UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FRANCISCO FERNANDES FEITOZA NETO

OVINOS MORADA NOVA BRANCA: CARACTERIZAÇÃO DE MANEJO, INFECÇÃO POR *CORYNEBACTERIUM PSEUDOTUBERCULOSIS* E OCCORÊNCIA DE MASTITE

MOSSORÓ-RN
MARÇO 2022

FRANCISCO FERNANDES FEITOZA NETO

OVINOS MORADA NOVA BRANCA: CARACTERIZAÇÃO DE MANEJO, INFECÇÃO POR *CORYNEBACTERIUM PSEUDOTUBERCULOSIS* E OCCORÊNCIA DE MASTITE

Trabalho de Dissertação apresentado como requisito para do Programa de Pós – Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-árido para obtenção do título em Mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e Produção Animal

Orientadora: Profª. Drª. Débora Andréa Evangelista Façanha

MOSSORÓ-RN
MARÇO 2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido.O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

F311 Feito

Feitoza Neto, Francisco Fernandes OVINOS MORADA NOVA BRANCA: CARACTERIZAÇÃO DE MANEJO, INFECÇÃO POR CORYNEBACTERIUM PSEUDOTUBERCULOSIS E OCCORÊNCIA DE MASTITE / Francisco Fernandes Feitoza Neto; orientadora Débora Andrea Evangelista Façanha. -- Mossoró, 2022. 58 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal) – Pro –reitoria de pós – graduação e pesquisa, Universidade Federal Rural do Semiárido, 2022.

1. Conservação. 2. Raça nativa. 3. Região semiárida. 4. Doenças infecciosas veterinárias. I. Evangelista Façanha, Débora Andrea , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBIUFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANCISCO FERNANDES FEITOZA NETO

OVINOS MORADA NOVA BRANCA: CARACTERIZAÇÃO DE MANEJO, INFECÇÃO POR *CORYNEBACTERIUM PSEUDOTUBERCULOSIS* E OCCORÊNCIA DE MASTITE

Trabalho de dissertação apresentado como requisito para do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-árido para obtenção do título em Mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e Produção Animal

Dissertação defendida e aprovada em 24 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Profª Dra Débora Andréa Evangelista Façanha
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB
Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – PPGCA/UFERSA
Orientadora, 1º Membro da banca examinadora

Prof Dr Ricardo Wagner Portela
Universidade Federal da Bahia – UFBA
2º Membro da banca examinadora

Prof Dr Jael Soares Batista
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
3º Membro da banca examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus,

Agradeço aos meus pais, Francisco Damião Fernandes (Fanfan) e Maria Sandicleusa de Sousa (Lêda).

Agradeço aos meus avós maternos Francisca Sousa Dias Freitas (Vó Francisca) e José Moreira de Freitas (Vô Zezé).

Agradeço à minha irmã, Patricía de Sousa Fernandes.

Agradeço ao minha orientadora, Debora Andrea Evangelista Façanha e a Banca Examinadora, aos professores Ricardo Portela e Jael Batista.

Agradeço aos companheiros de mestrado e coleta Hudson e Lucas.

Agradeço, em especial, ao professor Josiel Ferreira que tanto me ajudou.

Agradeço aos meus Amigos: Alysson, Aluísio, André, Camila P., Estela, Fernando, Letícia, Maria de Lara, Mariângela, Paula Luiza, Zacarias; Laureano, Lucas, Jorge.

RESUMO

A partir da falta informações técnicas sobre a caracterização sanitária e da prevalência de enfermidades como linfadenite caseosa (CLA) e mastite clínica (MC) que acometem os ovinos da raça Morada Nova da variedade branca e da situação de risco em que a mesma se encontra, este estudo objetivo - se caracterizar as condições sanitárias dos rebanhos brancos Morada Nova e apresentar dados sobre a ocorrência de linfadenite caseosa (CLA) e mastite clínica (MC) em uma população desta raça ovina mantida em região semiárida. Foram coletadas duas amostras de sangue de fêmeas adultas de rebanhos pertencentes a cinco municípios de dois estados do Nordeste brasileiro. A primeira amostra de sangue venoso foi usada para um exame de sangue completo. A segunda amostra de sangue foi utilizada para detectar a presença de anticorpos anti-C. anticorpos específicos para pseudotuberculose. Os sistemas de produção e manejo dos rebanhos foram caracterizados por meio de questionários estruturados in loco, e a entrevista foi dividida em três blocos de indicadores: (1) instalações; (2) caracterização do sistema de produção; (3) gestão da saúde; os dados referentes à caracterização da produção e manejo foram analisados de acordo com a frequência de respostas. O peso corporal e os resultados hematológicos foram submetidos a uma análise de variância, cujo efeito fixo foi o diagnóstico clínico, e a análise de componentes principais (ACP) foi realizada para determinar as principais variáveis. Para o CLA, três rebanhos se destacaram como tendo as maiores taxas de soropositividade (85,71, 79,41 e 60,45%). Os mesmos rebanhos também apresentaram as maiores ocorrências de MC (9,30, 8,82 e 5,71%). As principais variáveis que apresentaram diferenças significativas de acordo com o diagnóstico de ambas as doenças foram granulócitos e linfócitos sanguíneos. O estudo possibilitou observar a relação entre as melhores práticas sanitárias e as menores taxas de ocorrência tanto de CLA quanto de MC. As doenças estão presentes nos rebanhos estudados e apresentam valores de ocorrência consideráveis nas populações de ovinos brancos Morada Nova.

Palavras-chave: conservação; raça nativa; região semiárida; doenças infecciosas veterinárias

ABSTRACT

From the lack of technical information on the sanitary characterization and the prevalence of diseases such as caseous lymphadenitis (CL) and clinical mastitis (CM) that affect *Morada Nova* sheep of the white variety and the risk situation in which it is found. The objective of this study was to characterize the sanitary conditions of white Morada Nova herds and to present data on the occurrence of caseous lymphadenitis (CLA) and clinical mastitis (CM) in a population of this ovine breed maintained in a semi-arid region. Two blood samples were collected from adult females from herds belonging to five cities in two states of the Brazilian northeastern region. The first venous blood sample was used for a complete blood examination. The second blood sample was used to detect the presence of anti-*C. pseudotuberculosis* specific antibodies. The production and management systems of the herds were characterized using in loco structured questionnaires, and the interview was divided into three blocks of indicators: (1) facilities; (2) characterization of the production system; (3) health management; the data referring to the production and management characterization were analyzed according to the frequency of responses. Body weight and hematological results were submitted to an analysis of variance, on which the fixed effect was clinical diagnosis, and the principal component analysis (PCA) was performed to determine the main variables. For CLA, three herds stood out as having the highest rates of seropositivity (85.71, 79.41, and 60.45%). The same herds also had the highest occurrences of CM (9.30, 8.82, and 5.71%). The main variables that showed significant differences according the diagnosis of both diseases were blood granulocytes and lymphocytes. The study made it possible to observe the relationship between the best sanitary practices and the lowest occurrence rates of both CLA and CM. The diseases are present in the herds studied and show considerable occurrence values in the white Morada Nova sheep populations.

Keywords: *conservation; native breed; semi-arid region; veterinary infectious diseases*

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ARCO: Associação Brasileira de Criadores de Ovinos

CENARGEN: Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia

CITES: Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Selvagens

CL: Linfadenite caseosa ou *caseous lymphadenitis*

CM: Mastite clínica ou *clinical mastitis*

iELISA: Ensaio imunoadsorvente ligado a enzima

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

GR%: Porcentagem de granulócitos

GRA: Contagem de granulócitos

LY%: Porcentagem linfócitos

LYN: Contagem de linfócitos

MCV: Volume corpuscular médio

MI%: Porcentagem de células de volume intermediário

MID: Contagem de células de volume intermediário

PCV: Hematócrito

PLD: Fosfolipase D

RBC: Hemácias

RDWc: Largura de distribuição de glóbulos vermelhos

WBC: Leucócitos

LISTA DE TABELAS[1]

Table 1 - Number of animals according to state and herd……..... 44

Table 2 - Characterization of the facilities and production systems of white Morada Nova sheep herds studied herein……..... 44

Table 3 - Characterization of the sanitary management and preventive measures for caseous lymphadenitis and mastitis of the white Morada Nova sheep herds studied herein……..…..... 45

Table 4 - Occurrence of caseous lymphadenitis and mastitis in the white Morada Nova herds studied herein……..... 46

Table 5 - Body weight and hematological parameters of white Morada Nova breed according to mastitis (CM) diagnosis…… 47

Table 6 - Body weight and hematological parameters of white Morada Nova breed that presented seropositive or seronegative results for *C. pseudotuberculosis* infection…….. 48

[1] As tabelas estão unicamente apresentadas em inglês no manuscrito submetido ao periódico intitulado *Tropical Animal Health and Production* (https://www.springer.com/journal/11250).

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS
RESUMO
ABSTRACT
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS
LISTA DE TABELAS
1 INTRODUÇÃO GERAL 10
2 OBJETIVOS 13
2.1 OBJETIVO GERAL 13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
3 REFERENCIAL TEÓRICO 14
3.1 CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS 14
3.2 A RAÇA MORADA NOVA 15
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUÇÃO DE OVINOS 16
3.4 LINFADENITE CASEOSA 17
3.4.1 Etiologia e Patogenia 17
3.4.2 Epidemiologia 17
3.4.3 Sintomatologia 18
3.4.4 Diagnóstico..... 19
3.4.5 Tratamento, Prevenção e Controle 20
3.5 MASTITE CLÍNICA 21
3.5.1 Etiologia e Patogenia 21
3.5.2 Epidemiologia 21
3.5.3 Sintomatologia 22
3.5.4 Diagnóstico 22
3.5.5 Tratamento, Prevenção e Controle 23

4 **MANUSCRITO: Characterization of the sheep production smallholder farms and prevalence of *Caseous lymphadenitis* and *Clinical mastitis* in a Brazilian semi-arid region** …….. 24
5 **CONCLUSÕES** 53
REFENRÊNCIAS 54

1 INTRODUÇÃO GERAL

A criação de ovinos tem um grande potencial econômico na região Nordeste do Brasil, pois concentra 65,5 % do efetivo nacional de ovinos (IBGE, 2017), mantendo-se como a de maior densidade de animais, sendo que esses animais demonstram um excelente grau de adaptação às condições climáticas da região. O rebanho brasileiro em 2018 era composto de 18,94 milhões de ovinos, sendo que mais de 12,63 milhões pertencem aos estados nordestinos, região que detêm mais de 66% do efetivo nacional. Apesar de deter tamanho rebanho e possuir algumas condições favoráveis ao desenvolvimento da atividade, a região ainda não consegue obter índices produtivos elevados, principalmente pelo fato da ovinocultura ser uma atividade secundária, com poucos investimentos. Na sua grande maioria, são rebanhos numerosos com baixa capacidade produtiva, usado apenas para a subsistência das famílias ou complementar a renda das mesmas (Nunes et al., 2020).

A adoção de estratégias que permitam reduzir os índices de morbidade e mortalidade em rebanhos nativos é fundamental para elevar o efetivo de raças em risco de extinção e, consequentemente, manter a diversidade genética dessas populações. No entanto, raças nativas localmente adaptadas são ainda pouco utilizadas devido à uma menor produção quando comparadas às raças exóticas, como é o caso da raça Morada Nova. Essa raça representa um importante recurso genético para a região semiárida por apresentar elevada rusticidade, precocidade, elevada habilidade materna e bom desempenho em sistemas de criação extensivo (Facó et al., 2008; Nunes et al., 2020).

A raça Morada Nova é amplamente distribuída nessa região. Entretanto, seus rebanhos efetivos estão diminuindo devido à substituição desses animais por ovinos exóticos especializados para a pecuária de corte, em razão de possuírem um porte maior. Além desse entrave, os programas de melhoramento genético levam à uma redução na base genética desses rebanhos, já que estes animais são selecionados de acordo com características morfológicas (padrão racial), e estas características não estão associadas ao desempenho animal, como por exemplo, pelagem, despigmentação de mucosas e cascos, eliminando dessa forma animais com potencial produtivo (Shiotsuki et al., 2016, Ferreira et al., 2017).

