresponding increase in human cases of zoonoses as the occurrence in slaughter animals increased from 2001 to 2016. However, there is limited evidence linking zoonoses from food animal slaughtering facilities and the transmission mechanisms to consumers' disease outbreaks involving the food chain (Fong, 2017), which may be caused by inadequate data management and zoonosis surveillance systems in the country.

Improving food safety and hygiene practices at the abattoir phase of the food animal value chain is integral to successful attainment of the sustainable development goals especially food security and sustainable agriculture, sanitation and hygiene (Morse et al., 2018). In meeting these goals in Africa and potential international trade, a need for an integrated and multidisciplinary approach is crucial (Morse et al., 2018). This study is part of an ongoing intervention collaborative research focusing on abattoir zoonotic threats and food safety challenges in Southwest Nigeria. We aimed to estimate the prevalence of abattoir zoonoses in particular tuberculosis, fasciolosis, hydatidosis, brucellosis, and cysticercosis in slaughtered bovines at a municipal slaughterhouse in Ogun State.

■ MATERIALS AND METHODS

Study location

The municipal slaughterhouse is located in Abeokuta North Local Government, Ogun State, Nigeria, at 3° 19.7' E and 7° 9.8' N, and

extends over 16,400 square kilometers (Figure 1). Abeokuta has a population of about 533,000. Ogun borders Lagos State to the south, Oyo and Osun states to the north, Ondo State to the east and Benin to the west. Abeokuta is the capital and largest city in the State.

Abeokuta slaughterhouse

The SH consists of a lairage, where the animals are rested 24 hours before slaughter. Antemortem inspections are conducted within the lairage by certified veterinary officers in line with the 1978 Nigerian Meat Edict. The lairage leads to two slaughter slabs (one enclosed, one open), where dressing of carcasses and mixed operations (clean and dirty) are performed by butchers. There, postmortem meat inspections are carried out by qualified veterinarians and para-veterinarians using visual examination, palpation, and systematic incision of carcasses and visceral organs (Adebowale et al., 2020). Potable water sources for abattoir operations and waste treatment facilities are lacking. Animal by-products such as bones, hooves and horns are disposed of within and around SH premises (Adebowale, 2019). Slaughtering is done between 7 am and 11 am from Monday to Saturday.

Data source and collection

Our retrospective study design covered three-year secondary data (January 2014–December 2016) from abattoir records provided by the Department of Veterinary Services, Ministry of Agriculture, Ogun State. The following data were collected: i) throughput of animals slaughtered, ii) various zoonotic diseases, iii) total number of suspected and confirmed cases based on visual inspections and laboratory investigations (where available), respectively, and iv) total number of condemned cases (partial or total condemnation). The data on zoonoses, particularly tuberculosis, fasciolosis, brucellosis, leptospirosis, anthrax and cysticercosis, were considered suitable based on the records presented by the veterinary service department. Animal food production safety has become a high priority for WOA, and departments of veterinary services of member states including

