

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

CAPACIDADE DE IMUNOTRANSFERÊNCIA ATRAVÉS DO COLOSTRO DE
FÊMEAS ASININAS DO ECÓTIPO NORDESTINO

Naianne Araújo Felix

GARANHUNS- PE
FEVEREIRO/2022

NAIANNE ARAÚJO FELIX

**CAPACIDADE DE IMUNOTRANSFERÊNCIA ATRAVÉS DO COLOSTRO DE
FÊMEAS ASININAS DO ECÓTIPO NORDESTINO**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. DSc. Jorge Eduardo Cavalcante Lucena.

Co-orientador: Prof. DSc. Juliano Martins Santiago.

**GARANHUNS – PE
FEVEREIRO/2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- N155c Felix , Naianne Araújo
Capacidade de imunotransferência através do colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino / Naianne Araújo
Felix . - 2022.
52 f. : il.
- Orientador: Jorge Eduardo Cavalcante Lucena.
Coorientador: Juliano Martins .
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens , Garanhuns, 2022.
1. Jumentas. 2. Imunoglobulinas. 3. semiárido. 4. imunodifusão radial . I. Lucena, Jorge Eduardo Cavalcante, orient. II. , Juliano Martins, coorient. III. Título

CDD 636.089

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

Autora: Naianne Araújo Felix

Orientador: Prof. DSc. Jorge Eduardo Cavalcante Lucena

Co-orientador: Prof. DSc. Juliano Martins Santiago

CAPACIDADE DE IMUNOTRANSFERÊNCIA ATRAVÉS DO COLOSTRO DE
FÊMEAS ASININAS DO ECÓTIPO NORDESTINO

Titulação: Mestre em Ciência Animal e Pastagens

Data da defesa: 24 de fevereiro de 2022

Banca Examinadora:

Dra. Carla Lopes Mendonça - CBG UFRPE
(Examinadora)

Prof. DSc. Gustavo Ferrer Carneiro - UFRPE
(Examinador)

Prof. DSc. Jorge Eduardo Cavalcante Lucena - UFAPE
(Orientador)

*“Toda coragem precisa
de um medo para existir”*

Bráulio Bessa

Dedicatória

Dedico essa dissertação a minha família e em especial ao meu amado irmão e incentivador Antônio Eduardo Araújo Felix, que hoje descansa ao lado do pai eterno. Saudades!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** primeiramente, pelo dom da vida, por ser meu amparo, me fazendo acreditar que tudo são propósitos dele, me mostrando que cada dificuldade por mim passada, era mais um motivo para continuar a caminhada, sempre me orientando e fortalecendo na fé.

Aos meus pais, **Francisco Felix e Francisca Eraldina de Araújo Felix**, vocês são para mim o espelho do que significa amar. Obrigada por acreditarem em mim mais do que eu mesma, por abdicarem de coisas pessoais para investirem na minha formação pessoal e profissional, tudo que sou devo a vocês!

Aos meus irmãos, **Antônio Eduardo Araújo Felix** (in memoriam), **Nayara Araújo Felix, Lucas Leonardo de Araújo Felix e Suziane Araújo Felix**, obrigada pelo amor incondicional, por estarem ao meu lado em todos os momentos, sejam estes de alegria, festa, lágrimas e em tantos outros que precisei, principalmente nesse último ano, o mais difícil de nossas vidas. Essa conquista também é de cada um de vocês!

Aos meus adorados sobrinhos, **Sophia Araújo Feitosa, Yasmin Araújo Castro e Davi Felix de Sousa Araújo, Victor Kauã Araújo Sousa e Théo Felix Sousa Araújo** por trazerem mais vida a nossa família, vocês sempre serão o motivo de todas as minhas idas e vindas.

Ao professor **Jorge Eduardo Cavalcante Lucena**, obrigada pela a oportunidade de ser sua orientanda, sua dedicação e força de vontade foram o nosso combustível para o desenvolvimento dessa pesquisa. Levarei comigo todos os ensinamentos.

Ao professor **Juliano Martins Santiago**, por ser exemplo de profissional, por toda orientação e pelos momentos de descontração nas reuniões.

Aos colegas de experimento, **Edson, Kimberly, Damilly, Fernando, Beto, Germana, Aline, Lara, Júlio e Liandra**, esse trabalho é mais de vocês do que meu. Obrigada pela o auxílio no desenvolvimento da pesquisa, pelos momentos de alegria, palavras de carinho e incentivo.

A minha amiga, **Andreza Correia da Silva**, pela amizade de todas as horas, por todos os momentos de descontração, estudos e aperreio durante esses dois anos. Você foi um presente de Deus na minha vida.

A **Dra Carla Mendonça, Aryane Ribeiro e Gilvania Sobral** pelo auxílio na parte laboratorial da pesquisa.

Aos meus colegas do PPGCAP, ao qual saúdo aqui no nome de **Beatriz, Pedro, Luana, Poliana e Michael**, agradeço todo o apoio durante essa caminhada.

A **Luís Artur Cordeiro Costa** e **Luis Eduardo Pereira de Andrade Ferreira** por todo o apoio, amizade e ensinamentos.

A **Russa, Batgirl, Gilvania, Carol, Olívia, Penetra, Australiana, Bela, Malévola, Pé de Pombo, Ganacha Branca, Shakira, Faísca, Fumaça** e seus filhotes, a oportunidade de estudá-las.

Ao Programa de **Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens (PPGCAP)**, pela oportunidade de realização do curso.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse projeto.

BIOGRAFIA

Naianne Araújo Felix, filha de Francisco Felix e Francisca Eraldina de Araújo Felix. Nasceu na cidade de Aiuaba, interior do Ceará, em 13 de outubro de 1992, a quarta filha de cinco. Filha de agricultores, cursou todos os anos do colégio em escola pública, finalizando com êxito no ano de 2009. Em 2012 fez o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e no ano posterior se inscreveu no Sistema de Seleção Simplificada (SISU), sendo aprovada para o curso de agroecologia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) em Sousa-PB. Em 2014, em ânsia por não ser o curso de graduação que sempre sonhou, fez transferência interna para o curso de Bacharelado em Medicina Veterinária. Durante toda a graduação foi membro ativo de grupos de pesquisas, iniciação científica e monitorias, finalizando a graduação em abril de 2019. Após a finalização, iniciou em seu primeiro emprego, no qual se dedicou durante um ano à equideocultura. No início do ano de 2020 prestou seleção no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens (PPGCAP) da UFRPE/UAG, ao qual foi aprovada e iniciou em março do mesmo ano, concentrando seus estudos na linha de pesquisa de produção de equídeos com ênfase na produção de asininos.