ALém dessa situação, o acometimento por doenças infecciosas gera altas taxas de morbidade e mortalidade, ocasionando sérios danos econômicos à cadeia produtiva de carne e pele ovina, sendo então um entrave para a atividade. Algumas informações sobre enfermidades ligadas à parasitos gastrintestinais já foram descritas em ovelhas da raça Morada Nova (Ferreira et al., 2017; 2018); no entanto, há um interesse em estudar doenças infecciosas como a

linfadenite caseosa (Alves et al., 2020) e a mastite clínica (Pereira et al. 2014), pois são as principais enfermidades em fazendas ovinas no semiárido brasileiro (Silveira et al., 2021). A linfadenite caseosa é uma enfermidade crônica causada pela bactéria *Corynebacterium pseudotuberculosis*, altamente contagiosa e resistente às condições ambientais. A doença atinge os pequenos ruminantes, além de seres humanos, pois é considerada uma zoonose ocupacional (Dorella et al., 2006). Já a mastite clínica tem como principal agente etiológico a bactéria *Staphylococcus spp*. Essa enfermidade ocorre com frequência em rebanhos da raça Morada Nova da variedade vermelha, porém não se tem registros científicos nos animais da variedade branca. A seleção de animais resistentes a estas enfermidades que são frequentes nos sistemas de produção é capaz de contribuir para a sobrevivência das crias e dos animais adultos, auxiliando na manutenção dos rebanhos (Ferreira et al., 2018).

Portanto, torna-se necessária a realização de pesquisas que busquem avaliar o estado sanitário dos rebanhos da raça Morada Nova dentro da população da variedade branca em virtude da baixa produção científica quanto à prevalência de enfermidades que acometem a raça, levantando dados que fomentem a elaboração ações estratégias voltadas para o manejo sanitário adequado. Com isto, procura-se minimizar os índices de morbidade e mortalidade desses animais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi caracterizar a condição sanitária dos rebanhos da raça Morada Nova da variedade branca, através dos dados de prevalência da LC e da MC de uma população de ovinos desta raça criados em região semiárida.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os sistemas de produção e o manejo dos rebanhos da raça Morada Nova da variedade branca por meio de questionários estruturados *in loco*.
- Medir a prevalência de LC e de MC em rebanhos ovinos da raça Morada Nova da variedade branca.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS

A maior ameaça à biodiversidade em todo o planeta é a degradação do habitat animal (Haddad et al., 2015). A diminuição mundial de biodiversidade continua acontecendo em um ritmo crescente (Shafer et al., 2015), e o ritmo acelerado das mudanças climáticas poderá super a capacidade natural de algumas espécies de responder a essas mudanças (Hoffman; Sgro, 2011).

As abordagens genômicas têm sido sugeridas como uma ferramenta promissora para a prática de conservação animal (Shafer et al., 2015). Isso despertou interesse na compreensão dos locais envolvidos na variação e adaptação fenotípica para promover a conservação da biodiversidade (Kardos; Shafer, 2018).

Assim, os esforços para impedir a extinção em massa e o declínio da população animal incluem a criação de áreas protegidas e acordos internacionais para reduzir a emissão de gases, a fim de conter as mudanças climáticas e procedimentos legais. E assim são criados mecanismos para proteger as espécies ameaçadas de extinção, como por exemplo, a Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Selvagens (CITES), a Lei de Espécies Ameaçadas dos EUA (ESA), e a criação de programas de conservação (Suplle; Shapiro, 2018).

No Brasil existe o programa de Conservação de Recursos Genéticos Animais, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o qual foi criado para que raças nativas não fossem perdidas devido à substituição drástica por raças exóticas (Egito; Mariante; Albuquerque, 2002). A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) considera de fundamental importância para o suprimento futuro de alimentos a utilização racional e a conservação de raças localmente adaptadas.

Fatores tais como a introdução de animais de regiões de clima temperado em rebanhos de animais localmente adaptados à região de clima tropical são rotineiramente discutidos por alguns autores (Lobo et al. 2019) para justificar a diminuição da variabilidade genética e a substituição pelos animais mais produtivos. No entanto, os programas de melhoramento e conservação de recursos genéticos animais levam em consideração os efeitos negativos *in situ* que ocorrem nos rebanhos ovinos do Nordeste brasileiro (Arandas et al. 2017).

Segundo Hall e Bradley (1995), as raças locais têm maior capacidade de sobrevivência e de reprodução em condições ambientais em que as raças exóticas seriam menos produtivas; estas também possuem grande aptidão para aumentar a produção, sem perder adaptações locais mediante a realização de programas de seleção apropriados.

3.2 A RAÇA MORADA NOVA

Os ovinos foram um dos primeiros animais domesticados pelo homem, servindo como fonte de alimento e proteção (lã) independentemente do local, devido à capacidade de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações. Desenvolveram-se de forma gradativa no território brasileiro, e foram uma das primeiras espécies a serem introduzidas no Brasil (Jainudeen, Wahid e Hafez, 2004; Viana, 2008).

A criação de ovinos é uma atividade bastante comum na região semiárida devido à rusticidade e adaptabilidade secular dos animais a essa região. Seus produtos, tais como carne e leite, representam fonte de proteína de qualidade com baixo custo para pequenos agricultores dessa região (Magalhães et al, 2018). Dentre os rebanhos de ovinos deslanados que se encontram no Nordeste brasileiro, destacam-se os da raça Morada Nova. Além de bem adaptados às condições do semiárido, esta raça apresenta características específicas não encontradas em outras raças (Facó et al, 2008).

A Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO) reconhece duas variedades de ovinos da raça Morada Nova: a vermelha, variando de coloração de intensidade vermelha escura a clara, que corresponde à maioria do efetivo, e a branca. A boa adaptação da raça Morada Nova ao ambiente tropical e particularmente às condições de criação extensivas comuns no semiárido Nordestino é bem conhecida e relatada por vários autores. Além disso, a raça é conhecida por sua fertilidade, prolificidade, boa habilidade materna e baixo custo de manutenção (Facó et al, 2008).

Entretanto, com a introdução de raças exóticas na produção de ovinos, o material genético da raça Morada Nova foi diluindo-se, principalmente em relação à variedade branca, que foi preterida pelos criadores devido à crença de que os animais brancos eram menos adaptados ao clima semiárido, diminuindo sua variabilidade genética e aumentado o risco de desaparecimento desse valioso material genético. A diminuição dos efetivos dessa raça em propriedades comerciais foi relatada por Leite e colaboradores (2018). Ademais, Leite e colaboradores (2018) elucidaram que a variedade branca apresenta excelente adaptação a região

semiárida do Brasil, devendo ser preservada e multiplicada para consequente aumento da variabilidade genética do rebanho.

A importância da manutenção de um padrão racial dentro dos ovinos Morada Nova é inquestionável, entretanto a criteriosidade dos padrões raciais e a utilização exclusiva destes para escolha dos animais da raça devem ser reavaliados, pois neste processo de seleção perdeu-se variabilidade genética e características produtivas, tais como peso ao nascer. Portanto, uma readaptação dos padrões raciais seria relevante para aumento do número de animais, com uma consequente seleção baseada em critérios importantes para a produção (Shiotsuki et al., 2016).

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUÇÃO DE OVINOS

A cadeia produtiva de ovinos exige maior investimentos para melhor diagnóstico, organização participativa e socialização de diretrizes e resultados por meio de um bom programa de extensão rural com ovelhas, a fim de contribuir para o melhoramento da carne, da gestão e do marketing, bem como leite e seus derivados (Melo et al., 2003). Apesar do grande número de animais e técnicos sanitários, deficiências e falta de caracterização dos sistemas de produção limitam o desenvolvimento desta atividade, especialmente devido à falta de condições socioeconômicas e análises de perfil de produção de produtos agrícolas e sistemas de produção pecuária (Souza et al., 2009).

Um diagnóstico bem aprofundado da cadeia produtiva contribuirá para o planejamento de políticas governamentais para ovinos e caprinos agropecuária no Estado, com foco principalmente na permanente assistência técnica, financiamento de atividades e implementação de estratégias para melhorar a saúde e controlar doenças emergentes (Guilherme et al., 2017). O diagnóstico das práticas utilizadas nas propriedadespossibilitaria a determinação dos principais obstáculos ao crescimento da atividade (Silva et al., 2015). E isso mostra a importância dos estudos de caracterização, principalmente, em rebanhos pequenos como os de Morada Nova branca, onde se quer aumentar o efetivo da variedade.

3.4 LINFADENITE CASEOSA

3.4.1 Etiologia e Patogenia

O agente etiológico da Linfadenite Caseosa é a bactéria *Corynebacterium pseudotuberculosis*, isolada pela primeira vez na espécie bovina em 1888 por Nocard Preisz, os

quais descreveram completamente esse microrganismo em 1894, (Dorella et al., 2006). Caracteriza-se por ser uma bactéria gram-positiva, não esporulada, anaeróbica facultativa e intracelular facultativa de macrófagos, possuindo lipídios de superfície leucotóxicos que protegem a bactéria da fagocitose (Alves et al. 2007, Sousa et al., 2011).

A bactéria é capaz de produzir uma exotoxina, a fosfolipase D, que atua como esfingomielinase, sendo dermonecrótica, hemolítica, causa supuração e tem ação nas células endoteliais, causando aumento da permeabilidade dos vasos sanguíneos e linfáticos, facilitando desta maneira a invasão bacteriana (Alves et al. 2007, Sousa et al.,2011). O agente etiológico já foi isolado em outras espécies, incluindo cavalos, nas quais causa linfangite ulcerativa; em bovinos, causando a "febre dos pombos"; e camelos, suínos, e búfalos (Dorella et al., 2006). Também afeta o ser humano, sendo considerada uma zoonose ocupacional (Join-lambert et al, 2006). A doença é encontrada em todas as principais áreas de produção de ovinos e caprinos do mundo, causando perdas econômicas significativas caracterizadas pela diminuição da produção de leite, lã e carne, juntamente com redução do valor comercial do couro (Dorella et al., 2006).

3.4.2 Epidemiologia

Pesquisas epidemiológicas recentes examinaram a prevalência de Linfadenite Caseosa em diferentes países. Sua prevalência pode ser observada nas diferentes regiões do mundo, como Reino Unido (45%) e Canadá (21%) (Dorella et al., 2006). No Brasil, a doença é endêmica e tem uma prevalência clínica de 5% a 50% (Alves et al. 2007; Sousa et al.,2011). Na região nordeste, observou-se 91% de soroprevalência nos rebanhos de pequenos ruminantes no estado de Alagoas, 81% no estado do Maranhão e 82% no estado do Ceará (Abreu et al., 2017).

O potencial que *C. pseudotuberculosis* tem para sobreviver por várias semanas no ambiente provavelmente contribui para sua capacidade de espalhar dentro de um rebanho. A principal fonte de infecção é o conteúdo dos abscessos que, quando supuram, contaminam o meio ambiente (Alves et al. 2007; Sousa et al.,2011). A transmissão entre ovelhas ou cabras ocorre por contato direto com as secreções dos abscessos ou durante procedimentos comuns, tais como castração, tosa e marcação de orelha, ou por lesões geradas por outros eventos traumáticos (Dorella et al, 2006; Alves et al., 2007; Sousa et al., 2011).

3.4.3 Sintomatologia

As manifestações de Linfadenite Caseosa em pequenos ruminantes são caracterizadas principalmente por necrose e caseificação nos linfonodos (Barbosa et al, 2012). A doença pode ocorrer de duas formas principais, a cutânea (também chamada de superficial) e a visceral, que podem coexistir dentro do mesmo animal. Os animais afetados pela Linfadenite, especialmente aqueles com a forma visceral, apresentam baixas taxas de crescimento e produção de leite (Dorella et al., 2006, Varela – castro et al., 2017). A forma mais frequente da Linfadenite Caseosa externa se caracteriza por formação de lesões granulomatosas nos linfonodos superficiais e em tecido subcutâneo. Estes granulomas também podem se desenvolver internamente em órgãos parenquimatosos, tais como pulmões, rins, fígado e baço, caracterizando assim a forma visceral (Barbosa et al., 2012)

A maioria das lesões na forma superficial ocorre nos linfonodos pré-escapulares, retrofarígeos, parotídeos, sub-mandibulares e pré-crurais, possivelmente por estas áreas serem as mais frequentemente afetadas por escoriações e outras lesões traumáticas que facilitam a penetração do organismo (Alves et al. 2007, Sousa et al.,2011). Nos abscessos, geralmente encontra-se conteúdo com coloração que varia do branco ao amarelado e ou esverdeado, inodoro e com consistência inicial pastosa que finalmente se torna dura e seca, apresentando uma aparência laminada (semelhante a uma cebola cortada transversalmente) mais característica nos ovinos (Fontaine e Baird, 2008).Em alguns casos, a infecção produz sinais inespecíficos, permanecendo desconhecida até que um exame post-mortem seja feito, tornando difícil a obtenção definitiva de dados sobre a prevalência desta doença e permitindo que a doença se difunda dentro e entre rebanhos (Barbosa et al., 2012), além do longo período de incubação de duas a seis semanas (Barral et al, 2019).