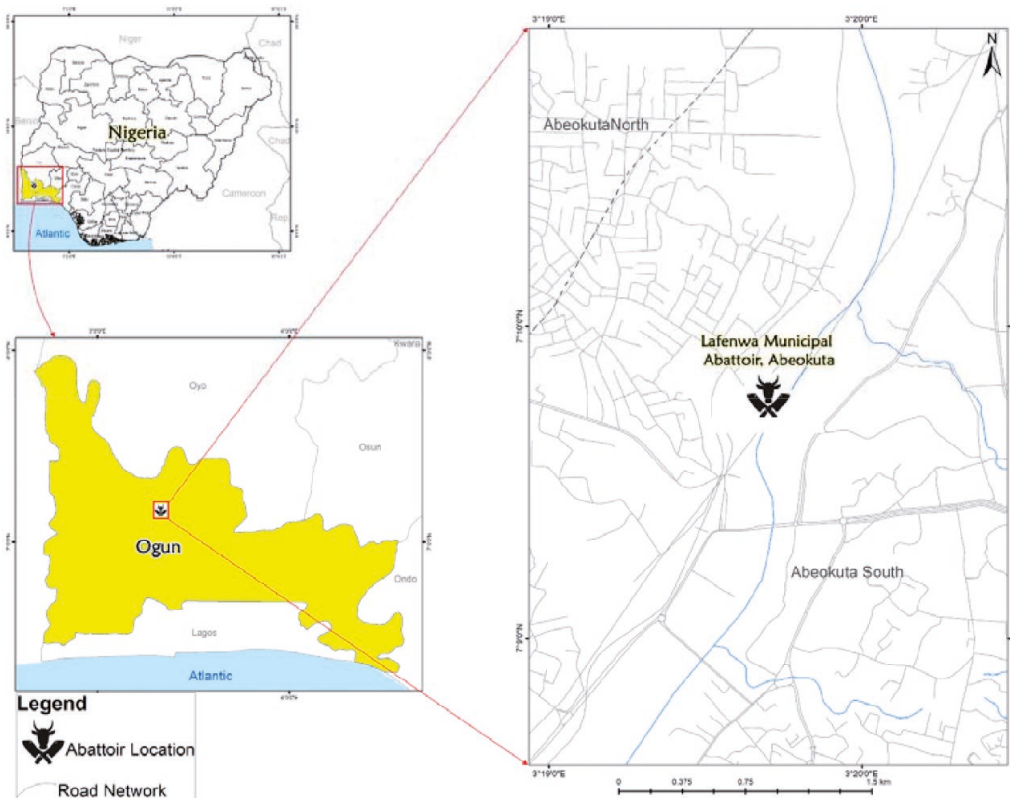


Figure 1: Location of Lafenwa Municipal Slaughterhouse, Abeokuta, Ogun State, Nigeria // Localisation de l'abattoir municipal de Lafenwa, Abeokuta, Etat d'Ogun, Nigeria

Nigeria are central to this mission in monitoring, preventing and controlling zoonoses. Also, efficient monitoring and reporting of these zoonoses conforms with FAO-OIE-WHO priority to control threats through adequate surveillance, disease reporting and early notification to promote timely responses, contain impending outbreak and protect global health.

Data analysis

Data were entered in Excel spreadsheet (2016) and exported into computer statistical analysis software Graph Pad Prism 9.1.0. For descriptive statistics, the throughput of animals slaughtered and various zoonoses reported from 2014–2016 were computed. The apparent prevalence of the various zoonoses with 95% confidence interval (CI) was estimated as the number of cattle visually suspected by certified veterinarians as harboring these diseases/lesions during postmortem meat inspection divided by the number of slaughtered cattle (Dupuy et al., 2014). Furthermore, the mean variations were determined with Student T test or alternative nonparametric test (Mann Whitney). The annual, monthly, and seasonal distributions were estimated and presented as graph plots. To understand better the seasonal patterns of cattle slaughter and disease conditions at the SH the months were divided into two seasons: a dry season (November to March), and a rainy or wet season (April to October). Mean differences in the number of zoonoses reported were determined using the ordinary two-way analysis of variance test (ANOVA); comparison was conducted using Dunnett’s multiple comparisons test; the significance level was set at $p \leq 0.05$.

RESULTS

Animal slaughter throughput

Following the exploration of the available records on meat inspection from 2014 to 2016, the overall throughput of cattle slaughtered was 146,794 (4077.6 ± 413.6 per month; 95% CI 3,923.3–4206.7). The total numbers of female and male cattle slaughtered were 122,460 (3402.0 ± 411.2 per month; 95% CI 3263.0–3541.0) and 24,334.0 (median = 565.0; 95% CI 589.1–762.8 per month), respectively. The number of females slaughtered outweighed males at ratio 5:1 ($p < 0.0001$), with the highest number of cattle slaughtered in December 2014, December 2015, and August 2016. Figure 2 shows that more animals were slaughtered during the wet season than in the dry season, but this was not significant ($p = 0.55$).

Patterns of zoonotic and non-zoonotic conditions

Three common zoonoses reported at the slaughterhouse over this period were bovine tuberculosis (BTB), hydatidosis, and fasciolosis. Of all 146,794 cattle slaughtered, 9514 (6.5%, 264.3 ± 81.7; 95% CI 236.6–291.9), 1851 (1.3%, 55.8 ± 17.3; 95% CI 49.9–61.6) and 845 (0.6%, median = 19.0; 95% CI 18.7–28.3) were infected with BTB, hydatidosis and fasciolosis, respectively. Other non-zoonotic diseases

or conditions encountered were dermatophilosis (2.4%), lymphadenitis (1.3%), abscess (mainly affecting the liver, kidneys and muscles, 0.6%), mastitis (0.01%), and mange (0.8%) (Table I). For all disease conditions, no confirmatory procedures were conducted.

Over the three years, the average monthly occurrence of BTB was highest in February (9.5%) and March (9.7%), and declined in October (5.2%, Figure 3a). Similarly, hydatidosis and fasciolosis occurrences were highest in March (11.4%) and February (15.5%), respectively. With regard to the seasons, no significant variation in the mean number of BTB was reported in both wet and dry seasons, although higher numbers were reported during the wet season in 2014 (15.5%), 2015 (22.2%) and 2016 (18.5%) (Figure 3b). Similarly, for hydatidosis ($p = 0.23$) and fasciolosis ($p = 0.34$) there was no mean difference in the seasonal occurrence.