RESUMO

FELIX, Naianne Araújo. **Capacidade de imunotransferência através do colostro de fêmeas asininas do ecótipo nordestino**. 2022. 52p (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Na espécie asinina (*Equus asinus*), assim como nos demais equídeos, o colostro é a principal fonte de imunoglobulinas para o recém-nascido, devido à anatomia placentária dessas espécies, que torna os neonatos agamaglobulinêmicos. Assim, logo após o nascimento, é importante monitorar a qualidade do colostro da mãe e a transferência de imunidade para o potro. Neste sentido, objetivou-se avaliar a qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva em asininos do ecótipo nordestino, por diferentes metodologias, assim como correlacionar os métodos mais precisos com os mais acessíveis. Foram utilizadas 14 fêmeas asininas do ecótipo nordestino, com idade entre 3 e 7 anos e peso vivo médio de 185 ± 30 kg e seus neonatos. As jumentas e seus potros foram submetidos a coletas de colostro e sangue, respectivamente, em quatro tempos experimentais: imediatamente após o nascimento e seis, 12 e 24 horas após o parto. Os métodos de avaliação do colostro e do soro sanguíneo foram: imunodifusão radial, refratometria, espectrofotometria e bromotologia. Os resultados foram submetidos a análises de variância, regressão e correlação. Observou-se que o colostro dessas jumentas é de ótima qualidade imediatamente após o parto, com concentração de IgG de 8,71 g/dL. Houve forte correlação entre os resultados do teste de imunodifusão radial e as análises por refratometria de Brix para as amostras de colostro. Constatou-se que os neonatos do ecótipo nordestino nascem agamaglobulinêmicos, apresentando, após ingestão do colostro, aumento progressivo da concentração de IgG, com valor máximo às 17,9 h após o parto, momento em que se registrou 3,07 g/dL de IgG. Também houve correlação entre os resultados do teste de imunodifusão radial e proteínas totais por refratometria para a análise de soro sanguíneo dos neonatos. Conclui-se que o colostro das fêmeas asininas do ecótipo nordestino é de ótima qualidade, garantindo boa transferência de imunoglobulinas para seus neonatos.

Palavras-chave: jumentas; imunoglobulinas; semiárido; imunodifusão radial

ABSTRACT

FELIX, Naianne Araújo. **Evaluation of Colostrum Quality and Passive Immunity Transfer in Donkeys of Brazilian Nordestino Ecotype via Different Methods.** 2022. 52p (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

In the asinine species (*Equus asinus*), as in other equids, colostrum is the main source of immunoglobulins for the newborn, due to the placental anatomy of these species, which makes neonates agammaglobulinemic. Thus, shortly after birth, it is important to monitor the quality of the mother's colostrum and the transfer of immunity to the foal. This study aimed to assess the quality colostrum and of passive immunity transfer in donkeys of the Nordestino ecotype via different methodologies, as well as to correlate the most precise methods with the most accessible ones. Fourteen female Nordestino donkeys between three and seven years old with mean live weight of 185 ± 30 kg and their newborns were used. The donkeys and their foals were submitted to colostrum and blood collection, respectively, at four experimental times: zero, six, 12, and 24 h after delivery. The methods for evaluation of colostrum and blood serum were radial immunodiffusion (gold standard), refractometry, biuret, and bromatology. The results were submitted to analyses of variance, regression, and correlation. It was observed that the colostrum of those donkeys is of great quality immediately after delivery, with IgG concentration of 8.71 g/dL. A strong correlation was found between the results of the radial immunodiffusion test and the Brix refractometry analyses for the colostrum samples. It was found that newborns of the Nordestino ecotype are born agammaglobulinemic, with a progressive increase in IgG concentration after colostrum intake, with maximum value 17.9 h after delivery, when 3.07 g/dL IgG were recorded. A good correlation was also found between the results of the radial immunodiffusion test and total proteins by refractometry for the blood serum analysis of the newborns. It is concluded that the colostrum of female Nordestino ecotype donkeys is of great quality, ensuring good transfer of immunoglobulins to their newborns.

Keywords: radial immunodiffusion; immunoglobulins; donkeys; semi-arid

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL	16
CAPITULO I.....	18
REVISÃO DE LITERATURA.....	18
A espécie asinina (<i>Equus asinus</i>).....	19
A importância da espécie asinina (<i>Equus asinus</i>) para o Semiárido brasileiro	19
Características placentárias da jumenta	21
Colostro: importância e mecanismo de absorção	22
Falha na transferência de imunidade passiva	24
Avaliação da qualidade do colostro e diagnóstico para FTIP	26
OBJETIVOS	28
Geral	28
Específicos.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPITULO II.....	34
Avaliação da qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva em asininos do ecótipo nordestino por diferentes métodos.....	35
1. Introdução	37
2. Materiais e métodos.....	38
3. Resultados.....	41
4. Discussão.....	45
5. Conclusão	49
6. Referências	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta fornecida aos animais.....	39
Tabela 2. Valores médios obtidos por diferentes métodos de avaliação do colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino e do soro sanguíneo de seus neonatos nos tempos zero, seis, 12 e 24 horas após o parto, com os respectivos coeficientes de variação (CV) e valor P.....	42
Tabela 3. Resultados das correlações de Spearman e análises de regressão entre as concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR) e graus Brix por refratômetro do colostro, entre IgG IDR e concentração de proteínas totais por bromatologia (PTBR) do colostro, entre IgG IDR e proteínas totais por refratômetro (PTR) do soro, entre IgG IDR e proteínas totais por biureto (PTBI) do soro, entre IgG IDR e concentração sérica de albumina e entre IgG IDR e concentração sérica de globulina.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. (A) Concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR), graus Brix por refratometria (BRIX) e concentração de proteínas totais por bromatologia (PTBR) do colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nas primeiras 24 horas após o parto. Regressões: IgG IDR ($y = 0,0198x^2 - 0,8364x + 9,1183$; $R^2=0,9557$), BRIX ($y = 0,0317x^2 - 1,3072x + 22,632$; $R^2=0,9852$) e PTB ($y = 0,0294x^2 - 1,1438x + 12,944$; $R^2=0,9803$). (B) Concentração de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR), concentração de proteínas totais por refratometria (PTR), concentração sérica de globulina por biureto e concentração de proteínas totais por biureto (PTBI) do soro sanguíneo de neonatos asininos do ecótipo Nordestino nas primeiras 24 horas após o parto. Regressões: IgG IDR ($y = -0,0101x^2 + 0,3545x - 0,0341$; $R^2=0,9972$), PTE ($y = -0,0097x^2 + 0,3158x + 3,7705$; $R^2=0,9823$), Globulina ($y = -0,0103x^2 + 0,3403x + 1,2149$; $R^2=0,9783$) e PTR ($y = -0,0099x^2 + 0,3261x + 4,0973$; $R^2=0,8985$). 43