3.4.4 Diagnóstico

A Linfadenite Caseosa pode ser clinicamente detectada quando os linfonodos superficiais estão afetados, embora a doença também acometa órgãos como fígado, baço, pulmões e rins (Barral, et al 2019). Além da *C. pseudotuberculosis*, outras bactérias podem ser a causa dos abscessos, tais como *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Streptococcus spp., Proteusmirabilis, Pseudomonas aeruginosa, Trueperella pyogenes* e *Mycobacterium tuberculosis* (Andrade et al. 2012, Valençoela et al. 2012, Higino et al. 2013). O diagnóstico é

frequentemente baseado em observações clínicas, por meio da observação de lesões em linfonodos superficiais, altamente sugestivas da doença, porém limita-se ao não conseguir detectar infecções subclínicas (Silva et al, 2019). As dificuldades quanto à identificação clínica precoce de animais infectados (Dorella et al., 2006), associadas à dificuldade de isolamento e crescimento in vitro das bactérias presente em lesões (Ribeiro et al., 2013), tornam-se um obstáculo ao diagnóstico da doença (Dorella et al., 2006).

O diagnóstico clássico ou padrão-ouro da *Linfadenite Caseosa* baseia-se no isolamento e identificação de *C. pseudotuberculosis* a partir de abscessos de linfonodos superficiais. No entanto, nem é sempre possível coletar essas amostras (Fontaine e Baird, 2008).Imunoensaios, tais como o ensaio imunoadsorvente associado a enzima (ELISA) são capazes de detectar anticorpos para *C. pseudotuberculosis,* tendo sido implementados com sucesso em situações em que os animais não mostram sinais evidentes de infecção (Dercksen et al., 2000). O ELISA é econômico, fácil de executar e aplicável na rotina clínica, e alguns testes eficazes foram relatados em programas de controle e erradicação da Linfadenite Caseosa (Dercksen et al., 2000; Hoelzle et al, 2013).

A fosfolipase D (PLD) é a principal exotoxina produzida por *C. pseudotuberculosis* e seu principal fator de virulência, permitindo a propagação do patógeno em um novo hospedeiro (Batey, 1986; Songer et al., 1988). De várias maneiras já foram desenvolvidos imunoensaios usando a fosfolipase D (PLD) como um antígeno, o que provou ser bem adequado para esta aplicação (Sting et al., 2017). A exotoxina PLD de *C. pseudotuberculosis* é identificada como um antígeno imunodominante, pois é amplamente reconhecida por ovinos naturalmente infectados (Muckle et al., 1992).

Proteínas recombinantes para o diagnóstico são muito favoráveis por sua alta especificidade em ELISA, pois são antígenos purificados (Rezende et al., 2016). Contudo, um teste sorológico ideal deve basear-se na combinação de duas ou mais proteínas recombinantes, pois um único antígeno PLD em ensaios sorológicos não consegue identificar todos os animais infectados (Hoelzle et al, 2013; Silva et al., 2019; Barral et al.,2019).

3.4.5 Tratamento, Controle e Prevenção

O tratamento convencional baseia-se no corte e abertura do granuloma, seguido de limpeza do local e cauterização com iodo a 10%, visando diminuir a contaminação ambiental. O material utilizado no procedimento deverá ser incinerado para evitar contaminação ambiental, e os animais doentes devem ser isolados e só devem voltar ao rebanho após a

cicatrização total da ferida cirúrgica. Essa conduta, por outro lado, não é efetiva para erradicar a enfermidade em rebanhos endêmicos (Lucas et al., 2009; Sousa et al., 2011). Não é recomendado o tratamento com antibióticos, pois as bactérias viáveis permanecem protegidas dentro dos granulomas devido à cápsula espessa que os cerca (Dorella et al., 2006).

A vacinação profilática de animais saudáveis, juntamente com a identificação/remoção de animais infectados demonstra-se ser a melhor estratégia para controlar a doença (Dorella et al., 2006). Além disso, o uso de alguns testes ELISA foi relatado em programas de controle e erradicação da Linfadenite (Dercksen et al., 2000; Hoelzle et al, 2013).

Em geral, os métodos disponíveis para diagnóstico e controle da Linfadenite Caseosa não são tão satisfatórios devido à sua baixa sensibilidade, porém em estudos que usaram proteínas recombinantes de *C. pseudotuberculosis* como antígenos usando o iElisa apresentaram alta sensibilidade e alta especificidade (Rebouças et al. 2013, Nassar et al. 2014). Assim juntamente aos ensaios de imunodiagnóstico, outra medida eficaz para impedir a propagação desta doença é o isolamento dos animais contaminados (Ribeiro et al., 2013).

3.5 MASTITE CLÍNICA

3.5.1 Etiologia e Patogenia

A Mastite é uma inflamação da glândula mamária geralmente causada por bactérias, desenvolvida na cisterna da glândula após penetração do canal do teto (Davies et al., 2009; Banos et al., 2017). Uma das principais características da Mastite diz respeito à diversidade de agentes com potencial patogênico (Peixoto, Mota e Costa, 2010). O *Staphylococcus aureus* é o principal agente etiológico da Mastite Clínica em ovelhas. Outras espécies estafilocócicas que podem ocorrer como agentes etiológicos da doença incluem *S. anaerobius, S. hyicus, S. intermedius e M. schleiferi* (Vasileiou et al., 2019).

Streptococcus uberis, Streptococcus agalactiae e Streptococcus suis são as espécies bacterianas mais comumente relatadas como causadoras de surtos de Mastite em pequenos ruminantes (Bergonier et al., 2003; Omaleki et al., 2016). Alguns estudos experimentais vêm demonstrando o potencial patogênico de alguns microrganismos relevantes, a exemplo do *Corynebacterium pseudotuberculosis* (pinheiro junior et al. 2006; Peixoto, Mota e Costa, 2010). Além disso, vários estudos descobriram que a prevalência de *Mannheimia haemolytica* em casos esporádicos pode chegar a 40%, sugerindo que a importância desse patógeno na mastite

ovina é semelhante ou superior a *Staphylococcus aureus* (Arsenault et al., 2008; Omaleki et al., 2016).

3.5.2 Epidemiologia

No Brasil, destacam-se as variações dos dados acerca da prevalência da Mastite em caprinos e ovinos. Na região Nordeste, casos desta enfermidade já foram relatados em 51,2% dos rebanhos existentes (Pinheiro et al. 2000). Dentre as principais fontes de infecção estão as mãos dos ordenadores, quando ocorre o uso de mãos nuas durante a ordenha, contribuindo para transferência de bactérias para a teta quando o ducto está aberto e, consequentemente, para boca dos cordeiros. Outras fontes de contaminação são as bactérias já presentes no ducto do teto e na pele do úbere (Albenzio et al., 2003; Vasileiou et al., 2019).

A prevalência anual da Mastite é influenciada por uma série de fatores relacionados ao animal, ao patógeno e ao meio ambiente. A mastite com evidências clínicas apresenta-se em níveis abaixo de 5%, podendo alcançar maiores taxas em determinadas situações. Contudo, dados a respeito da prevalência da Mastite em caprinos e ovinos ainda são escassos (Contreras et al. 2007; Peixoto, Mota e Costa, 2010).

A maioria dos casos clínicos de Mastite ocorre no início da lactação, coincidindo com o pico da produção leiteira, fato observado inclusive em ovelhas de corte (Arsenault et al. 2008). É a doença mais prevalente e onerosa na indústria de laticínios por provocar redução do volume de leite produzido, abate do animal e aumento dos custos de mão-de-obra e com serviço veterinário (Davies et al., 2009; Banos et al., 2017). A suscetibilidade dos animais leiteiros à infecção no úbere é herdável, mas o conhecimento atual de eventos fisiológicos e celulares complexos que ocorrem na glândula mamária em resposta a patógenos é limitada (Banos et al., 2017).

3.5.3 Sintomatologia

A infecção intramamária causa queda na produção e na qualidade do leite, queda no ganho de peso e morte dos cordeiros, morte de matrizes, e é a principal causa do descarte precoce de ovelhas pela perda de função da mama acometida (Pereira et al., 2014). A Mastite Clínica causa ansiedade, dor intensa, inquietação e alterações nos padrões de alimentação, enquanto na mastite subclínica ocorre mudança nos padrões comportamentais das ovelhas (Fthenakis,

2019), e os sinais clínicos podem ser localizados ou resultarem em sintomas clínicos severos com episódios fatais (Peixoto, Mota e Costa, 2010).

Em casos graves de Mastite aguda, foram observados sinais tais como coloração arroxeada da pele do úbere, diminuição de temperatura local, endurecimento difuso do parênquima e desprendimento de uma pequena área de pele, além de sinais de envolvimento sistêmico, como apatia, anorexia, isolamento do rebanho e hipertermia. (Pereira et al., 2014).

3.5.4 Diagnóstico

O diagnóstico da Mastite Clínica na fase aguda e crônica pode ser efetuado utilizando-se o exame físico das glândulas mamárias acometidas por meio da inspeção e palpação, segundo critérios recomendados por Grunert (1993). Avalia-se o aumento de volume e assimetria entre as glândulas e as características de consistência do parênquima mamário, tais como presença de nódulos, edema, endurecimento difuso ou não e fibrose.

Na presença de secreção, a mesma é coletada para realização do teste da caneca telada, e de cultura microbiológica. O exame da caneca telada pode ser interpretado levando em consideração as características macroscópicas do leite (cor, consistência e presença de grumos, pus e sangue) (Pereira et al., 2014). Contudo, o exame físico associado ao exame da caneca telada não devem ser utilizados como únicos métodos diagnósticos, sendo imprescindível a associação com outras técnicas diagnósticas, tais como a cultura bacteriológica do leite (Peixoto, Mota e Costa, 2010), e ensaio de susceptibilidade da bactéria a antibióticos.

3.5.5 Tratamento, Controle e Prevenção

O protocolo terapêutico consiste na administração de agentes antimicrobianos (Mavrogianni et al., 2011), seguindo a regra de combinação de velocidade e eficácia contra a mastite (Vasileiou et al., 2019). Pesquisadores inocularam *S. aureus* na glândula mamária direita de 10 ovelhas primíparas da raça Santa Inês e realizaram o tratamento com três aplicações concomitantes parenterais e intramamárias de gentamicina associada a flunixina meglumina. Todos os animais desenvolveram quadros graves de mastite com sinais de envolvimento sistêmico. Após o tratamento houve restabelecimento do apetite e melhora do quadro clínico geral, entretanto não houve melhora da metade mamária inoculada, resultando em perda da função produtiva da glândula (Santos et al., 2007; Pereira et al., 2014).

Estudos realizados na Europa encontraram resistência bacteriana a certos antimicrobianos, tais como penicilinas e tetraciclinas, drogas comumente utilizadas no tratamento da mastite. Assim, para preservar a suscetibilidade de patógenos aos medicamentos disponíveis, o tratamento deve ser com antibiótico de espectro conhecido por ser eficaz contra as bactérias (Vasileiou et al., 2019). E a terapia com antibióticos deverá sempre ser acompanhada por um veterinário, no sentido de garantir a adequada e higiênica administração (Contreras et al., 2007).

Em relação ao controle da doença, a higiene durante a ordenha constitui a base para o sucesso de um programa de controle das mastites em pequenos ruminantes. O manejo higiênico-sanitário voltado para prevenção da mastite engloba atenção especial ao ordenhador, ao animal, à ordenhadeira e ao meio ambiente (Peixoto, Mota e Costa, 2010). Programas de controle de mastite dão ênfase à redução da taxa de infecções mamárias durante a rotina de ordenha, quando as glândulas mamárias estão em maior risco de infecção. Contudo, vários outros fatores fora da rotina de ordenha (ambientais, nutricionais, genéticos, anatômicos) foram identificados como predisponentes em ovelhas (Fthenakis et al., 2017; Mavrogianni et al., 2017).

Animais acometidos sucessivamente por Mastite devem ser considerados como potenciais para descarte, pois além de não serem lucrativos ao produtor devido aos custos de tratamento e do descarte do leite, servem de fonte de infecção para outras ovelhas. Nestes casos, deve ser considerado se não é mais lucrativo estabelecer um programa de prevenção e controle, associado ao descarte de matrizes velhas com infecções crônicas de mastite. Não se deve simplesmente adotar o descarte de ovelhas cronicamente acometidas por mastite sem se investir nos procedimentos de controle e prevenção (Bispo et al. 2007).