Organ condemnations due to multiple pathological conditions observed during postmortem inspection were reported. However, partial or total condemnation data was only recorded for BTB. The condemnations involved the lungs, liver, kidneys, spleen, heart, intestines, skin and muscles, but organ-specific data was absent, making it difficult to estimate associated monetary or animal protein loss over the period.

DISCUSSION

This study revealed that more female cattle are slaughtered than male ones and corroborates our previous study on female cattle slaughter and fetal wastage in the same SH (Adebowale et al., 2020). Other studies in Nigeria (Hassan et al., 2016; Onyinye et al., 2018) and in other African countries (Swai et al., 2012; Tasiame et al., 2016) have reported similar outcomes. The high rates of female slaughtering impacts livestock sector productivity, sustainability (as more females are required in reproductive and milk production processes than males), and food security in Nigeria. To promote sound economic livestock management and sustainability in developing countries, animals presented at abattoirs for slaughter should be males, and reproductively inactive females (Fayemi and Muchenje, 2013). Furthermore, higher numbers of animals slaughtered during the wet season may be caused by the usual increase in cattle production with a corresponding decrease in prices in that season.

The most common zoonoses reported at inspection were BTB, hydatidosis and fasciolosis. Our findings support a previous study in Nigeria that reported fasciolosis (6.8%), other helminths (7.7%), tuberculosis (2.4%), and contagious bovine pleuropneumonia (1.8%) as common zoonoses or disease conditions encountered in seventeen major slaughterhouses from 14 of 19 states in Northern Nigeria and in Abuja (Federal Capital Territory) (Bello et al., 2015). Similarly in Tanzania, common zoonoses in trade cattle slaughtered at Tanga City abattoir included hydatidosis, cysticercosis and BTB (Swai and Schoonman, 2012). Other abattoir-based surveys in Tanzania showed

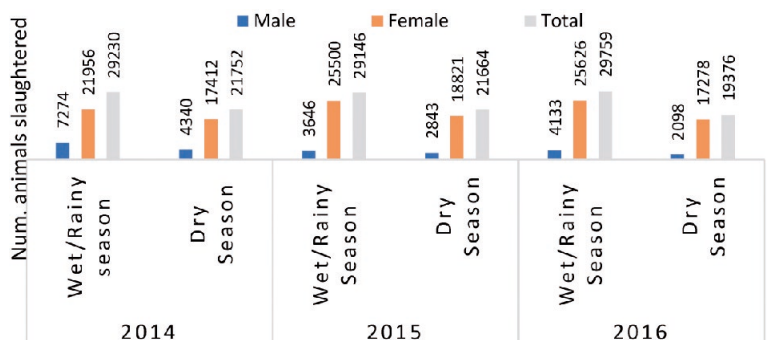


Figure 2: Number of animals across seasons at Lafenwa Municipal Slaughterhouse, Abeokuta, Ogun State, Nigeria (2014–2016) // Nombre d’animaux en fonction des saisons à l’abattoir municipal de Lafenwa, Abeokuta, Etat d’Ogun, Nigeria (2014–2016)

Table 1: Various diseases/conditions, partial and total condemnations reported at Lafenwa Municipal Slaughterhouse, Nigeria, from 2014 to 2016
 /// Diverses maladies/conditions, condamnations partielles et totales déclarées à l'abattoir municipal de Lafenwa au Nigeria de 2014 à 2016

Disease/ condition	2014 (N = 50,982)				2015 (N = 50,810)				2016 (N = 45,002)			
	Suspected		Condemned (n = 2523)		Suspected		Condemned (n = 3747)		Suspected		Condemned (n = 3244)	
	Total (%)	Mean (SD) per month	TC (%)	PC (%)	Total (%)	Mean (SD) per month	TC (%)	PC (%)	Total (%)	Mean (SD) per month	TC (%)	PC (%)
* BTB	2523.0 (5.0)	210.3 (59.2)	1815.0 (71.9)	708.0 (28.1)	3747.0 (7.4)	312.3 (80.0)	3010.0 (80.0)	737.0 (20.0)	3244.0 (7.2)	270.3 (74.9)	2608.0 (80.4)	636.0 (19.6)
* Hydatidosis	630.0 (1.2)	52.5 (17.5)	NA	NA	580.0 (1.1)	48.3 (11.2)	NA	NA	641.0 (1.4)	53.4 (13.8)	NA	NA
* Fasciolosis	352.0 (0.6)	29.3 (16.8)	NA	NA	189.0 (0.3)	15.8 (6.0)	NA	NA	304.0 (0.7)	25.3 (14.6)	NA	NA
# Dermatophilosis	1220.0 (2.4)	101.7 (30.5)	NA	NA	1427 (2.8)	118.9 (73.5)	NA	NA	769 (1.7)	64.1 (6.6)	NA	NA
# Lymphadenitis	200 (0.4)	16.7 (12.6)	NA	NA	760 (1.5)	63.3 (31.0)	NA	NA	885 (1.9)	73.8 (19.5)	NA	NA
# Abscess	279 (0.5)	23.3 (12.0)	NA	NA	285 (0.5)	23.8 (11.1)	NA	NA	317 (0.7)	26.4 (12.0)	NA	NA
# Mastitis	181 (0.4)	15.1 (7.7)	NA	NA	93 (0.2)	7.8 (4.6)	NA	NA	67 (0.1)	5.6 (3.4)	NA	NA
# Mange	362 (0.7)	30.2 (18.6)	NA	NA	633 (1.2)	52.8 (55.7)	NA	NA	236 (0.5)	19.7 (8.5)	NA	NA