Figura 2. (A) Relação entre as concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR) e graus Brix (BRIX) por refratômetro do colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino. (B) Relação entre as concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR) e as concentrações de proteínas totais por refratometria (PTR) do soro sanguíneo de neonatos asininos do ecótipo Nordestino. 45

INTRODUÇÃO GERAL

A espécie asinina (*Equus asinus*) foi introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses inicialmente nos séculos XVI e XVII, nas regiões Nordeste e Sudeste do país (CARNEIRO et al., 2018). As condições semiáridas do bioma Caatinga, presente em grande parte do Nordeste brasileiro, bem como a estrutura sociocultural da população local, favoreceram o crescimento do rebanho. Em 2019, foi registrado na região Nordeste aproximadamente 862 mil asininos, correspondendo a 80% do rebanho nacional (FAO, 2019).

No semiárido nordestino os asininos foram submetidos a um processo de seleção natural e desenvolveram características específicas de adaptação, através de acasalamentos aleatórios, dando origem ao ecótipo “Nordestino”, utilizado em diferentes atividades econômicas (CARNEIRO et al., 2018).

Embora no Brasil ainda não haja um sistema produtivo bem definido para os asnos do ecótipo “Nordestino”, com o crescimento no interesse mundial pelo leite asinino a exploração destes animais tem ganhado novas perspectivas, exigindo maior conhecimento técnico sobre a criação e manejo da espécie (MESSIAS et al., 2021). O sucesso de qualquer sistema produtivo animal exige medidas assertivas desde as primeiras fases da criação, com desenvolvimento saudável e equilibrado dos neonatos, que começa pela transferência de imunidade passiva da mãe para o filhote.

Diferente de algumas espécies, os asininos, assim como os demais equídeos, possuem placentas do tipo epiteliocorial difusa. Essa caracterização ocorre devido a presença de seis camadas entre o capilar fetal e o capilar materno (PRESTES & LANDIM-ALVARENGA, 2017). Tal particularidade placentária dificulta a passagem de macromoléculas para o feto durante a vida uterina, e os neonatos nascem agamaglobulinêmicos, tendo como principal fonte de imunoglobulinas o colostro (EVANS & CRANE, 2018).

O colostro é a secreção láctea produzida nas últimas semanas de gestação, com qualidade totalmente dependente da saúde da mãe. A qualidade do colostro está diretamente relacionada a quantidade de imunoglobulinas G, sendo responsável por mais de 70% das imunoglobulinas colostrais (TZARD, 2018). Assim, a falha na transferência de imunidade do potro e a qualidade do colostro da mãe são avaliadas através da quantificação de imunoglobulinas G. Existem alguns métodos de dosagem de

imunoglobulinas, com diferentes níveis de especificidade e sensibilidade para as diferentes espécies, sendo sempre necessário ponderação quanto a urgência do diagnóstico e o custo final para o proprietário.

O principal teste quantitativo utilizado para avaliação do colostro e da transferência de imunidade em diferentes espécies é o teste de imunodifusão radial, considerado o padrão ouro para a dosagem de imunoglobulinas G. Esse teste pode ser utilizado em amostras de colostro, soro e plasma, porém, semelhantes aos métodos bromatológicos e de eletroforese, seu uso é limitado devido a necessidade de equipamentos específicos, alto custo e resultados não imediatos, sendo geralmente utilizado em trabalhos científicos (SELLON, 2006). Isso justifica a busca por métodos alternativos, com aplicabilidade no campo.

O refratômetro de Brix pode ser uma alternativa mais viável para avaliação do colostro. Ele foi desenvolvido para medir, através do índice de refração, a quantidade de sacarose em vinhos, sucos de frutas e melão, além de medir em outros líquidos a densidade de sólidos totais. No colostro essa densidade tem correlação direta com a quantidade de imunoglobulinas. Inicialmente utilizado para avaliação de leites de vacas e éguas, esse método se mostrou satisfatório para a avaliação do colostro à campo, devido a facilidade de execução, rapidez e baixo custo (ELSOHABY et al., 2015).

O refratômetro também pode ser utilizado para quantificação das proteínas séricas totais do soro sanguíneo do neonato. A nível de campo, esse teste vem sendo utilizado como método de triagem para diagnóstico de falha de transferência de imunidade na espécie equina, apresentando-se como um método rápido, simples e de baixo custo (ELSOHABY, RILEY E MCCLURE, 2019).

Neste contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar a qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva em asininos do ecótipo nordestino, através dos métodos bromatológico, de imunodifusão radial, refratometria e biureto, assim como correlacionar os métodos mais precisos com os mais acessíveis.

CAPITULO I

REVISÃO DE LITERATURA

A espécie asinina (*Equus asinus*)

O processo de domesticação dos asininos ocorreu inicialmente devido ao interesse pelo leite e carne da espécie, contudo, o animal demonstrou maior aptidão para tração. Acredita-se que as primeiras pessoas que usaram os asininos no transporte de mercadoria foram pastores de gado núbios, que também usavam bovinos para esse fim (WILLEKES, 2016).