O uso de vacinas para o controle da mastite é uma opção econômica viável, uma vez que reduz custos com o tratamento. Porém, devido aos diferentes relatos sobre a efetividade destas vacinas para vacas leiteiras e ovelhas, e sua inabilidade para prevenir novas infecções, tem sido sugerido que as vacinas sejam usadas apenas em rebanhos leiteiros com alta prevalência de *S. aureus*, com intuito de reduzir os sinais clínicos (Contreras et al. 2007; Peixoto, Mota e Costa, 2010).

4 MANUSCRITO - GENERAL ASPECTS OF THE PRODUCTION AND MANAGEMENT SYSTEMS, *CORYNEBACTERIUM PSEUDOTUBERCULOSIS* INFECTION AND OCCURRENCE OF MASTITIS OF WHITE MORADA NOVA HERDS

General aspects of the production and management systems, *Corynebacterium pseudotuberculosis* infection and occurrence of mastitis of white Morada Nova herds

Francisco Fernandes Feitoza Neto[1,2], Josiel Ferreira[1,*], Hudson de Queiroz Monteiro[1,2], Wanderson Lucas Alves dos Santos[1], Robson Mateus Freitas Silveira[3], José Ernandes Rufino de Sousa[1], Thiago Doria Barral[4], Ricardo Dias Portela[4], Jael Batista Soares[1], Débora Andréa Evangelista Façanha[2,5]

[1] Department of Animal Science, Federal Rural University of the Semi-arid (UFERSA), *Mossoró*, *RN* 59625-900, Brazil

[2] Postgraduate in Animal Science (PPGCA-UFERSA), *Mossoró*, *RN* 59625-900, Brazil

[3] Department of Animal Science, "Luiz de Queiroz" College of Agriculture, University of São Paulo (USP), *Piracicaba*, *SP* 13418-900, Brazil

[4] Laboratory of Immunology and Molecular Biology, Health Sciences Institute, Federal University of Bahia (UFBA), *Salvador*, *BA* 40140-100, Brazil

[5] Rural Development Institute – University of the International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), *Redenção*, *CE* 62790-790, Brazil

Correspondence author: J. Ferreira

E-mail address: jjosielborges@hotmail.com

Telephone: +55 (88) 9 99883191

Present address: Department of Animal Science, Federal Rural University of the Semi-arid (UFERSA), 59625-900, *Mossoró*, *RN*, Brazil

Abstract – The objective of this study was to characterize the sanitary condition of white *Morada Nova* herds and to present data on the prevalence of *caseous lymphadenitis* (CL) and *clinical mastitis* (CM) in this small population of sheep raised in a semi-arid region. Two blood samples were collected from adult females from herds belonging to five cities in two states in northeastern Brazil. The first venous blood sample was collected for a complete blood count, including variables such as red blood cells (RBC), mean corpuscle volume (MCV), packed cell volume (PCV), lymphocyte count (LYM), intermediate volume cell count (MID), granulocyte count (GRA), LYM percentage (LY%), MID percentage (MI%), granulocyte percentage (GR%), red cell distribution width (RDWc) and white blood cells (WBC). The second blood sample was used to detect the presence of specific anti-*C. pseudotuberculosis* by ELISA assay. The production and management systems of the herds were characterized using structured questionnaires in loco, and the interview was divided into four blocks of indicators: (1) Facilities; (2) Characterization of the production system; (3) Health Management; (4) CL and CM. For CL, the cities of Quixeramobim – Ceará (85.71%; 30/35), Governador Dix – Sept Rosado – Rio Grande do Norte (79.41%; 27/34) and Mossoró – Rio Grande do Norte (60.45%; 26/43) stood out as having the highest frequencies of seropositivity. The same cities also had the highest prevalence for CM: Mossoró – Rio Grande do Norte (9.30%; 4/43), Governador Dix – Sept Rosado – Rio Grande do Norte (8.82%; 3/34) and Quixeramobim – Ceará (5.71%; 2/35). The study made it possible to observe the relationship between the best sanitary practices and the lowest prevalence rates of both CL and CM. The diseases are present in the herds studied and show considerable prevalence values for CL and CM in the white *Morada Nova* sheep populations.

Keywords: conservation; native breed; semi-arid region; veterinary infectious diseases

1. Introduction

Strategies to reduce morbidity and mortality rates in native herds are essential to decrease the number of breeds at risk of extinction and consequently maintain the genetic diversity of these populations. Sheep farming has great economic potential in developing countries since it presents an excellent adaptation degree to extreme climatic conditions of the region; an example of this situation is the Northeast region of Brazil, as it concentrates 65.5% of the national sheep population (IBGE 2017). However, locally adapted native breeds, such as the Morada Nova breed, are still little used as a consequence of their lower production rates when compared to exotic breeds. This specific breed represents an important genetic resource for the semi-arid region due to its high rusticity, precocity, high maternal ability and good performance in extensive breeding systems (Facó et al. 2008; Nunes et al. 2022).

Even in the face of these characteristics, the Morada Nova breed had its population reduced over the years. For a long time, the animal selection criteria used by sheep farmers consisted of coat color, a situation that led to the discard of animals with black or white; this practice is fully questionable, since the adaptive capacity of sheep of this breed is independent of coat color (Façanha et al. 2022; Leite et al. 2018). Consequently, the Morada Nova breed of different varieties (red, white and black) is currently represented by a low number of animals and, according to the Brazilian Association of Sheep Breeders of Brazil (ARCO), only animals which have two types of coat colors (red and white) are registered.

The involvement of infectious diseases in herds generates leads to significant morbidity and mortality rates, and causes serious economic damage to the sheep meat and skin production chain, creating an obstacle to the activity. Some information on diseases linked to gastrointestinal parasites has already been reported in Morada Nova sheep (Ferreira et al. 2017; 2018); indeed, there is an interest in studying other infectious diseases, such as caseous lymphadenitis (CLA) (Alves et al. 2020) and clinical mastitis (CM) (Pereira et al. 2014), as they are the most commonly found diseases in sheep farms worldwide (Silveira et al. 2021). CLA is a chronic disease caused by the bacterium *Corynebacterium pseudotuberculosis*, which is highly contagious and resistant to environmental conditions. The disease affects small ruminants as well as humans, and is considered an occupational zoonosis (Bastos et al. 2012). On the other hand, CM has the bacterium *Staphylococcus spp*. as its main etiological agent. This

disease occurs periodically in red Morada Nova breed herds, but there are no scientific records in the white variety (Ferreira et al. 2018). Selecting animals which are resistant to diseases that are frequent in production systems can to contribute to the survival of offspring and adult animals, and can decisively help maintaining the number of individuals in the herds.

Considering the situation mentioned above, it is necessary to carry out studies which seek to evaluate the health status of Morada Nova herds white variety due to the low scientific production regarding the occurrence of diseases that affect the breed, raising data which encourage the elaboration of strategic actions aimed to the development of adequate sanitary management tools with the objective to minimize the morbidity and mortality rates of these animals. In this way, the objective of this study was to characterize the sanitary conditions of white Morada Nova herds and to present data on the CLA and CM occurrence on a population of sheep raised in a semi-arid region.

2. Material and methods

2.1 Location, animals and experimental design

This study was conducted on sheep production units in Rio Grande do Norte and Ceará states, Brazil, between 2020 to 2021. The climate in the region is characterized as tropical semi-arid (BSw' - Koppen climate classification), with the occurrence of two defined periods throughout the year: rainy (January to June) and dry (July to December). The annual average temperature and humidity are around 27-30 °C and 40-80%, respectively, with a mean annual rainfall of 400 mm.

Eighty-two sheep were screened in this study, being that these sheep were located at six different production units in five different cities from in the Brazilian Northeast region (Table 1). Sixty-two sheep were screened for a second time one year after the first sample collection. The animals were 2 to 3 years old, non-lactating, non-pregnant and had a body weight average of 34.8 ± 6.4 kg, with body condition score around 2.5 (Russel et al. 1984).

2.2 Production systems characterization and management of the herds

Information on the sheep production system and farmers were collected through a structured questionnaire based on the work of Loureiro (2012) and Silveira et al. (2022), with categorical and continuous variables applied *in loco*. The interviews were carried out with the farmers or technicians that were responsible for the management of the herd. The interview was divided into four blocks of indicators: (1) facilities; (2) characterization of the production system; (3) health management procedures; (4) and caseous lymphadenitis and clinical mastitis preventive measures. After completing the questionnaire, a technical visit to the farm was carried out to verify the reliability of the information collected.

2.3 Clinical and laboratorial examinations

Clinical examination was performed by palpation of the superficial lymph nodes and of the breast apparatus, by veterinarians specialized in small ruminant clinics. Two blood samples were then collected. The first venous blood sample was collected into vacuum tubes (BD, Franklin Lakes, New Jersey, United States) with ethylenediaminetetracetic (EDTA) disodium anticoagulant at 10% to evaluate hematological variables, including red blood cells (RBC, $10^6/mm^3$), mean corpuscle volume (MCV, fl), packed cell volume (PCV, %), lymphocyte count (LYM, $10^6/mm^3$), monocytes (MID, $10^6/mm^3$), granulocyte count (GRA, $10^6/mm^3$), lymphocyte percentage (LY%, %), intermediate volume cell percentage (MI%, %), granulocyte percentage (GR%, %), red cell distribution width (RDWc, $10^6/mm^3$), and white blood cells (WBC, 10^3 $/mm^3$). The samples were analyzed in an automatized SDH-3 hematological analyzer (Labtest, Lagoa Santa, Brazil). The second sample was centrifuged at 2000 x g for 5 min and was used to detect the presence of specific anti-*C. pseudotuberculosis* antibodies through an ELISA using the recombinant protein PLD, as established by Barral et al. (2019), and characterized by a 91% sensitivity, 98.7% specificity and 96.5% accuracy.

The animals that presented lymphatic adenomegaly cases presenting a “mature lump” were submitted to fine needle puncture to collect caseous material. These samples were used to investigate the presence of *C. pseudotuberculosis* bacteria through the quadruplex PCR assay for species and biovar identification. The narG nitrate reductase gene was included in the assay along with the 16S, rpoB and pld genes to improve the diagnosis of multiplex PCR at the biovar level (Almeida et al. 2017).

The CM diagnosis was performed by veterinarians specialized in small ruminant clinics by physical examination of the mammary glands, through inspection and palpation, according to criteria recommended by Grunert (1993). This diagnosis was based in the increase in volume and asymmetry between the glands, and in the characteristics of consistency of the breast parenchyma, such as the presence of nodules, edema, diffuse hardening and the presence or not of fibrosis.

2.4 Occurrence of caseous lymphadenitis and clinical mastitis

The CLA and CM occurrences were calculated according to Wagner (1998), using the following formula:

[1] $Prevalence = \frac{\text{Number of seropositive cases} \times 100}{\text{Number of the examined sample}}$

2.5 Statistical methods

The data referring to the production and management characterization of the herds were analyzed according to the frequency of responses and expressed as a percentage. BW and hematological variables were submitted to analysis of variance (ANOVA) where the fixed effects were clinical diagnosis of CLA (1- Seropositive and no abscess; 2- Seropositive and with abscess; 3- Seronegative and no abscess; 4- Seronegative and with abscess) and CM (1- With fibrosis; 2- No fibrosis), and the ELISA results (Seropositive or Seronegative for *C. pseudotuberculosis*). The means of each variable were compared by the probability of difference using the Tukey's test at a probability level of 5%. Hematological data were standardized and multivariate analysis were performed. Principal component analysis (PCA) was performed to determine the main hematological variables. The relative importance of the variables was evaluated by the eigenvalues (variances) that were extracted by the orthogonal rotation (varimax method) and plotted on a two-dimensional graph. PCA reliability was tested using the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO = 0.50) sampling adequacy measure and Bartlett's Sphericity Test ($P < 0.001$).