SD: Standard deviation; * Zoonotic conditions; # Non-zoonotic conditions; N: Total number of cattle slaughtered each year; n: Total number of organs/meats condemned each year; TC: Total condemnation; PC: Partial condemnation; NA: Data not available; BTB: Bovine tuberculosis /// SD: Ecart-type; * Conditions zoonotiques; # Conditions non zoonotiques; N: Nombre total de bovins abattus chaque année; n: Nombre total d'organes / de viandes condamnés chaque année; CT: Condamnation totale; PC: Condamnation partielle; NA: Données non disponibles; BTB: Tuberculose bovine

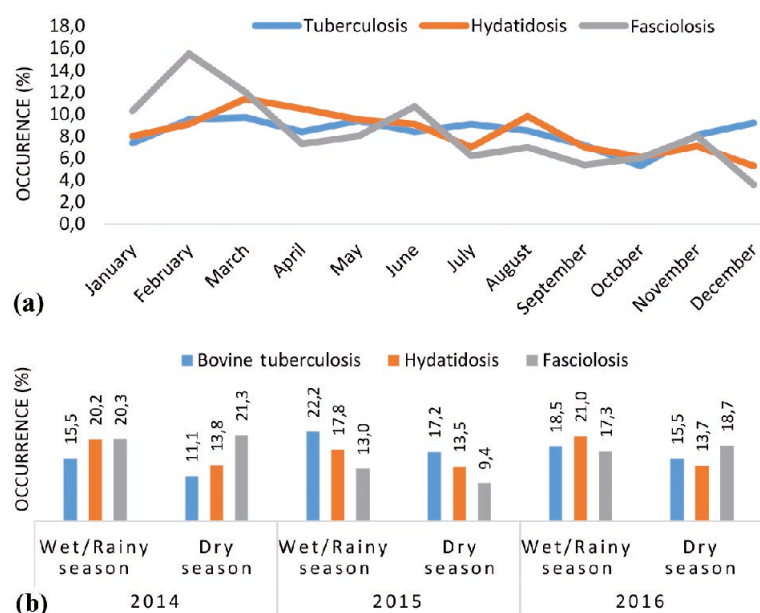


Figure 3: (a) Monthly trend of major zoonoses and (b) Major zoonoses reported across seasons, Lafenwa Municipal Slaughterhouse, Abeokuta, Ogun State, Nigeria (2014–2016) /// (a) Evolution mensuelle des principales zoonoses et (b) Principales zoonoses signalées en fonction des saisons, abattoir municipal de Lafenwa, Abeokuta, Etat d'Ogun, Nigeria (2014–2016)

that cattle organs and/or carcass condemnation were associated with hydatidosis, cysticercosis, fasciolosis, and BTB (Mellau et al., 2011; Tembo and Nonga, 2015), though with lower levels of occurrences except fasciolosis when compared with our study. In our study, abattoir data showed that organ condemnations (both partial and total) were based on lesions observed at postmortem by certified veterinarians. Condemnations of organs were documented solely for BTB. The

common zoonoses reported at Lafenwa SH pose potential health risks to meat consumers and intensify the need for routine surveillance in animals to estimate the prevalence adequately, possible economic impacts, and public health consequences (Mellau et al., 2011).