Com o passar do tempo, novas formas de utilização destes animais têm surgido e, atualmente, a produção de asininos divide-se em duas categorias principais: a primeira relacionada à utilização dos animais em atividades lúdicas, educativas e de reabilitação e outra relacionada a utilização e exploração dos animais para obtenção de produtos para consumo humano, sendo esta considerada a mais rentável (SCHIRÒ, 2011). Como cerca de 80% do rebanho asininos brasileiro situa-se na região Nordeste (IBGE, 2017), o fomento da produção de leite asinino pode configurar uma alternativa socioeconômica para a região, além de ressignificar a espécie no semiárido brasileiro.

A importância da espécie asinina (*Equus asinus*) para o Semiárido brasileiro

No Brasil, a região semiárida nordestina compreende uma área de 982.563,3 km² e comporta 1.133 municípios, com aproximadamente 22 milhões de habitantes (SILVA et al., 2010); ademais é delimitada pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe e a região central da Bahia (BRASIL, 2005).

É uma região caracterizada pela escassez e irregularidade de chuvas, com pluviosidade entre 280 a 800mm/ano, precipitação restritas a poucos meses do ano (ARAÚJO, 2011) e pela presença do bioma Caatinga, um ecossistema predominante da região, ocupando 70% do Nordeste (CASTELLETTI et al., 2004).

Apesar da exclusividade do bioma Caatinga, que é restrito ao território nacional, o espaço sempre foi visto como pouco importante, geralmente descrito como pobre em espécies endêmicas. Contudo, vários estudos mostram o inverso: há um número considerável de espécies endêmicas na região, com potencialidades que podem ser exploradas de forma sustentável e economicamente viável (CASTELLETTI et al., 2004; ANDRADE et al., 2010).

No Semiárido nordestino os asininos possuem importância histórica, social e econômica, pois antes das rodovias e dos caminhões, grande parte do transporte de carga era realizado pela espécie, fator decisivo no povoamento da região semiárida (GARCIA, 1984). Os jumentos ainda desempenham papel como animais de trabalho em zonas rurais, periurbanas e urbanas, principal em países em desenvolvimento. Em comparação a outros equídeos empregados em funções semelhantes, os asininos possuem baixa exigência em água e alimento, além da capacidade de consumir alimentos de baixa qualidade (NENGOMASHA et al., 2000; ROSSEL et al., 2008).

A adaptação a estes ambientes é uma peculiaridade obtida através do controle da temperatura corporal, do metabolismo de água e outras características nutricionais e anatômicas inerentes aos asininos. Por mecanismos compensatórios, são capazes de manter a homeotermia nos trópicos; possuem grande habilidade em tolerar sede, de reidratação rápida e de manutenção do apetite. Animais em restrição hídrica (2 a 3 dias), por exemplo, perdem menos água através das fezes do que aqueles com acesso a água *ad libitum*; o que é interessante, porque a perda de água via fezes é responsável por 50% de toda água perdida pelo animal (NRC, 2007). Dessa forma, os asininos em regiões áridas, semiáridas e durante períodos secos sobrevivem melhor do que os bovinos, até mesmo os zebuínos (NENGOMASHA et al., 2000; SMITH & PEARSON, 2005; AYO & AKE, 2013).

Além da inerente adaptabilidade a essas regiões, os asininos presentes no semiárido nordestino foram submetidos a um processo de seleção natural e desenvolveram características específicas de adaptação, como alta rusticidade às condições adversas existentes; assim surgiu o ecótipo nordestino, sendo utilizados na região em diversas atividades (NOBRE, 1980; CASTELLETTI et al., 2004; CARNEIRO et al., 2018).

Não obstante a importância da espécie asinina, nos últimos anos o tamanho do rebanho asinino mundial foi reduzido e fatores como a redução econômica do couro e seus subprodutos e o aumento da mecanização no setor agrícola contribuíram para isso. No Brasil, por exemplo, segundo dados disponibilizados em 2019 pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a população de jumentos sofreu redução de 37,08% entre os anos de 1996 e 2016. Na região Nordeste, diante das transformações observadas no meio rural em relação ao advento de tecnologias motorizadas, o asinino perdeu também grande parte da sua importância e por isso é pouco

utilizado nas atividades das propriedades (RANGEL et al., 2015; CARNEIRO et al., 2018).

Com a redução na utilização do jumento no Nordeste do Brasil, a maioria deles foi abandonada, levando a reprodução indiscriminada em estado semi-selvagem, tornando-se causa de acidentes de trânsito, pois são encontrados em grandes números às margens das rodovias nordestinas (CARNEIRO et al., 2018). Diante desse cenário, a comunidade científica começou recentemente a renovar o interesse nos animais, envolvendo-se na recuperação da biodiversidade, no resgate de algumas raças de asininas quase extintas e na redescoberta do potencial leiteiro das fêmeas asininas, este último tornando-se uma excelente alternativa produtiva (MARTINI et al., 2018).

O leite asinino tem sido considerado um valioso produto e que pode ter múltiplas aplicações, como na fabricação de cosméticos e produtos lácteos. Uma das principais características do leite asinino reside na semelhança com o leite humano, que o faz ser o leite mais apropriado para consumo infantil e, em alguns casos, empregado na alimentação de crianças e adultos que sofrem com alergias associadas ao leite bovino (PIOVESANA et al., 2015). Por isto, o leite asinino tem apresentando crescente demanda mundial em um nicho de mercado existente em países asiáticos e europeus, que possuem ampla variedade de produtos comerciais (POLIDORI et al., 2010).

As propriedades do leite de jumenta têm sido amplamente demonstradas em diversas pesquisas, e cada vez mais apreciada pelos cidadãos europeus, o que tem resultado no desenvolvimento de pequenos e médios criadores (CAMILLO et al., 2018). No Brasil, a produção de asininos visando a obtenção de leite ainda são projetos de pesquisa em universidades; há um grupo interessado no leite asinino para produção do queijo tipo Pule, entretanto várias pesquisas devem ser realizadas antes que se torne uma atividade econômica (CARNEIRO et al., 2018).

Características placentárias da jumenta

Denomina-se placenta o órgão intermediário entre o feto e a mãe, que tem como funções primordiais a nutrição e a oxigenação do feto, sendo também responsável pela remoção de detritos metabólicos, produção e secreção de hormônios e fatores de crescimento fetal que ajudam na manutenção da gestação (CUNNINGHAM, 2011). A placenta da jumenta é do tipo epiteliocorial, sendo assim classificada devido a quantidade

de camadas que separam o sangue materno do sangue fetal. Nessa espécie, como nos equinos, um total de seis camadas são observadas, funcionando como barreiras potenciais para o transporte de nutrientes. Devido essa característica, a placenta é quase impermeável a passagem de macromoléculas, como é o caso das imunoglobulinas. Assim, uma das características de neonatos equídeos é de serem agamaglobulinêmicos ao nascimento (PRESTES & LANDIM-ALVARENGA, 2017).