3. Results

3.1 General aspects of the production and management systems of the herds

The characterization of the facilities and production systems of small white Morada Nova sheep herds is shown in Table 2. All farms have their own facilities for sheep, 50% of which originate from a cattle corral adapted for small ruminants, and 50% specific facilities were specific for sheep. Regarding the floor of the facilities, 66.7% have cement and soil floors, and 16.7% have mixed soil, cement and wood floors. The breeding system used on the farms is 66.7% extensive and 33.3% intensive breeding systems. The animals grazed solely in Caatinga biome native pasture (50%), or native associated with cultivated pasture (50%). Regaridng the concentrate supply, 33.3% provide corn bran, while 66.7% do not offer any type of concentrate feed. Mineralization is used in the animals' diet in all farms. The animals are identified through earrings (66.7%) or necklaces (16.7%), and 16.7% of the farms do not perform any type of animal identification. Only 33.3% collect birth data, and the offspring are naturally suckled on the ewes in all farms. For weaning age, 33.3% separate lambs from their ewes up to 3 months of age, 33.3% between 3 and 4 months of age, 16.7% between 4 and 5 months of age, and 16.7% above 5 months old. Regarding the separation of the herd into lots, 33.3% of the farms separate the animals by age group, and 33.3% separate pregnant females. Moreover, 50% of the farms separate the farrowing females, and 66.7% separate the animals by sex. The most frequent species that has direct contact with animals are dogs (67.7%) and cattle (50%); however, it was cited the contact with cats (33.3%), horses (33.3%), goats (33.3%), wild animals (33.3%) and pigs (16.7%).

Most herds are vaccinating their animals (83.7%), and 50% vaccinate against rabies and clostridioses, and 33.3% only against clostridioses, while 16.7% do not vaccinate the herd with no vaccine at all. All farms perform parasitological control with a frequency of one year, and only 66.7% of the breeders reported quarantining animals from other herds. The report regarding the fate of dead animals was necropsy (16.7%), buried (16.7%), cremated (33.3%) or taken to places far from the farms' headquarters (33.3%). The vast majority of farms clean the facilities and only one farm does not carry out cleaning, followed by farms that carry out cleaning with a daily frequency (16.7%), three times a week (16.7%), monthly (16.7%), and once a year (33.3%). The managers reported the occurrence of CLA and CM in the last 12 months since the time of the visit. It was reported that 83.3% of the farms presented cases of both diseases, and only one farm detected the occurrence of CLA only. Treatments

were performed in all herds, but only 66.7% isolated the affected animals. It was reported that after removal, 50% of the farms bury and 50% incinerate the caseous CLA content. Most farms adopted wound cleaning (83.3%), while only the property does not perform the procedure. The majority (66.7%) reported that there were no reports of deaths caused by diseases; however, one farm reported one death caused by CM, and another farm reported one death caused by CLA.

3.2 Corynebacterium pseudotuberculosis infection and occurrence of mastitis in herds

The CLA and MC occurrence data obtained are presented in Table 4, according to each herd studied. The herd E (85.71%; 30/35), B (79.41%; 27/34) and C (76.66%; 23/30) stand out as presenting the highest seropositivity frequencies for CLA. The total occurrence of CLA was 63.1%. The occurrence of CM was: D (15.38%; 2/13), B (8.82%; 3/34) and C (6.66%; 2/30). The total occurrence for CM was 6.25%.

Four animals with lymphadenomegaly were identified and had caseous material collected for the confirmation of the *C. pseudotuberculosis* presence, being one animal from the herd B, two animals from the herd E, and one animal from the herd A. All samples were positive at the PCR specific for the presence of *C. pseudotuberculosis* at the lesion contents.

Table 5 shows the mean BW values and hematological parameters according to the diagnosis of CM. No statistical differences were found for the evaluated parameter between animals that presented or not clinical mastitis, However, when considering the serodiagnosis of caseous lymphadenitis, it was observed that infected animals presented statistically significant lower values of blood lymphocytes, and higher granulocytes counts than seronegative animals (Table 6). The body

According the PCA the two factors, 51.18% of the total variation among the examined hematological parameters were explained (Figure 1). The variables that showed significant association with the first components contributed most to the total variation in the data and were in the following order of importance (based in factor 1): %LY, %GR, GRA, MID, RDWc, MCV, LYM, WBC, PCV, %MI and RBC.

4. Discussion

The sheep farming in developing countries is characterized by traditional family farming (Arandas et al. 2020), is inserted in extensive production systems, and is commonly managed in arid and semi-arid environments (Silveira et al. 2021). The economic contribution of sheep production and animal productivity are naturally low in these production systems. The low efficiency of extensive systems in these regions is mainly due to climatic conditions and food shortages (de Kumar; Balaganur; Naqvi 2020). The vast majority of farms evaluated in this study adopt this type of system. However, the information found herein is different from the findings by Guilherme et al. (2017), in which they found most production systems characterized by a semi-intensive regime. Their work was also conducted in the Brazilian semi-arid region, where the authors justify this change of scenario due to prolonged drought periods, and with the objective to guarantee the maintenance of a viable activity.

Vaccination associated with the control of rabies and clostridiosis were reported as the main prophylactic measures in the farms studied herein, in addition to the use of anthelmintics to control gastrointestinal parasites, as already reported by Ferreira et al. (2017) and Carvalho et al. (2020). Proper cleaning of facilities is also an important factor for controlling diseases in the herd (Carvalho et al. 2020). The recommendation of cleaning the facilities is around once a day, at minimum (Cruz et al. 2019), as the accumulation of waste, excreta and secretions can transmit a series of diseases to animals (Almeida et al. 2010); however, only one farm in this study follows this recommendation.

The results of this study show that the majority (66,7%) of farms perform quarantine. The importance of quarantine is to prevent the spread of important infectious disease agents, such as small ruminant lentiviruses and tuberculosis (Gouveia et al. 2015). The presence of dogs and cattle was frequently reported in white Morada Nova sheep herds. The presence of animals of other species, such as cats and pigs, is common on farms that do not develop a specialized livestock activity (Rocha 2016). Indeed, they can represent a reservoir of diseases for sheep and other animals (Carvalho et al. 2020).

Most of the farms perform treatment of sick animals; however, the herds C and D claimed to not separate sick animals from the herd. Isolation consists of separating sick animals from healthy ones with the aim of reducing the risk of disease transmission, regardless of the infectious agent (Souza et al. 2018). A relationship was observed between the herds that did not undergo isolation through quarantine and the presence of the highest occurrence values of the diseases studied herein.

The importance of investigations into the occurrence of CLA and CM is justified by the high morbidity and mortality rates of these diseases in sheep herds (Guilherme et al. 2017). The economic damage generated to the production chain is factual, as the contaminated part of the carcasses are discarded, in addition to the disposal of animals confirmed with clinical signs as a way of controlling diseases in the herd (Embrapa Goats and Sheep, 2021). Few serological studies were performed for caseous lymphadenitis in small ruminants using the iELISA diagnostic method, an assay that can detect asymptomatic animals (Alves et al. 2020). Furthermore, there are no studies which determine the sanitary condition of these animals for CM, which highlights the importance of such a study.

The serological results indicate that there is a high frequency of seropositive animals, which is not surprising, as the Brazilian semi-arid region is endemic for the disease (Souza et al. 2011). A study on the epidemiology of CLA in an endemic region of Egypt showed similar results (Selim et al. 2021). High CLA prevalence rates were reported in Brazilian regions (75.5% - Guimarães et al. 2011; 77.9% - Loureiro 2012; 83.4% - Barbosa 2016) and in other regions of the world with similar characteristics to those of our study (63.6% - Aslan et al. 2016; 43.8% - Algammal 2016). The use of barbed wire fences or cutting surfaces in troughs and trunks helps to justify the high CLA occurence rates found in this study, in addition to the vegetation of the Caatinga biome being characterized by cacti which can cause injuries to the skin, which may be entry pathways of infectious agents (Unanian et al. 1985).

The recommended acceptable incidence of new CM cases should be less than 5% in small ruminants (Omaleki et al. 2016). The incidence of CM was close to this range in this study. Silva et al. (2013) and Pereira et al. (2014) found positivity rates around 6% while studying CM etiologies in native breeds. However, it was expected that the herds studied herein would present lower occurrence, since they are kept in extensive systems and few herds perform weaning, and therefore the occurrence of CM would decrease as a result of the absence of residual milk in the mammary glands of the females (Brito et al. 2007).

CLA in its visceral form is characterized by a severe decline in BW and respiratory manifestations, associated with chronic ruminal tympani (Oreiby 2015). High frequencies of infected animals were observed in the present study, confirming the presence of the disease, not necessarily in its visceral form. Few abscesses were observed, suggesting that the disease may be present in its visceral

form. Thus, it is believed that there is a high level of resilience of the animals, as no differences in BW were observed between seropositive and seronegative animals.

The high frequencies of seropositive animals suggest the low efficacy of the control and prophylaxis measures used in Brazilian herds of white Morada Nova sheep. The application of these measures varies according to the level of disease prevalence and the implementation of strict sanitary control (Guimarães et al. 2011). The subclinical forms of the diseases are also factors which must be taken into account for the high frequencies found, since subclinical animals eliminate the infectious agent in the environment, acting as sources of infection in the herds (Alves et al. 2020). Along with this, the chronic nature of the diseases allows that infected animal remain on the farm for a long time, a situation that is aggravated by the fact that they are small herds and there is not much turnover, and so young animals are at greater risk of infection because they have more contact time with adults (Aslan et al. 2016; Alves et al. 2020).

Blood changes during infectious diseases can be discovered using hemogram, leukogram and serum biochemical indicators, providing an aspect of the animal's clinical health conditions (Odhah et al. 2017). Most of the hematological parameters evaluated herein showed no difference according to the diagnosis, and no alteration was found in the case of CM. As for normality according to the reference values for sheep, a pattern very close to those suggested by Jain (1986) was observed. It was found differences regarding C. *pseudotuberculosis* infection, with a decrease in lymphocyte counts and an increase in blood granulocytes in seropositive animals, in a similar way that was reported by Mahmood et al. (2015), Othman et al. (2014) and Bishop (2018). This reversal of the relationship between GRA and LYM is a common response of ruminants to inflammatory processes (Jain, 1986), and is a consequence of the extreme chemotaxis effect exerted by the *C. pseudotuberculosis* infection in different leukocyte populations, and even the production of innate immune system cytokines and acute phase mediators (Bastos et al., 2011). Likewise, the importance of these variables and their inverse relationship are confirmed by the PCA, as well as the lower importance of variables such as PCV, %MI and RBC based in factor 1. Despite being among the least important variables according to factor 1, after observing factor 2 we noticed an increase in the association with axis 2 of some of these variables,

as WBC, LYM, RBC and PCV. According Ferreira et al. (2018) this is variables are important indicators for native ewes' health.

The hypothesis regarding CM is that the study cases could be considered chronic, arising from the cases that were evaluated in the clinical study, where there is no more inflammatory process, and therefore no leukocyte alterations (Latimer and Meyer 1992). Thus, a more in-depth study with specific laboratory tests for CM investigating both clinical and subclinical cases is recommended for a greater depth of the study. However, there is a great need for this study, aiming to present the first results on the occurrence of the disease in white Morada Nova sheep populations.

5. Conclusion

This study made it possible to observe the differences between the farms that raise white Morada Nova sheep, especially in relation to the sanitary management condition, where those that carry out the best sanitary practices had the lowest occurrence rates of both CLA and CM. It is possible to affirm that the studied diseases are present in the different herds, even though they are small and isolated herds; there is great importance to obtain the occurrence of infectious diseases in the white Morada Nova sheep populations, since it can aid in planning appropriate measures for the control of these infectious diseases.

Funding

The *Ministério de Agricultura e Pecuária* (*MAPA*) located in Brazil, financed the project entitled "*Implantação do Centro de Conservação de Biodiversidade do Semiárido*" ("Implementation of the Semiarid Biodiversity Conservation Center") in partnership with *UFERSA*. RDP is a Technological Development Fellow from the Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq - Proc. 313350/2019-1).

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Ethics approval

This experiment was approved by the Ethics Committee of the Federal Rural University of the Semi-arid Region – UFERSA, Mossoró, Brazil (process identification: PED20001-2018).

Consent to participate

No applicable.

Consent for publication

No applicable.

Availability of data and material

Not applicable.

Code availability

Not applicable.

Authors' contributions

F.F. Feitoza Neto and J. Ferreira: Conceptualization, data curation, data analysis, methodology, writing (original draft), text editing and final review.

F.F. Feitoza Neto, H.Q. Monteiro, L.A. Santos: Data collect and data curation.

R.M.F. Silveira and T.D. Barral: Final review.

J.E. Sousa, J.B. Soares, R.W. Portela, D.A.E. Façanha: Conceptualization, supervision, project administration and funding acquisition.

References

Algammal, A. Molecular characterization and antibiotic susceptibility of Corynebacterium pseudotuberculosis isolated from sheep and goats suffering from caseous lymphadenitis. Zagazig Veterinary Journal. (2016),1-8, 44 (1).