BTB prevalence between 2014 and 2016 was 6.7%. This was similar to previous studies conducted in Nigeria (Ejeh et al., 2014; Okeke et al., 2016), Pakistan (Memon et al., 2018), Sicily, Southern Italy

(Abbate et al., 2020). In contrast, a higher prevalence was reported in Lagos, Nigeria (25.7%, Agbalaya et al., 2020) and a lower one in Maiduguri, Nigeria (1.6%, Bala et al., 2011), and Tanga, Tanzania (0.32%, Swai and Schoonman, 2012). In Nigeria, BTB is an endemic zoonotic disease of major public health and economic importance. BTB control measures have not been implemented in cattle production systems in the country, resulting in high risks of occupational and consumer exposures (Agbalaya et al., 2021). The estimated incidence and associated human deaths caused by BTB in Africa is 68,900 and 8440 per year, respectively (Kanabus, 2021). BTB control and eradication continuum in cattle have been very challenging in Nigeria and many developing countries. The limitations may include the extensive rearing systems and migratory patterns of herders in the country, inhibiting disease tracking and surveillance. Also, poor implementation practices in the form of on-farm BTB control programs, inefficient and non-integration of disease surveillance systems of farms to slaughterhouses monitoring may exacerbate control practice. Furthermore, there is a lack of infrastructural resources, including financial commitment by the government to mitigation planning as well as poor laboratory capacity and functionality building for prompt detection of disease along the cattle food chain, poor disease response strategies, and poor record keeping and reporting. Conversely, many European Union countries have successfully eradicated BTB through a 'test-and-slaughter' strategy, which involves the systematic testing of cattle at herd level and slaughter of infected animals, with movement restrictions for the herd of origin until it is declared free from infection in consecutive whole-herd tests. In addition, these countries provide large incentives to support veterinarians, animal health services and livestock farmers (Abbate et al., 2020).

The prevalence of hydatidosis (caused by the larval stages of the tapeworm *Echinococcus granulosus*) and of fasciolosis (caused by *Fasciola* spp.) was lower in this study (1.3% and 0.6%, respectively), corroborating previous studies in Nigeria (Bala et al., 2011) and Iran (Shahbazi et al., 2016). In contrast, a study conducted in cattle slaughtered at Lira Municipality Abattoir in Northern Uganda recorded over 65.0% of liver samples infected with *Fasciola* spp. (Opio et al., 2021). The low prevalence of these diseases in our study may be due to improved and heavy use of antiparasitic agents to enhance animal production and economic gains. Cattle acquired from the northern regions of the country are placed on arrival under quarantine by veterinary services in the State, and provided routine treatments including deworming.

In the three years reviewed, BTB and hydatidosis were more reported in the wet season than in the dry season, corroborating findings also in Nigeria by Bala et al. (2011). However, this was contrary to a survey conducted in the same slaughterhouse in 2013 (Oluwasile et al., 2013). Hydatidosis risk is higher in areas of high rainfall, snail infestation and high animal density (Mellau et al., 2011). High incidence of hydatidosis and fasciolosis during the wet season suggests that cattle may have contracted the infection during the late dry season and early rainy season, a period of intense scarcity of crop residues when pastoralists migrate their cattle to low land marshy areas in search of feed and water. During this period, cattle usually ingest the metacercarial cysts or embryonated eggs for fasciolosis and hydatidosis, respectively, on plants around January. Also, condemnation of organs or carcasses may be more frequent in the wet than in the dry season, with great economic implications for farmers and butchers who are not compensated for their losses by the government (Ejeh et al., 2014).

The approach to end the challenges of infectious diseases/zoonoses in the country will need to be based on maximizing the efficient and cost-effective use of resources through good governance and stewardship, adequate monitoring and evaluation ensuring accountability and prompt reporting, engaging with and educating the communities as part of the extended health system, and accelerating efforts for local

adaptation of WHO, FAO and WOA global strategies (Raviglione and Maher, 2017).

Lastly, the true prevalence of the common zoonoses reported in this study could not be estimated taking into account the sensitivity of meat inspection and the scarce data on the detection performance of meat inspection. According to Dupuy et al. (2014), it is critical to conduct future work including expert opinions to establish the baseline detection fractions, i.e. the overall proportion of infected or affected animals successfully detected by meat inspection by the official inspector compared with known reference methods, for common zoonoses in slaughterhouses and abattoirs in Nigeria.

CONCLUSION

The presence of various zoonoses in this study indicates inadequate farm-level disease prevention approaches, further exacerbated by subsequent unsafe abattoir/slaughterhouse meat production for public consumption. The predominant zoonoses, which were bovine tuberculosis and mild infections such as hydatidosis and fasciolosis, potentially contribute to substantial economic loss for butchers and to animal protein deficit due to organ or meat condemnations. The intensification of BTB control programs and funding at national and farm levels is critical to ensure safety of the cattle meat value chain in the country. Poor record keeping and organ condemnations based only on gross pathology due to inadequate laboratory facilities for more specific and sensitive diagnosis needs improvement. Laboratories' involvement, personnel continuing programs in diagnostics, and educational awareness on zoonoses among all stakeholders are crucial. An integrated active surveillance system for prompt detection of specific zoonoses, and risk-based approach to transmission prevention along the meat food chain are essential to promote consumer health and non-exposure to zoonoses.