Com relação à apresentação dos vilos, a placenta da jumenta é classificada como difusa e microcotiledonária (ALLEN & SHORT, 1997). Os vilos são depressões uterinas que se interdigitam e fazem as trocas fisiológicas acontecerem. Essa classificação se dá devido ao saco coriônico estar uniformemente unido ao endométrio (PRESTES & LANDIM-ALVARENGA, 2017).

Toledo et al. (2015), em estudos com 11 jumentas da raça Pêga, observou que as placentas tinham um peso médio de 3,68 kg e a relação peso da placenta e peso do neonato foi de 13,18%. Já as jumentas da raça Martina Franca tiveram um peso médio de placenta de 2,3 kg. Foram observadas semelhanças na relação peso do recém-nascido e peso da placenta entre as jumentas da raça Martina Franca e éguas, sendo de 12% para a jumenta e 11% para a égua, apesar da gestação da jumenta ser mais duradoura e o desenvolvimento dos vilos placentários serem maior. Esses achados sugerem que a unidade concepto/placenta poderia ser menos eficiente em jumentas, o que necessitaria de maior longevidade da gestação para melhor desenvolvimento do concepto (CARLUCCIO et al., 2008).

A vascularização placentária dos equídeos contém dois sistemas sanguíneos, sendo um de origem materna e outro de origem fetal. A jumenta apresenta uma vascularização mista, tendo presente tanto a vascularização de corrente cruzada como a de fluxo contra corrente, o que difere da vascularização da égua que é unicamente contra corrente (ABD-ELNAEIM et al., 2003; SABER et al., 2008).

Colostro: importância e mecanismo de absorção

A transferência de imunidade via colostro dos equídeos foi e ainda é muito estudada em potros de equinos, tendo na literatura uma vastidão de conteúdo (ELSOHABY et al., 2019; CANISSO et al., 2013). No entanto, essa realidade não se

aplica a outros equídeos, como exemplo os asininos e muares, assim, para essas espécies, aplica-se os conhecimentos obtidos nos neonatos equinos (SILVA, 2016).

O colostro é a principal fonte de nutrientes para o neonato, pois é rico em proteínas, carboidratos, lipídeos, sais minerais e vitaminas (KNOTTENBELT et al., 2004). Entre as proteínas, destaque se dá para as imunoglobulinas, que são importantes para garantir imunidade passiva ao potro, o qual necessita da absorção dessas imunoglobulinas colostrais para proteção contra agentes infecciosos durante os primeiros meses de vida (FEITOSA, 2014).

No colostro de éguas observou-se concentração média de imunoglobulinas de aproximadamente de 7,0g/dL (intervalo de 3,0 a 12,0 g/dL), e essa quantidade cai rapidamente após 24 horas, tendo sido registrado 0,5 g/L de imunoglobulinas dois dias após o parto. Do total de imunoglobulinas presentes no colostro, 80% da proteína do colostro pré-sugado são IgG, sendo encontrado pequenas quantidades de IgM e IgA (KNOTTENBELT et al., 2004).

A administração de colostro é a prática mais recomendada para fornecer proteção imunológica ao potro. Porém, diversas situações podem levar a falhas neste procedimento e estas estão diretamente relacionadas com altas taxas de mortalidade (CAMARGO et al., 2015). De acordo com Tizard (2018), cerca de 28% das éguas são produtoras de colostro de má qualidade e 25% dos potros não são capazes de absorver imunoglobulinas de forma satisfatória.

As globulinas, entre todas as proteínas, são primariamente selecionadas para serem absorvidas pelos enterócitos. No potro equino as IgG e IgM são as globulinas absorvidas e as IgA ficam disponíveis no intestino (TZARD, 2018). De acordo com Allen et al. (1974), existem muitas semelhanças para absorção de imunoglobulinas entre as espécies equina e asinina.

O intestino dos neonatos possui habilidades específicas que permite a absorção completa das imunoglobulinas. As células epiteliais do intestino delgado absorvem as imunoglobulinas através da pinocitose, assim essas moléculas ganham o sistema linfático e chegam ao sangue periférico. A capacidade máxima de absorção das imunoglobulinas a partir do colostro ocorre no momento do nascimento, e em um período de 3 horas após esse episódio essa capacidade reduz para cerca de 22%, e para menos de 1% em 20 horas após o nascimento. Já depois de 12 horas de vida, as células do intestino delgado não são mais capazes de absorver as imunoglobulinas do colostro, devido a substituição das células epiteliais intestinais por células maduras (PARADIS, 2006).

Silva (2016), em estudos comparando a transferência de imunidade entre éguas e jumentas da raça Pêga, não observou diferença entre as concentrações de globulinas em neonatos equinos e neonatos asininos imediatamente após o parto e 12 horas após o parto, assegurando assim que não existe transferência de imunidade via placenta e sinalizando, para ambas as espécies, a importância da ingestão de colostro.

Falha na transferência de imunidade passiva

A falha na transferência de imunidade passiva (FTIP) da égua para o potro é a causa mais comum de imunodeficiência em equinos, predispondo esses animais ao desenvolvimento de doenças infecciosas (RAIDAL et al., 2005). Em jumentas não se tem muitas informações sobre transferência de imunidade, sendo aplicado para a espécie conhecimentos sobre os equinos.

A incidência da FTIP total varia de 3 a 24% nos equinos e, no caso da FTIP parcial, varia de 14 a 31%. Esta variação deve-se ao uso de diferentes técnicas para determinação dos níveis de IgG (MUNROE & STONEHAM, 2011).

A lactação prematura, devido à placentite e descolamento de placenta, é a causa de FTIP de origem materna mais comum, pois nesses casos a produção de colostro nos dias que precedem o parto é simultânea a sua liberação. Essa liberação prematura, perdurando por mais de 24 horas, reduz consideravelmente a concentração de anticorpos destinados à proteção do neonato (GIGUÈRE & POLKES, 2005).