Almeida, A.C., Teixeira, L.M., Duarte, E.R., de Morais, G., Mata e Silva, B.C. Gereseev, L.C. Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no Norte de Minas Gerais. Comunicata Scientiae. (2010),161-166, 1 (2).

Almeida, A.C.S. Caracterização dos produtores e propriedades rurais em três municípios do Estado de Pernambuco. Revista Caatinga. (2006), 323-332, 19 (4).

Almeida, S., Dorneles, E.M.S., Diniz, C., Abreu, V., Sousa, C., Alves, J., Carneiro, A., Bagano, P., Spier, S., Barh, D., Lage, A.P.; Figueiredo, H.; Azevedo, V. Quadruplex PCR assay for identification of *Corynebacterium pseudotuberculosis* differentiating biovar Ovis and Equi. BMC Veterinary Research, (2017), 13 (1).

Alves, J.R.A., Farias, A.E.M., Dos Anjos, D.M., Lima, A.M.C., Faccioli-Martins, P.Y., Souza, C.J.H., Pinheiro, R.R., Alves, F.S.F., Azevedo, S.S., Alves, C.J. Seroepidemiological study of Caseous lymphadenitis in sheep from the Northeast region of Brazil using an indirect ELISA. Tropical Animal Health Production, (2020), 1945-1952, 52 (4).

Arandas, J.K.G., Alves, Â.G.C., Facó, O., Belchior, E.B., Shiotsuki, L., & Ribeiro, M.N. Characterization of the sheep farming system in the Brazilian semiarid from the multivariate perspective. American Journal of Animal and Veterinary Sciences, (2020), 185-197, 15 (3).

Aslan Ö, Gümüşsoy K.S., Bekdik I.K., Akcay A., Demiral Ö.O. Seroprevalence of caseous lymphadenitis in Kangal Akkaraman sheep. Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences. (2016), 811-816, 40 (6).

Barbosa, E.F.L. Soroprevalência e fatores de risco associados à infecção por Corynebacterium pseudotuberculis em pequenos ruminantes no estado de goiás/ Ernani Flávio Lopes Barbosa. Dissertação (Mestrado). 53 f. Universidade Federal de Goiás, Escola de veterinária e zootecnia (EVZ), Programa de Pós Graduação em ciência animal. Goiânia. 2016.

Barral, T.D., Mariutti, R.B., Arni, R.K., Santos, A.J., Loureiro, D., SokolonskI, A.R., Azevedo, V., Borsuk, S., Meyer, R., Portela, R.D. A panel of recombinant proteins for the serodiagnosis of caseous lymphadenitis in goats and sheep. Microbial Biotechnology. (2019), 12 (6).

Bastos, B.L., Portela, R.W.D., Dorella, F.A., Ribeiro, D., Seyffert, N., Castro, P.L.T., Miyoshi, A., Oliveira, S.C., Meyer, R., Azevedo, V. *Corynebacterium pseudotuberculosis*: Immunological

responses in animal models and zoonotic potential. Journal of Clinical & Cellular Immunology (2012). DOI: 10.4172/2155-9899.S4-005.

Bispo, F.K.S.S. Aspectos Hematológicos e Bioquímicos de Caprinos Naturalmente Infectados com Corynebacterium pseudotuberculosis. Fúlvia Karine Santana Santos Bispo/2018. 72f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária.

Brito, L.G., Salman, A.K.D., Gonçales, M.A.R., Figueiró, M.R. Cartilha para o produtor de leite de Rondônia – Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2007. 40 p. – (Documentos / Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865; 116). Parte II: Aspectos técnicos.

Carvalho, J.S., Silva, T.R., Santos, P.V.M., Almeida, F.F., Jesus, T.K.S., Rizzo, H. Characterization of goat and sheep production in the state of Sergipe, Northeast of Brazil. Acta Veterinaria Brasilica. (2020), 121-131.

Cruz, G.R.B., Barros, J.R.L., Santos, D., G., Lima, A.M., Silva, A.C.R. Aspectos sanitários na produção de caprinos e ovinos de produtores familiares no semiárido paraibano. Revista Conexão UEPG. (2019), 129-134, 15 (2).

De Kumar, K., D., Balaganur, K., Naqvi, S.M.K. Effect of environmental factors on estrus synchronization and artificial insemination success in farmers flock in sheep under semi-arid tropical region. Reproduction in Domestic Animals. (2020), 55 (7), 777-784.

Embrapa caprinos e ovinos. Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. Linfadenite Caseosa (LC). Disponível em: https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos/zoossanitario-linfadenite. Acesso em: (28.dez.2021)

Facanha, D.A.E., Ferreira, J.B., Silveira, R.M.F., Morais, F.X., Medeiros, C.C., Faco, O., Sousa, J.E. R., Paula, V.V. Thermoregulatory responses, acid-base and electrolytic balance of indigenous ewes of different coat colors in a equatorial semi-arid region. Animal Production Science. (2022), 17 (1).

Facó, O., Paiva, S.R., Alves, L.R.N., Lôbo, R.N.B., Villela, L.C.V. Raça Morada Nova: Origem, Características e Perspectivas. Sobral – CE: Embrapa Caprinos e Ovinos. (2008).

Ferreira, J.B., Bezerra, A.C.D.S., Guilhermino, M.M., Leite, J.H.G.M., Silva, W.E., Paiva, R.D.M., Barbosa, T.N., Sousa, E.R., Façanha, D.A.E. Performance, endoparasitary control and blood values of ewes locally adapted in semiarid region. Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases. (2017), 23-29, 52.

Ferreira, J.B., Paiva, R.D.M., Bezerra, A.C.D.S., Sousa, J.E., Façanha, D.A.E. A multivariate approach to the diagnosis of gastrointestinal infection in ewes. Veterinary Parasitology. (2018), 95-97, 252.

Gouveia, A.M.G., Silva, M.X., Gouveia, G.C., Brandão, H.M., Mendonça, L.C., de Sá Guimarães, A. Zoo-sanitary aspects of goat husbandry in Southeastern Brazil. Semina: Ciências Agrárias. (2015), 277-284, 36 (1).

Guilherme R.F., Lima A.M.C., Alves J.R.A., Costa D.F., Pinheiro R.R., Alves F.S.F., Azevedo S.S., Alves C.J. Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. Semina: Ciências Agrárias. (2017), 2163-2178, 38 (4).

Guimarães, A.S., Carmo, F.B., Pauletti, R.B., Seyffert, N., Ribeiro, D., Lage, A.P., Heinemann, M.B., Miyoshi, A., Azevedo, V. and Gouveia, A.M.G. Caseous lymphadenitis: epidemiology, diagnosis, and control. IIOAB Journal. (2011), 33-43, 2.

Grunert E. Sistema Genital Feminino, P.269-314. IN: Dirksen G., Gründer H.D. & Stöber M. (Eds), Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1993.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Agro 2017. Disponível em: < https://censos.ibge.gov.br/agro/2017 >.

Latimer, K.S.; Meyer, D.J. Os leucocitos na Saúde e na Moléstia. In.: Ettinger, S.J. Tratado de Medicina Interna Veterinária. 3 ed. São Paulo: Manole, (1992), 2616-2664,4.

Leite, J.H.G.M., Silva, R.G., Silva, W.S.T., Silva, W.E., Paiva, R.D.M., Sousa, J.E.R., Asensio, L.A.B., Façanha, D.A.E. Locally adapted Brazilian ewes with different coat colors maintain homeothermy during the year in an equatorial semiarid environment. International Journal of Biometeorology. (2018), 1635-1644, 62 (9).

Loureiro, Dan. Soroepidemiologia da Linfadenite caseosa, da Doença da Língua Azul e da Doença de Maedi-visna em ovinos de raça definida do estado da Bahia e correlações com aspectos

zootécnicos / Dan Loureiro Nascimento – Salvador, 2012. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, 2012.

Mahmood Z., Jesse F., Saharee A., Jasni S., Yusoff R. & Wahid H. Assessment of blood changes postchallenge with Corynebacterium pseudotuberculosis and its exotoxin (phospholipase D): A comprehensive study in goat. Vet. World. (2015), 1105, 8 (9).

Nunes, S.F., Ferreira, J. Silveira Paiva, S.R., de Faria, D.A., de Sousa, J.E.R., de Soares, C.E.A., Silveira, R.M.F., Mourão, G.B., Façanha, D.A.E. Fine genetic structure of Brazilian White Morada Nova hair sheep breed from semi-arid region. Small Ruminant Research. (2022), 106694.

Odhah M.N., Abdullah F.F.J., Haron A.W., Mohd L.M.A., Zamri-Saad M., Khuder Z., Hambali I.U. & Saleh W.M. Hemogram responses in goats toward challenged with Corynebacterium pseudotuberculosis and its immunogen mycolic acids. Veterinary World. (2017), 655-661, 10 (6).

Omaleki, L., Browning, G.F., Allen, J.L.A., Markham, P.F., Barber, S.R.B. Molecular epidemiology of an outbreak of clinical mastitis in sheep caused by Mannheimia haemolytica. Veterinary Microbiology. (2016), 82-87, 191.

Oreiby A.F. Diagnosis of caseous lymphadenitis in sheep and goat. Small Rumin Res. (2015), 160-166, 123.

Othman A.M., Abdullah F.F.J., Nordi M., Rina N.A., Ilyasu Y., Zamri-saad M., Mahid A.H., Saharee A.A. & MohdAzmi M.L. Haemotological, biochemical and serum electrolyte changes in non-pregnant boer does inoculated with *Corynebacterium pseudotuberculosis* via various routes. Journal of Agriculture and Veterinary Science. (2014), 5-8, 7 (10).

Pereira, P.F.V., Stotzer, E.S., Pretto-Giordano, L.G., Müller, E.E., Lisbôa, J.A.N. Fatores de risco, etiologia e aspectos clínicos da mastite em ovelhas de corte no Paraná. Pesquisa Veterinária Brasileira. (2014), 1-10, 34(1).

Rocha, W.V. Perfil produtivo da pecuária e situação epidemiológica da tuberculose em fêmeas bovinas adultas no estado de Goiás. 105 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2016.

Selim, A.M., Atwa, S.M., El Gedawy, A.A., Hegazy, Y.M., Rizk, M.A., Younis, E.E. Risk factors associated with the seroprevalence of caseous lymphadenitis in sheep. Comparative Clinical Pathology. (2021), 285 – 291, 30 (2).

Russel, A. 1984. Body condition scoring of sheep. Farm Practice. doi.org/10.1136/inpract.6.3.91.

Silva, J.G., Alves, B.H.L.S, Kung, E.S., Nascimento, R.B., Fernandes, M.F.T.S., Bezerra, M.J.G., Sá, S.G., Ribeiro, M.N., Mota, R.A. Etiology of Mastitis in native goats and sheeps born and raised in Brazilian semi-arid biom. Medicina Veterinária. (2013), 26-31, 7 (2).

Silva, R. A. B., Batista, M. C. S., Nascimento, C. B., Alves, R. P. A., Alves, F. S. F., Pinheiro, R. R., Sousa, M. S., Diniz, B. L. M., Cardoso, J. F. S., & Paula, N. R. O. Caracterização zoosanitária da ovinocultura e da caprinocultura na microrregião homogênea de Teresina, Piauí, Brasil. Arquivos Do Instituto Biológico, (2011), 593-598, 78 (4).

Silveira R. M. F., Vasconcelos A. M., Silva V. J., Vega W. H. O., Toro – Mujica P., Ferreira J. Typification, characterization, and differentiation of sheep production systems in the Brazilian semiarid region. NJAS: Impact In Agricultural And Life Sciences. (2021), 48-73, 93 (1).

Souza G.N., Mendonça J.F.M., Silva M.R., Ribeiro J.B., Sias G.R.F.V., Soares L.A.P. Epidemiologia veterinária aplicada ao desenvolvimento de programas sanitários e controle de focos. Circular técnica/Embrapa. Juiz de Fora, MG Dezembro. (2018).

Souza M.F., Carvalho A.Q., Garino Jr F. & Riet-Correa F. Linfadenite caseosa em ovinos deslanados abatidos em um frigoríico da Paraiba. Pesquisa Veterinária Brasileira. (2011), 224-230, 31(3).

Unanian, M..M., Feliciano Silva, A.E.D., Pant, K.P. Abscesses and caseous lymphadenitis in goats in tropical semi-arid North-east Brazil. Tropical Animal Health and Production. (1985), 57-62, 17.