Acknowledgments

The authors acknowledge the Veterinary Services, Ogun State, for providing the abattoir data for the study.

Conflicts of interest

The study was carried without any conflict of interest.

Author contributions statement

OOA and OE participated in the conception and design of the work; OOA, OO, and MO collected data; OOA and AAA performed statistical analyses; OOA drafted the first version of the manuscript; OE critically reviewed the manuscript. All authors read and approved the final version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work.

REFERENCES

- Abbate J.M., Arfuso F., Iaria C., Arestia G., Lanteri G., 2020. Prevalence of bovine tuberculosis in slaughtered cattle in Sicily, Southern Italy. *Animals*, **10** (9): 1473, doi: 10.3390/ani10091473
- Adebowale O.O., Jayeola A., Adeyemo O.K., Kperegbe E., 2016. Potential bacterial zoonotic pathogens isolated from a major abattoir and its receiving surface water in Abeokuta, Nigeria. *Alex. J. Vet. Sci.*, **50** (1): 94-98, doi: 10.5455/ajvs.222912
- Adebowale O.O., 2019. Waste management and practices in a major slaughterhouse in Nigeria: A case study, implications, and alternative methods. *Sokoto J. Vet. Sci.*, **17** (3): 52-55, doi: 10.4314/sokjvs.v17i3.9
- Adebowale O.O., Ekundayo O., Awoseyi A.A., 2020. Female Cattle Slaughter and Foetal Wastage: A Case Study of the Lafenwa Abattoir, Ogun State, Nigeria. *Cogent Food Agric.*, **6** (1): 1-13, doi: 10.1080/23311932.2020.1809308