Outras causas de FTIP de origem materna são prematuridade e indução do parto, pois algumas éguas podem parir muito antes do tempo esperado, prejudicando o mecanismo fisiológico de seleção de imunoglobulinas. Com isso, não há produção suficiente de colostro, resultando em potros imunologicamente deficientes (SELLON, 2006).

Quanto às causas relacionadas ao potro, a mais comum é não ingestão de colostro em quantidade suficiente, nas primeiras horas de vida. Isso ocorre: quando a égua não permite que o potro mame; devido a fatores comportamentais (GROGAN & McDONELL, 2005); ou por incapacidade do próprio neonato. Potros que demoram mais de 12hs para ingerir o colostro têm sua absorção intestinal comprometida (FRAPE, 2004; GIGUÈRE & POLKES, 2005; MUNROE & STONEHAM, 2011).

Potros que apresentam níveis séricos de IgG abaixo de 0,8 g/dL podem ser diagnosticados com falha parcial de transferência passiva (FPTP), e aqueles que

apresentam níveis menores que 0,4 g/dL podem ser diagnosticados com falha total da transferência passiva (FTTP). Assim, torna-se necessária administração de plasma, por via endovenosa, principalmente em animais com menos de 15 horas de vida, para tratar a FTIP e fornecer suporte para o desenvolvimento imunológico do neonato (RIZZONI & MIYAUCHI, 2012).

Potros que apresentam FTIP por ingestão de colostro de baixa qualidade podem não apresentar sinais clínicos característicos, por vezes apresentam características de um potro saudável, mas caso venha ser acometido por uma infecção não possuirá defesa, tendo risco de morte caso não tenha nenhuma intervenção clínica. Já potros que não ingeriram colostro têm hipoglicemia e podem apresentar fraqueza e desorientação, além de serem susceptíveis a infecções generalizadas (SELLON, 2006).

As principais doenças associadas a FTIP são: sepsse neonatal, diarreia, afecções do sistema respiratório, onfaloflebite e artrite (KNOTTENBELT et al., 2004). O prognóstico para potros com FTIP depende do grau da falha, do ambiente ao qual está exposto, da idade no momento do diagnóstico e a presença e gravidade de infecções secundárias (MEALEY & LONG, 2018).

Além do impacto sanitário e no bem-estar dos animais, a FTIP tem também impacto econômico, quando se considera os custos da terapêutica com transfusão de plasma, com possíveis cuidados intensivos hospitalares e mortes. Portanto, a profilaxia da FTIP se inicia no manejo adequado das fêmeas gestantes, a partir da confirmação da gestação, incluindo avaliação criteriosa da égua e do manejo a ela ofertado, evitando ao máximo falhas que possam comprometer sua saúde. Tais medidas objetivam garantir uma gestação tranquila e o nascimento de um potro saudável (ALVES, 2015).

Considerando-se que o maior fator de risco da FTIP é a ingestão de colostro de baixa qualidade, o primeiro passo preventivo consiste na avaliação da sua qualidade imediatamente após o parto, antes da sua ingestão pelo neonato. A maioria dos estudos recentes focam na determinação dos níveis séricos de IgG no neonato, enquanto a determinação da qualidade do colostro é um método mais simples e precoce, que pode ser efetuado pelo proprietário, não necessitando de assistência veterinária (RILEY et al., 2012). Como mencionado anteriormente, deve se garantir a ingestão de pelo menos 1 a 1,5 L de colostro de boa qualidade nas primeiras seis horas de vida. Sendo assim, a criação de um banco de colostro é uma boa prática profilática de FTIP (NATH et al., 2010).

Avaliação da qualidade do colostro e diagnóstico para FTIP

Existe grande variedade de testes que podem ser utilizados para estimar a concentração de imunoglobulinas e, assim, avaliar a qualidade do colostro e o sucesso na transferência de imunidade passiva ou diagnosticar a FTIP. Com isso, a escolha do melhor teste para estimar a concentração de IgG deve ser feita levando em consideração a necessidade do resultado, a precisão, sensibilidade, especificidade e até viabilidade econômica (KOROSUE et al., 2012).

O teste de imunodifusão radial (IDR) é considerado o padrão ouro para a quantificação de IgG em colostro, leite e soro sanguíneo. Já foi utilizado em bovinos (GELSINGER et al., 2015), equinos e asininos (TURINI et al., 2021). O IDR apresenta como desvantagens o alto custo e a demora para o resultado, sendo impossível fazer seu uso a nível de campo (DAVIS et al., 2005).

Um método alternativo para a qualificação do colostro é o refratômetro de Brix. Ele foi desenvolvido para medir, através do índice de refração, a quantidade de sacarose em vinhos, sucos de frutas e melão, além de medir em outros líquidos a densidade de sólidos totais. No colostro essa densidade tem correlação direta com a quantidade de imunoglobulinas. Inicialmente utilizado para avaliação de leites de vacas e éguas, esse método se mostrou satisfatório para a avaliação do colostro à campo, devido a facilidade de execução, rapidez e baixo custo (ELSOHABY et al., 2015).

Entre os testes de avaliação de FTIP, um dos mais antigos é a turvação por sulfato de zinco, sendo considerado um teste rápido, preciso e barato (KNOTTENBELT et al., 2004). Segundo Alisson (2012), a sensibilidade e a especificidade alteram de acordo com a concentração de sulfato de zinco da solução. Os resultados desse teste podem variar de acordo com o operador, amostra hemolisada, condições ambientais e a qualidade do reagente utilizado (KNOTTENBELT et al., 2004).

A dosagem de proteínas séricas totais é outro método de diagnóstico para FTIP. A utilização na espécie equina apresentava muitas divergências, pois acreditava os potros não apresentavam muita variabilidade nessa dosagem (METZGER et al., 2006) porém recentemente Sobral et al. (2021) em estudo com potros da raça Quarto de Milha observaram 100% de sensibilidade e 73,3% de especificidade para diagnóstico de FTIP através da dosagem de proteínas totais com o uso do refratômetro.

Em um estudo desenvolvido por Turini et al. (2021) com nove neonatos de jumentas da raça Amiata, foi observado relação entre as dosagens de IgG séricas e as

dosagens de proteínas totais, pelos métodos de refratometria e de biureto, indicando que esses métodos podem ser utilizados para o diagnóstico de FTIP nessa espécie. Porém, o trabalho cita a importância de novos trabalhos com outras raças e número maior de animais.