Wagner, M. B. Medindo a ocorrência da doença:prevalência ou incidência? Pediatrics journal. (1998), 154-162, 74.

Tables

Table 1 - Number of animals according to state and herd

Brazilian State	Herd	No. of animals
Rio Grande do Norte	A	17
	B	34
	C	30
Ceará	D	13
	E	35
	F	15
Total		144

Table 2. Characterization of the facilities and production systems of white Morada Nova sheep herds studied herein.

Indicators/Variables		N	Frequency
	(1) Facilities		
Suitable for sheep	Yes	6	100%
Suitable type	Adapted cattle pen	3	50%
	specifically for sheep	3	50%
Floor of the premises	Earthen floor	1	16.7%
	Earthen floor and concrete	4	66.7%
	Concrete and wood	1	16.7 %
	(2) Production system		
Type of production system	Extensive	4	66.7%
	Intensive	2	33.3%
Pasture	Native	3	50%
	Native and cultivated	3	50%
Supplementation	Corn bran	1	16.7%
	Other	1	16.7%
	No supplementation	4	66.7%
Mineralization	Yes	6	100%
Animal identification	Earring	4	66.7%
	Collar	1	16.7%
	No animal identification	1	16.7%
Birth data collection		2	33.3%
Suckling	Natural	6	100%
Weaning	Up to 3 months	2	33.3%
	3-4 months	2	33.3%
	4-5 months	1	16.7%
	> 5 months	1	16.7%
Separation of the herds by batches	Yes	2	33.3%
Separation of pregnant females		2	33.3%
Separation of females from lamb		3	50%
Separation by sex		4	66.7%

Contact with other animals	Dogs	4	66.7%
	Cats	2	33.3%
	Cattle	3	50%
	Horses	2	33.3%
	Pigs	1	16.7%
	Goats	2	33.3%
	Wild animals	2	33.3%

Table 3. Characterization of the sanitary management and preventive measures for caseous lymphadenitis and mastitis of the white Morada Nova sheep herds studied herein.

Indicators/Variables		N	Frequency
(3) Sanitary management			
Dead animals' fate	Necropsy	1	16.7%
	Landfill	1	16.7%
	Cremated	2	33.3%
	Discarded away from the farm	2	33.3%
Vaccine	Rabies and Clostridiosis	3	50%
	Clostridiosis	2	33.3%
	No vaccine	1	16.7%
Parasitology control		6	100%
Vaccination and parasitological control frequency	1 year	6	100%
Quarantine	It has	4	66.7%
	Does not have	2	33.3%
Cleaning of facilities	Perform	5	83.3%
	Does not perform	1	16.7%
Frequency of cleaning of facilities	1 per day	1	16.7%
	3 per week	1	16.7%
	1 per month	1	16.7%
	1 per year or more	2	33.3%
(4) Preventive measures - Caseous lymphadenitis and mastitis			
Occurrence	Just Caseous lymphadenitis	1	16.7%
	Caseous lymphadenitis and Clinical mastitis	5	83.3%
Animal treatment	Yes	6	100%
Isolation of affected animals	Yes	4	66.7%
Destination of removed nodules	Incinerated	3	50%
	Landfill	3	50%
Injury hygiene	Yes	5	83.3%
	No	1	16.7%
Frequency of deaths	Caseous lymphadenitis	1	16.7%
	Clinical mastitis	1	16.7%
	No	4	66.7%

Table 4 - Occurrence of caseous lymphadenitis and mastitis in the white Morada Nova herds studied herein.

Geographic location	Samples (N)	Seropositive cases	Occurrence %
Caseous lymphadenitis			
A	17	2	11.76%
B	34	27	79.41%
C	30	23	76.66%
D	13	7	53.84%
E	35	30	85.71%
F	15	6	40%
All	144	91	63.1%
Mastitis			
A	17	0	0%
B	34	3	8.82%
C	30	2	6.66%
D	13	2	15.38%
E	35	2	5.71%
F	15	0	0%
All	144	9	6.25%

Table 5 - Body weight and hematological parameters of white Morada Nova breed according to mastitis (CM) diagnosis

		Clinical diagnosis of the mastitis (No. of animals)	
		E (11)	**F (131)**
BW	Kg	35.24 ± 8.55 [a]	34.19 ± 5.92 [a]
RBC	$10^6/mm^3$	9.05 ± 1.59 [a]	9.44 ± 1.28 [a]
MCV	Fl	41.18 ± 3.16 [a]	41.49 ± 3.54 [a]
PCV	%	35.59 ± 6.78 [a]	36.95 ± 5.02 [a]
LYM	$10^3/mm^3$	3.21 ± 1.35 [a]	3.29 ± 1.84 [a]
MID	$10^3/mm^3$	0.27 ± 0.15 [a]	0.27 ± 0.19 [a]
GRA	$10^3/mm^3$	2.60 ± 1.20 [a]	2.67 ± 1.81 [a]
LY%	%	52.90 ± 15.67 [a]	53.32 ± 16.59 [a]
MI%	%	4.45 ± 2.03 [a]	4.52 ± 2.34 [a]
GR%	%	42.66 ± 15.72 [a]	42.16 ± 16.29 [a]
RDWc	$10^6/mm^3$	27.57 ± 1.00 [a]	28.45 ± 1.54 [a]
WBC	$10^3/mm^3$	6.09 ± 1.66 [a]	6.22 ± 2.63 [a]

CM diagnosis: E- With fibrosis; F- No fibrosis

BW – Body weight; RBC – Red blood cells; MCV – Mean corpuscle (cell) volume; PCV – Packed cell volume; LYM – Lymphocyte count; MID – Monocytes; GRA – Granulocyte count; LY% – Lymphocyte percentage; MI% – Monocytes percentage; GR% – Granulocyte percentage; RDWc – Red cell distribution width; WBC – White blood cells

Table 6 - Body weight and hematological parameters of white Morada Nova breed that presented seropositive or seronegative results for *C. pseudotuberculosis* infection

Variables	Unit	Mean ± standard deviation	
		Seropositive	**Seronegative**
BW	Kg	34.39 ± 6.46 [a]	33.97 ± 5.55 [a]
RBC	$10^6/mm^3$	9.42 ± 1.32 [a]	9.39 ± 1.28 [a]
MCV	Fl	41.44 ± 3.69 [a]	41.45 ± 3.13 [a]
PCV	%	36.41 ± 4.93 [a]	37.60 ± 5.45 [a]
LYM	$10^3/mm^3$	3.01 ± 1.43 [b]	3.78 ± 2.24 [a]
MID	$10^3/mm^3$	0.28 ± 0.20 [a]	0.25 ± 0.14 [a]
GRA	$10^3/mm^3$	3.03 ± 1.95 [a]	2.00 ± 1.09 [b]
LY%	%	48.78 ± 15.12 [b]	61.49 ± 15.58 [a]
MI%	%	4.48 ± 2.23 [a]	4.60 ± 2.46 [a]
GR%	%	46.73 ± 14.75 [b]	33.92 ± 15.37 [a]
RDWc	$10^6/mm^3$	28.46 ± 1.57 [a]	28.22 ± 1.44 [a]
WBC	$10^3/mm^3$	6.29 ± 2.50 [a]	6.03 ± 2.66 [a]

BW – Body weight; RBC – Red blood cells; MCV – Mean corpuscle (cell) volume; PCV – Packed cell volume; LYM – Lymphocyte count; MID – Monocytes; GRA – Granulocyte count; LY% – Lymphocyte percentage; MI% – Monocytes percentage; GR% – Granulocyte percentage; RDWc – Red cell distribution width; WBC – White blood cells

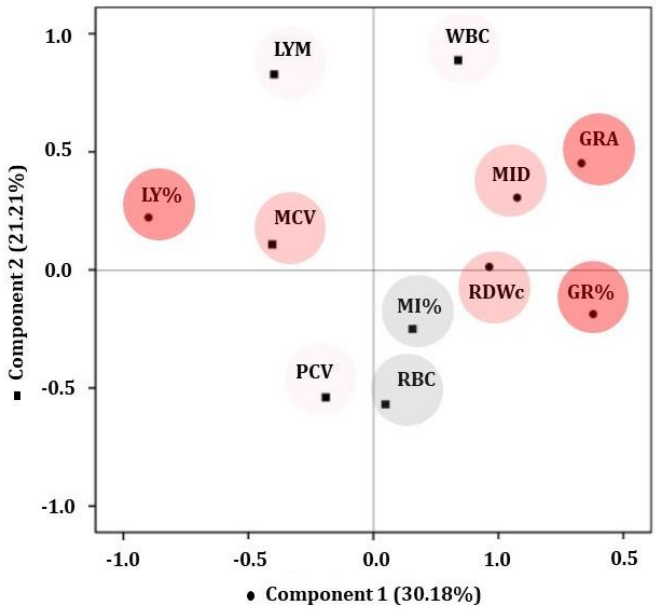

Figure 1. Two-dimensional plot of principal component analysis (PCA) referring to hematological parameters of white Morada Nova breed.

RBC – Red blood cells; MCV – Mean corpuscle (cell) volume; PCV – Packed cell volume; LYM – Lymphocyte count; MID – Monocytes; GRA – Granulocyte count; LY% – Lymphocyte percentage; MI% – Monocytes percentage; GR% – Granulocyte percentage; RDWc – Red cell distribution width; WBC – White blood cells

Highlights

[1] The aim of this study was to characterize the sanitary condition of Morada Nova herds

[2] The *Morada Nova* breed is in the process of extinction.

[3] The *Caseous lymphadenitis* and *Clinical mastitis* are present in the herds studied

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho revelaram observar as diferenças entre as fazendas que criam ovelhas brancas da raça Morada Nova, principalmente em relação à condição de manejo sanitário, onde aquelas que realizam as melhores práticas sanitárias apresentaram as menores taxas de prevalência tanto de Linfadenite caseosa quanto de Mastite Clínica. Com as prevalências para as doenças estudadas os achados aqui expostos são preocupantes, onde é possível afirmar que as doenças estão presentes, mesmo sendo rebanhos pequenos e isolados, possuem números expressivos no caso da LC, enquanto para o MC é de grande importância a obtenção do primeiro resultados sobre a prevalência da doença nas populações de ovinos Morada Nova da variedade branca. O conhecimento sobre as características epidemiológicas da LC e da MC é de grande relevância, contribuindo para o direcionamento das estratégias de prevenção e controle voltados para o manejo sanitário adequado para minimizar os índices de morbidade e mortalidade desses animais.

REFERÊNCIAS

Abreu, A.R.A., Cavalcante, A.C.R., Lima, A.M.C., Farias, A.E.M., Alves, F.S.F., Faccioli-martins, P.Y. Prevalência sorológica de linfadenite caseosa em rebanhos de caprinos e ovinos dos estados do Maranhão e Alagoas. Brasília – DF. Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017.

Albenzio, M., Taibi, L., Caroprese, M., De Rosa, G., Muscio, A., Sevi, A. Immune response, udder health and productive traits of machine milked and suckling ewes. Small Ruminant Research. 2003.

Almeida, S., Dorneles, E.M.S., Diniz, C., Abreu, V., Sousa, C., Alves, J., Carneiro, A., Bagano, P., Spier, S., Barh, D., Lage, A.P., Figueiredo, H., Azevedo, V. Quadruplex PCR assay for identification of *Corynebacterium pseudotuberculosis* differentiating biovar Ovis and Equi. BMC Vet Res. 2017.

Alves, F.S.F., Santiago, L.B., Pinheiro, R.R. Linfadenite caseosa: o estado da arte. Documentos, Embrapa Caprinos, Sobral. 2007.

Alves, J.R.A., Farias, A.E.M., Dos Anjos, D.M., Lima, A.M.C., Faccioli-Martins, P.Y., Souza, C.J.H., Pinheiro, R.R., Alves, F.S.F., Azevedo, S.S., Alves, C.J. Seroepidemiological study of Caseous lymphadenitis in sheep from the Northeast region of Brazil using an indirect ELISA. Trop Anim Health Prod. 2020.

Arsenault, J., Dubreuil, P., Higgins, R., Belanger, D. Risk factors and impacts of clinical and subclinical mastitis in commercial meat-producing sheep flocks in Quebec, Canada. Prev. Vet. Med. 2008.

Banos, G., Bramis, G., Bush, S.J., Clark, E.L., Mcculloch, M.E.B., Smith, J., Schulze, G., Arsenos, G., Hume, D.A., Psifidi, A. The genomic architecture of mastitis resistance in dairy sheep. BMC Genomics. 2017.