- Agbalaya M.A., Ishola O.O., Adesokan H.K., Fawole O.I., 2020. Prevalence of bovine tuberculosis in slaughtered cattle and factors associated with risk of disease transmission among cattle handlers at Oko-Oba Abattoir, Lagos, Nigeria. *Vet. World*, **13** (8): 1725-1731. doi: 10.14202/vet-world.2020.1725-1731
- Bala A.N., Garba A.E., Yazah A.J., 2011. Bacterial and parasitic zoonoses encountered at slaughter in Maiduguri abattoir, Northeastern Nigeria. *Vet. World*, **4** (10): 437-443, doi: 10.5455/vetworld.2011.437-443
- Bello M., Lawan M.K., Aluwong T., Sanusi M., 2015. Management of slaughter houses in northern Nigeria and the safety of meat produced for human consumption. *Food Control*, **49**: 34–39, doi: 10.1016/j.foodcont.2013.09.007
- Cadmus S.I.B., Adesokan H.K., 2009. Causes and implications of bovine organs/offal condemnations in some abattoirs in Western Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **41**: 1455-1463, doi: 10.1007/s11250-009-9334-7
- Dupuy C., Morlot C., Gilot-Fromont E., Mas M., Grandmontagne C., Gilli-Dunoyer P., Gay E., et al. 2014. Prevalence of *Taenia saginata* cysticercosis in French cattle in 2010. *Vet. Parasitol.* **203** (1-2): 65-72, doi: 10.1016/j.vet-par.2014.02.054
- Ejeh E.F., Raji M.A., Bello M., Lawan F.A., Francis M.I., Kudi A.C., Cadmus S.I.B., 2014. Prevalence and direct economic losses from bovine tuberculosis in Makurdi, Nigeria. *Vet. Med. Intl*, **1**: 1-6, doi: 10.1155/2014/904861
- Fasanmi O.G., Ayodeji I.O., Olosoto N.O., Fasina F.O., 2017. Retrospective studies of abattoir zoonoses in Nigeria: public health implications. *CAB Reviews*, **12**: 1-14, doi: 10.1079/PAVSNNR201712058
- Fayemi P.O., Muchenje V., 2013. Maternal slaughter at abattoirs: History, causes, cases and the meat industry. *SpringerPlus*, **2** (1): 125–131, doi: 10.1186/2193-1801-2-125
- Fong I.W. 2017. Animals and Mechanisms of Disease Transmission. In: Emerging Zoonoses: A Worldwide Perspective. Springer, Cham, Switzerland, 15–38, doi: 10.1007/978-3-319-50890-0_2
- Hassan D.I., Adua M.M., Yusuf N.D., 2016. Incidence of foetal wastage in cattle slaughtered at the Lafia abattoir, Nasarawa State. *Niger. J. Agric. Food. Environ.*, **12** (2): 200–202
- Kanabus A., 2021. TBFACTS. Org. Information about Bovine Tuberculosis. <https://tbfacts.org/bovine-tb/>. Accessed April 16 2021
- Mellau B.L., Nonga H.E., Karimuribo E.D., 2011. Slaughter stock abattoir survey of carcasses and organ/offal condemnations in Arusha region, northern Tanzania. *Trop. Anim. Health Prod.*, **43** (4): 857–864, 10.1007/s11250-010-9773-1
- Memon M.R., Bhutto A.L., Memon M.I., Khatri P., Baloch J.A., 2018. Prevalence of Bovine Tuberculosis in Slaughtering Animals at Selected Municipal Slaughter Houses: Its Impact On Public Health. *Pak. J. Agri., Agril. Eng. Vet. Sci.*, **34** (2): 168-175
- Morse T.D., Humphreys M., Rippon S., Kubwalo H.W., 2018. Achieving an integrated approach to food safety and hygiene—Meeting the sustainable development goals in Sub-Saharan Africa. *Sustainability*, **10** (7): 2394, doi: 10.3390/su10072394
- Okeke L.A., Fawole O., Muhammad M., Okeke I.O., Nguku P., Wasswa P., Dairo D., et al., 2016. Bovine tuberculosis: a retrospective study at Jos abattoir, Plateau State, Nigeria. *Pan Afr. Med. J.*, **25**: 202-207, doi: 10.11604/pamj.2016.25.202.5669
- Oluwasile B.B., Awoyomi O.J., Kehinde O.O., 2013. Prevalence and economic loss of bovine tuberculosis in a municipal abattoir, Abeokuta South-western Nigeria. *Niger. J. Anim. Prod.*, **40** (2): 1-8, doi: 10.51791/njap.v40i2.1229
- Onyinye J., Okorie-Kanu O.J., Ezenduka E.V., Okorie Kanu C.O., Anyaoha C.O., Attah C. A., Ejiofor T.E., et al., 2018. Slaughter of pregnant goats for meat at Nsukka slaughterhouse and its economic implications: A public health concern. *Vet World*, **11** (8): 1139–1144, doi: 10.14202/vet-world.2018.1139-1144
- Opio L.G., Abdelfattah E.M., Terry J., Odongo S., Okello E., 2021. Prevalence of Fascioliasis and Associated Economic Losses in Cattle Slaughtered at Lira Municipality Abattoir in Northern Uganda. *Animals*, **11** (3): 681-690, doi: 10.3390/ani11030681
- Raviglione M., Maher D., 2017. Ending infectious diseases in the era of the Sustainable Development Goal. *Porto Biomed. J.*, **2** (5): 140-142, doi: 10.1016/j.pbj.2017.08.001
- Shahbazi Y., Hashemnia M., Afshari Safavi E.A., 2016. A retrospective survey of hydatidosis based on abattoir data in Kermanshah, Iran from 2008 to 2013. *J. Parasit. Dis.*, **40** (2): 459–463, doi: 10.1007/s12639-014-0526-3
- Swai E.S., Schoonman L., 2012. A survey of zoonotic diseases in trade cattle slaughtered at Tanga city abattoir: a cause of public health concern. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, **2** (1): 55-60, doi: 10.1016/S2221-1691(11)60190-1
- Tasiame W., Emikpe B., Folitse R.D., Fofie C.O., Johnson S., Burimuah V., Atawalna J., et al., 2016. Foetal wastage in sheep and goats at the Kumasi Abattoir in Ghana: A Cross-Sectional Study. *Arch. Basic Appl. Med.*, **4** (3): 95–98
- Tekki I.S., Nwankpa N.D., Dashe Y., Owolodun O.A., Elisha I., 2012. Abattoir Management: A Case Report of a Local Abattoir in Jos South, Plateau State, Nigeria. *Vom Vet. J.*, **9**: 40-46
- Tembo W., Nonga H.E., 2015. A survey of the causes of cattle organs and/or carcass condemnation, financial losses and magnitude of foetal wastage at an abattoir in Dodoma, Tanzania. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **82** (1): 855-861, doi: 10.4102/ojvr.v82i1.855

Résumé

Adebowale O.O., Ekundayo O., Olasoju M., Oladejo O.O., Awoseyi A.A. Maladies animales et zoonoses dans un abattoir municipal du sud-ouest du Nigeria : enquête rétrospective sur trois ans (2014-2016)