OBJETIVOS

Geral

-Avaliar a qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva em asininos do ecótipo nordestino.

Específicos

- Comparar os métodos de imunodifusão radial (método referência), refratometria, bromatologia e espectrofotometria;
- Correlacionar os métodos de diagnóstico mais precisos com os mais acessíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABD-ELNAEIM, M.; LEISER, R.; ALLEN, W. R. Structural and haematological aspects of the equine placenta in mid-pregnancy. **Havemeyer Foundation Monograph Series**, v. 10, n. 1, p. 39-42, 2003.
2. ALLEN, W. R.; SHORT, R. V. Interspecific and extraspecific pregnancies in equids: anything goes. **Journal of Heredity**, v. 88, n. 5, p. 384-392, 1997.
3. ALLISON R.W. Avaliação Laboratorial das Proteínas do Plasma e do Soro Sanguíneo. In: Thrall MA, Weiser G, Allison RW, Campbell TW. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. 2 ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell;. p. 407-8, 2012.
4. ALVES, I. R. Transferência de imunidade passiva em equinos. 2015. 115f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa.
5. ANDRADE, A. P. et al. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, p. 01-14, 2010.
6. ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.
7. AYO, J. O.; AKE, A. S. Physiological responses of donkeys (*Equus asinus*, Perissodactyla) to work stress and potential ameliorative role of ascorbic acid. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 14, p. 1585–1593, 2013.
8. BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005. 32 p.
9. CAMARGO, J. M. M. et al. Falha de transferência passiva em potros: a importância da imunidade do colostro. **R. bras. Med. equina**, p. 20-22, 2015.
10. CAMILLO, F. et al. The Current situation and Trend of Donkey Industry in Europe. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.65, p. 44–49, 2018.
11. CARLUCCIO, A. et al. Morphological features of the placenta at term in the Martina Franca donkey. **Theriogenology**, v. 69, n. 8, p. 918-924, 2008.
12. CANISSO, I. F. et al. Decreasing pH of mammary gland secretions is associated with parturition and is correlated with electrolyte concentrations in prefoaling mares. **Veterinary Record**, v. 173, n. 9, p. 218-218, 2013.
13. CARNEIRO, G. F.; LUCENA, J. E. C.; OLIVEIRA BARROS, L. The current situation and trend of the donkey industry in South America. **Journal of equine veterinary science**, v. 65, p. 106-110, 2018.

14. CASTELLETTI, C. H. M. et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 91-100, 2004.
15. CUNNINGHAM, James. **Tratado de fisiologia veterinária**. Elsevier Health Sciences, 2011.
16. DAVIS, R.; GIGUÈRE, S. Evaluation of five commercially available assays and measurement of serum total protein concentration via refractometry for the diagnosis of failure of passive transfer of immunity in foals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 227, n. 10, p. 1640-1645, 2005.
17. ELSOHABY, I.; RILEY, C. B.; MCCLURE, J. T. Usefulness of digital and optical refractometers for the diagnosis of failure of transfer of passive immunity in neonatal foals. *Equine veterinary journal*, v. 51, n. 4, p. 451-457, 2019.
18. ELSOHABY, I.; MCCLURE, J. T.; KEEFE, G. P. Evaluation of digital and optical refractometers for assessing failure of transfer of passive immunity in dairy calves. *Journal of veterinary internal medicine*, v. 29, n. 2, p. 721-726, 2015.
19. EVANS, Linda; CRANE, Michael (Ed.). *The clinical companion of the donkey*. Matador, 2018.
20. FAO. **FAOSTAT – Live Animals** Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>>. Acesso em 11.ago.2019.
21. FEITOSA, F.L.F. Semiologia da glândula mamária de éguas, cadelas e gatas. **Semiologia Veterinária: A arte do diagnóstico**. In: FEITOSA, F. L. F. 3.ed. Roca: São Paulo, 627p., 2014.
22. FRAPE, D. L. **Equine Nutrition and Feeding**. In: FRAPE, D. L. State Avenue: Blackwell Publishing Ltd, 634p., 2004.
23. GARCIA, C. **O que é o Nordeste Brasileiro**. Tatuapé: Brasiliense, 1ª Ed. Ebook. 1984.
24. GELSINGER, S. L. et al. Comparison of radial immunodiffusion and ELISA for quantification of bovine immunoglobulin G in colostrum and plasma. **Journal of laticínios**, v. 98, n. 6, pág. 4084-4089, 2015.
25. GIGUÈRE, S.; POLKES, A. C. Immunologic disorders in neonatal foals. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 21, n. 2, p. 241-272, 2005.
26. GROGAN, E. H.; MCDONNELL, S. M. Mare and foal bonding and problems. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 4, n. 3, p. 228-237, 2005.
27. IBGE. **Cartograma- asininos do Brasil por efetivo de rebanho**. 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75642>. Acesso em: 23 de junho de 2017.