Barbosa, V.M., Antunes, U.C., Silva, N.C., Gondim, C.C., Nasciutti, N.R., Miyashiro, S., Saut, J.P.E. Occurrence Of Caseous Lymphadenitis In Sheep Breed Santa Ines With Surface Reactive Lymph Nodes At Uberlândia Region, Minas Gerais. B. Indústr.anim. 2012.

Barral, T.D., Mariutti, R.B., Arni, R.K., Santos, A.J., Loureiro, D., Sokolonski, A.R., Azevedo, V., Borsuk, S., Meyer, R., Portela, R.D. A panel of recombinant proteins for the serodiagnosis of caseous lymphadenitis in goats and sheep. Microb Biotechnol. 12(6), 2019.

Batey, R.G. Pathogenesis of caseous lymphadenitis in sheep and goats. Aust Vet J. 1986.

Bergonier, D., Cremoux, R.D., Rupp, R., Lagriffoul, G., Berthelot, X. Mastitis of dairy small ruminants. Vet. Res. 2003.

Bispo, F.K.S.S. Aspectos Hematológicos e Bioquímicos de Caprinos Naturalmente Infectados com Corynebacterium pseudotuberculosis. Fúlvia Karine Santana Santos Bispo/2018. 72f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária.

Contreras, A., Sierra, D., Sánchez, A., Corrales, J.C., Marco, J.C., Paape, M.J., Gonzalo, C. Mastitis in small ruminants. Small Rumin Res. 2007.

Davies, G., Genini, S.; Bishop, S.C.; Giuffra, E. An assessment of opportunities to dissect host genetic variation in resistance to infectious diseases in livestock. Animal. 2009.

Dercksen, D.P., Brinkhof, J.M.A., Dekkernooren, T., Van Maanen, K., Bode, C.F., Baird, G., Kamp, E.M. A comparison of four serological tests for the diagnosis of caseous lymphadenitis in sheep and goats, Vet. Microbiol. 2000.

Dorella, F.A., Pacheco, L.G., Oliveira, S.C., Miyoshi. A., Azevedo, V. *Corynebacterium pseudotuberculosis*: microbiology, biochemical properties, pathogenesis and molecular studies of virulence. Vet Res. 2006.

Egito, A.A., Mariante, A.S., Albuquerque, M.S.M. Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília. DF – Brasil. 2002.

Facó, O., Paiva, S.R., Alves, L.R.N., Lôbo, R.N.B., Villela, L.C.V. Raça Morada Nova: Origem, Características e Perspectivas. Sobral – CE: Embrapa Caprinos e Ovinos. 2008.

Ferreira, J.B., Paiva, R.D.M., Suassuna, A.C.D., Sousa, J.E.R. A multivariate approach to the diagnosis of gastrointestinal infection in ewes. Veterinary Parasitology. 2018.

Fontaine, M.C.; Baird, G.J. Caseous lymphadenitis. Small Rum. Res. 2008.

Fthenakis, G.C., Barbagianni, M.S., Fragkou, I.A., Gougoulis, D.A., Katsafadou, A.I., Mavrogianni, V.S., Petridis, I.G., Vasileiou, N.G.C. Elucidation of predisposing factors for ovine mastitis contributes to sustainable control of the disease. In: Handbook of 9th International Sheep Veterinary Congress. Harrogate, United Kingdom. 2017.

Fthenakis, G.C. Editorial: Research on mastitis in sheep. Journal of Dairy Research. 2017.

Grunert E. Sistema Genital Feminino, P.269-314. IN: DIRKSEN G., GRÜNDER H.D. & STÖBER M. (Eds), Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1993.

Guilherme R.F., Lima A.M.C., Alves J.R.A., Costa D.F., Pinheiro R.R., Alves F.S.F., Azevedo S.S., Alves C.J. Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. Semina: Ciências Agrárias. 2017.

Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzalez, A., Holt, R.D. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Sci Adv. 2015.

Hoffmann, A.A., Sgrò, C.M. Climate change and evolutionary adaptation. Nature. 2011.

Hoelzle, L.E., Scherrer, T., Muntwyler, J., Wittenbrink, M.M., Philipp, W. Differences in the antigen structures of Corynebacterium pseudotuberculosis and the induced humoral immune response in sheep and goats. Vet Microbiol. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agro 2017. Disponível em: < https://censos.ibge.gov.br/agro/2017 >. Acesso: 20 de maio de 2020.

Jainudeen, M.R., Wahid, H., Hafez, E.S.E. Ovinos e caprinos. Reprodução Animal. São Paulo; Manole. 2004.

Join-Lambert, O.F., Ouache, M., Canioni, D., Beretti, J.L., Blanche, S., Berche, P., Kayal, S. *Corynebacterium pseudotuberculosis* necrotizing lymphadenitis in a twelve-year-old patient. The Pediatric Infectious Disease Journal. 2006.

Kardos, M., Shafer, A. B. A. The Peril of Gene-Targeted Conservation. Trends in Ecology & Evolution. 2018.

Landim, A.V., Costa, H.H.A., Carvalho, F.C., Costa, A.C., Alencar, R.T., Silva, L.N.C., Gomes, J.S., Batista, A.S.M., Miyagi, E.S., Lima, L.D. Desempenho produtivo e características de carcaça de cordeiros Rabo Largo puro e cruzados com Santa Inês. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2017.

Leite, J.H.G.M., Silva, R.G., Silva, W.S.T., Silva, W.E., Paiva, R.D.M., Sousa, J.E.R., Asensio, L.A.B., Façanha, D.A.E. Locally adapted Brazilian ewes with different coat colors maintain homeothermy during the year in an equatorial semiarid environment. International Journal of Biometeorology. 2018.

Lucas, R.P., Scaramucci, C.P., Pereira, L., Avanza, M.F.B. Linfadenite Caseosa em Ovinos - Revisão de Literatura. v. 2009.

Magalhães, K.A. Pesquisa Pecuária Municipal 2017: efetivo dos rebanhos caprinos e ovinos. Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2018.

Mavrogianni, V.S., Menzies, P.I., Fragkou, I.A., Fthenakis, G.C. Principles of mastitis treatment in sheep and goats. Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice. 2011.

Mavrogianni, V.S., Papadopoulos, E., Gougoulis, D.A., Gallidis, E., Ptochos, S., Fragkou, I.A., Orfanou, D.C., Fthenakis, G.C. Gastrointestinal trichostrongylosis can pre dispose ewes to clinical mastitis after experimental mammary infection. Veterinary Parasitology. 2017.

Melo, C.B. et al. Perfil dos caprinos e ovinos abatidos em estabelecimentos com inspeção federal em Sergipe. In: Simpósio Internacional Sobre Caprinos E Ovinos De Corte, 2., 2003, João Pessoa. Paraíba, 2003.

Muckle, C.A., Menzies, P.I., Li, Y., Hwang, Y.T., Van Wesenbeeck, M. Analysis of the immunodominant antigens of Corynebacterium pseudotuberculosis. Vet Microbiol. 1992.

Nassar, A.F.C., Miyashiro, S., Gregori, F., Piatti, R.M., Daniel, G.T. and Gregory, L. Standardization of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for detection of antibodies antiCorynebacterium pseudotuberculosis in sheep. Small Ruminant Research. 2014.

Omaleki, L., Browning, G.F., Allen, J.L.A., Markham, P.F., Barber, S.R.B. Molecular epidemiology of an outbreak of clinical mastitis in sheep caused by Mannheimia haemolytica. Veterinary Microbiology. 2016.

Pacheco, L.G., Pena, R.R., Castro, T.L, Dorella, F.A., Bahia, R.C., Carminati, R. Multiplex PCR assay for identification of Corynebacterium pseudotuberculosis from pure cultures and for rapid detection of this pathogen in clinical samples. J Med Microbiol. 2007.

Peixoto, R.M., Mota, R.A., Costa, M.M. Mastite em pequenos ruminantes no Brasil. Pesq. Vet. Bras. 2010.

Pepin, M., Boisram, A., Marly, J. Corynebacterium pseudotuberculosis: biochemical properties, production of toxin and virulence of ovine and caprine strains. Annal Rech Vet. 1989.

Pereira, P.F.V., Stotzer, E.S., Pretto-Giordano, L.G., Müller, E.E., Lisbôa, J.A.N. Fatores de risco, etiologia e aspectos clínicos da mastite em ovelhas de corte no Paraná. Pesq. Vet. Bras. 2014.

Pinheiro, R.R., Gouveia, A.M.G., Alves, F.S.F., Haddad, J.P.A. Aspectos epidemiológicos da caprinocultura cearense. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2000.

Rebouças, M.F., Loureiro, D., Bastos, B.L., Moura-Costa, L.F., Hanna, S.A., Azevedo, V., Meyer, R. and Portela, R.W. Development of an indirect ELISA to detect Corynebacterium pseudotuberculosis specific antibodies in sheep employing T1 strain culture supernatant as antigen. Pesquisa Veterinaria Brasileira. 2013.

Rezende, A.D.E.F.S., Brum, A.A., Reis, C.G., Angelo, H.R., Leal, K.S. In silico identification of Corynebacterium pseudotuberculosis antigenic targets and application in immunodiagnosis. J Med Microbiol. 2016.

Ribeiro, D., Dorella, F.A., Pacheco, L.G., Seyffert, N., Castro, T.L., Portela, R.W. Subclinical diagnosis of caseous lymphadenitis based on ELISA in sheep from Brazil. J Bacteriol Parasitol. 2013.

Santos, R.A., Mendonça, C.L., Afonso, J.A.B., Simão, L.C.V. Aspectos clínicos e características do leite em ovelhas com mastite induzida experimentalmente com Staphylococcus aureus. Pesq. Vet. Bras. 2007.

Shafer, A.B.A., Wolf, J.B.W., Alves, P.C., Bergström, L., Bruford, M.W., Brännström, I. Genomics and the challenging translation into conservation practice. Trends Ecol Evol. 2015.

Shiotsuki, L., Silva, P.H.T., Silva, K.M., Landim, A.V. Morais, O.R., Facó, O. The impact of racial pattern on the genetic improvement of Morada Nova sheep. Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales, 2016.

Silva, I.C.S. et al. Caracterização zootécnica e econômica dos criadores de caprinos em área de assentamento rural no estado do Maranhão. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, 5:1-11, 2015.

Silva, M.T.S., Bezerra, F.S.B., Pinho, R.B., Ferreira, C.S., Vivas, W.L., Portela, R.W.D., Azevedo, V.A.C., Borsuk, S. The combination of Corynebacterium pseudotuberculosis recombinant proteins rPLD, rCP01850 and rCP09720 for improved detection of caseous lymphadenitis in sheep by ELISA. J Med Microbiol. 2019.

Silva, R.G., Guilhermino, M.M., Morais, D.A.E.F. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. International Journal of Biometeorology. 2010.

Songer, J.G., Beckenbach, K., Marshall, M.M., Olson, G.B., Kelley, L. Biochemical and genetic characterization of Corynebacterium pseudotuberculosis. Am J Vet Res. 1988.

Souza, M. E. C. Diagnostico do sistema produtivo dos ovinocaprinocultores do município de Itinga, Médio Vale do Jequitinhonha – MG. Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 3529-3532, 2009.

Sousa, M.F., Carvalho, A.Q., Garino-Júnior, F., Riet-Correa, F. Linfadenite caseosa em ovinos deslanados abatidos em um frigorífico da Paraíba. Pesq. Vet. Bras. 2011.

Sting, R., Schneider-Buhl, L., Wagner, H., Maget, J., Polley, B, Burstel, D. Clinical and serological investigations on caseous lymphadenitis in goat breeding herds in Baden-Wuerttemberg. Berl Munch Tierarztl Wochenschr. 2017.

Supple, M. A., Shapiro, B. Conservation of biodiversity in the genomics era. Genome Biology, 19(1). 2018.

Varela-Castro, L., Lara-Vergara, J., Ortega, N., Salinas, J., Colom-Cadena, A., Lavín, S., Mentaberre, G. Endemic caseous lymphadenitis in a wild Caprinae population. Veterinary Record, 180(16), 2017.

Vasileiou, N.G.C., Chatzopoulos, D.C., Sarrou, S., Fragkou, I.A., Katsafadou, A.I., Mavrogianni, V.S., Petinaki, E., Fthenakis, G.C. Role of staphylococci in mastitis in sheep. Journal of Dairy Research. 2019.

Viana, J.G.A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. Revista Ovinos. v. 4, n.12, p. 44-47. 2008.