Les abattoirs sont des lieux certifiés où les animaux sont abattus et inspectés pour garantir que les viandes sont saines et sans danger pour la consommation publique. Pour déterminer les zoonoses courantes rencontrées dans un abattoir municipal d'Abeokuta dans l'Etat d'Ogun au Nigeria, une étude rétrospective sur trois ans a été menée (2014–2016). Lors de l'examen des registres de l'abattoir, le nombre total de bovins abattus était de 146 794 ($4077,6 \pm 413,6$; intervalle de confiance à 95 % [IC] 3923,3–4206,7). Le nombre d'animaux femelles abattus était supérieur à celui des animaux mâles, ratio de 5:1 ($p < 0,0001$). Le plus grand nombre de bovins a été abattu en décembre 2014, décembre 2015 et août 2016. Sur l'ensemble des bovins abattus, les prévalences globales observées pour la tuberculose bovine (TBB), l'hydatidose et la fasciolose ont été estimées respectivement à 9514 (6,5 %, $264,3 \pm 81,7$; IC 95 % 236,6–291,9), 1851 (1,3 %, $55,8 \pm 17,3$; IC 95 % 49,9–61,6) et 845 (0,6 %, médiane = 19,0 ; IC 95 % 18,7–28,3). En moyenne, le nombre le plus élevé de cas de TBB a été signalé en février-mars, il a légèrement diminué en octobre et a augmenté à nouveau en novembre. De même, les nombres les plus élevés d'hydatidose et de fasciolose ont été observés respectivement en mars et février. Une variation moyenne significative ($p = 0,02$) des cas de TBB a été constatée sur l'ensemble de la période et elle a été plus élevée ($p = 0,03$) pendant la saison humide/pluvieuse en 2015. Nos résultats ont souligné la nécessité de promouvoir une surveillance active coordonnée pour la détection et l'atténuation des zoonoses afin de garantir la sécurité sanitaire des aliments dans les exploitations agricoles et les abattoirs. Un enregistrement adapté des condamnations spécifiques des organes/viandes/carcasses est crucial en *post mortem*, car cela représente une perte importante en protéines animales et en revenus. Ces données peuvent être utilisées pour une politique éclairée visant à réduire davantage les pertes économiques liées aux maladies animales.

Mots-clés : bovin, zoonose, abattoir, sécurité sanitaire des aliments, Nigeria

Resumen

Adebowale O.O., Ekundayo O., Olasoju M., Oladejo O.O., Awoseyi A.A. Enfermedades animales y zoonosis en un matadero municipal del suroeste de Nigeria: estudio retrospectivo de tres años (2014–2016)

Los mataderos son lugares certificados donde los animales se sacrifican y se inspeccionan para garantizar que la carne es sana y segura para el consumo público. Para determinar las zoonosis comunes encontradas en un matadero municipal en Abeokuta, Estado de Ogun, Nigeria, se realizó un estudio retrospectivo de tres años (2014–2016). Cuando se examinaron los registros del matadero, el número total de bovinos sacrificados fue de 146 794 ($4 077,6 \pm 413,6$; intervalo de confianza [IC] del 95 %: 3 923,3–4 206,7). El número de hembras sacrificadas fue superior al de machos, en una proporción de 5:1 ($p < 0,0001$). El mayor número de bovinos se sacrificó en diciembre de 2014, diciembre de 2015 y agosto de 2016. Entre todos los bovinos sacrificados, las prevalencias globales observadas de la tuberculosis bovina (TBB), la hidatidosis y la fasciolosis se estimaron en 9 514 (6,5 %, $264,3 \pm 81,7$; IC 95 % 236,6–291,9), 1 851 (1,3 %, $55,8 \pm 17,3$; IC 95 % 49,9–61,6) y 845 (0,6 %, mediana = 19,0; IC 95 % 18,7–28,3) respectivamente. Por término medio, el mayor número de casos de TBB se registró en febrero-marzo, disminuyó ligeramente en octubre y volvió a aumentar en noviembre. Asimismo, las cifras más altas de hidatidosis y fasciolosis se observaron en marzo y febrero, respectivamente. Se encontró una variación media significativa ($p = 0,02$) en los casos de TBB a lo largo de todo el periodo y fue mayor ($p = 0,03$) durante la estación húmeda/lluviosa de 2015. Nuestros resultados pusieron de manifiesto la necesidad de promover una vigilancia activa coordinada para la detección y atenuación de las zoonosis con el fin de garantizar la seguridad alimentaria en las explotaciones ganaderas y los mataderos. El registro adecuado de las condenas específicas de órganos/carnes/carcasas es crucial en el período post mortem, ya que esto representa una pérdida significativa de proteínas animales y de ingresos. Estos datos pueden utilizarse para una política informada que permita reducir aún más las pérdidas económicas derivadas de las enfermedades animales.

Palabras clave: ganado bovino, zoonosis, mataderos, inocuidad alimentaria, Nigeria