28. KNOTTENBELT, D. C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J. E. **Equine Neonatal Medicine and Surgery E-Book: Medicine and Surgery**. Elsevier Health Sciences, 2004.
29. KOROSUE, K. et al. Successful induction of lactation in a barren Thoroughbred mare: growth of a foal raised on induced lactation and the corresponding maternal hormone profiles. **Journal of Veterinary Medical Science**, p. 1203280800-1203280800, 2012.
30. MARTINI, M. et al. Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 33-37, 2018.
31. MEALEY, R. H.; LONG, M.T. Mechanisms of disease and immunity. In: REED, S. M.; BAYLY, W. M.; SELLON, D. C. *Equine internal medicine*. 4th ed. St. Louis: Elsevier, 2018. p. 3-78.
32. MESSIAS, T. B. O. N. et al. Challenges and perspectives for exploiting donkey milk in the Brazilian Northeast. **Ciência Rural**, v. 52, 2021.
33. METZGER, N. et al. Usefulness of a commercial equine IgG test and serum protein concentration as indicators of failure of transfer of passive immunity in hospitalized foals. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 20, n. 2, p. 382-387, 2006.
34. MUNROE, G.; STONEHAM, S. The foal. In G. A. Munroe & J. S. Weese (Eds.), **Equine Clinical Medicine, Surgery and Reproduction**, London, Manson Publishing, p. 966–994, 2011.
35. NATH, Laura C. et al. Use of stored equine colostrum for the treatment of foals perceived to be at risk for failure of transfer of passive immunity. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 236, n. 10, p. 1085-1090, 2010.
36. NENGOMASHA, E. M.; PEARSON, R. A.; WOLD, A. G. Empowering people through donkey power into the next millennium. In: **Empowering Farmers with Animal Traction (Proceedings of an ATNESA Workshop)**. 2000. p. 22-31.
37. NOBRE, F. V. Os equídeos no Brasil, especialmente, no Nordeste. **I Congresso Brasileiro de Zootecnia e XVII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Fortaleza, CE, Brazil: Mimeo; 1980.
38. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington, DC, USA: NAP, 2007. 362p
39. PARADIS, M. R. **Equine Neonatal Medicine E-Book: A Case-Based Approach**. Elsevier Health Sciences. Cap 3, p. 33, 2006.
40. PIOVESANA, S. et al. Peptidome characterization and bioactivity analysis of donkey milk. **Journal of proteomics**, v. 119, p. 21-29, 2015.
41. POLIDORI, P. et al. Donkey milk production: state of the art. **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, n. sup2, p. 677-683, 2010.

42. PRESTES, N. C.; LANDIM-ALVARENGA, F. C. **Obstetrícia veterinária**. Grupo Gen-Guanabara Koogan, 2017.
43. RANGEL, A. H. N. et al. Aspectos composicionais e nutricionais do leite de jumenta: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 3, p. 160-171, 2015.
44. RAIDAL, S. L.; MCTAGGART, C.; PENHALE, J. Effect of withholding macromolecules on the duration of intestinal permeability to colostral IgG in foals. **Australian veterinary journal**, v. 83, n. 1 - 2, p. 78-81, 2005.
45. RILEY, Christopher Bruce et al. Feasibility of infrared spectroscopy with pattern recognition techniques to identify a subpopulation of mares at risk of producing foals diagnosed with failure of transfer of passive immunity. **Australian Veterinary Journal**, v. 90, n. 10, p. 387-391, 2012.
46. RIZZONI, L. B.; MIYAUCHI, T. Principais doenças dos neonatos equinos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 6, n. 1, p. 9-16, 2012.
47. ROSSEL, S. et al. Domestication of the donkey: Timing, processes, and indicators. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 10, p. 3715-3720, 2008.
48. SABER, A. et al. Light and scanning electron microscopic study on the blood vascular system of the donkey placenta. **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 37, n. 2, p. 86-94, 2008.
49. SCHIRÒ, A. L'allevamento Asinino. Nozioni Pratiche. In E.Milonis., & P. Polidori (comp.), **Latte do Asina: produzione, caratteristiche e gestione dell'azienda asinina**. Brescia: Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, 37-40, 2011.
50. SELTON, D.C. **Neonatal Immunology**. In: PARADIS, M.R. Equine neonatal medicinae: a case based approach. Elsevier, EUA, Cap. 3, p. 31-50, 2006.
51. SILVA, P. N. **Comparação da transferência de imunidade passiva entre éguas e jumentas**. 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Faculdade Integradas de Ourinhos, Fundação Educacional Miguel Mofarrej, Ourinhos- Sp, 2016.
52. SILVA, P. C. G. et al. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2010. Cap. 1, p. 18-48.
53. SMITH, D. G.; PEARSON, R. A. A review of the factors affecting the survival of donkeys in semi-arid regions of sub-Saharan Africa. **Tropical animal health and production**, v. 37, n. 1, p. 1-19, 2005.
54. SOBRAL, G. G. et al. Avaliação de Refratômetro Óptico para Avaliação de Falha na Transferência de Imunidade Passiva em Potros. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 106, p. 103758, 2021.

55. TIZARD, I. R. **Immunología veterinaria**. Elsevier Health Sciences, 2018.
56. TOLEDO, C. Z. P. et al. Morfologia da placenta a termo e da interface materno-fetal da jumenta Pêga. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 52, n. 3, p. 195-204, 2015.
57. TURINI, L. et al. Evaluation of Different Methods to Estimate the Transfer of Immunity in Donkey Foals Fed with Colostrum of Good IgG Quality: A Preliminary Study. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 507, 2021.
58. WILLEKES, C. The Horse in the Ancient World: From Bucephalus to the Hippodrome. **Bloomsbury Publishing**, 2016.

CAPITULO II

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO COLOSTRO E DA TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA EM ASININOS DO ECÓTIPO NORDESTINO POR DIFERENTES MÉTODOS

Artigo formatado de acordo com as normas do Journal of Equine Veterinary Science.

Avaliação da qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva em asininos do ecótipo nordestino por diferentes métodos

Resumo: Objetivou-se avaliar a qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva em asininos do ecótipo nordestino, por diferentes metodologias, assim como correlacionar os métodos mais precisos com os mais acessíveis. Foram utilizadas 14 fêmeas asininas do ecótipo nordestino, com idade entre 3 e 7 anos e peso vivo médio de 185 ± 30 kg e seus neonatos. As jumentas e seus potros foram submetidos a coletas de colostro e sangue, respectivamente, em quatro tempos experimentais: imediatamente após o nascimento e seis, 12 e 24 horas após o parto. Os métodos de avaliação do colostro e do soro sanguíneo foram: imunodifusão radial, refratometria, espectrofotometria e bromotologia. Os resultados foram submetidos a análises de variância, regressão e correlação. Observou-se que o colostro dessas jumentas é de ótima qualidade imediatamente após o parto, com concentração de IgG de 8,71 g/dL. Houve forte correlação entre os resultados do teste de imunodifusão radial e as análises por refratometria de Brix para as amostras de colostro. Constatou-se que os neonatos do ecótipo nordestino nascem agamaglobulinêmicos, apresentando, após ingestão do colostro, aumento progressivo da concentração de IgG, com valor máximo às 17,9 h após o parto, momento em que se registrou 3,07 g/dL de IgG. Também houve correlação entre os resultados do teste de imunodifusão radial e proteínas totais por refratometria para a análise de soro sanguíneo dos neonatos. Conclui-se que o colostro das fêmeas asininas do ecótipo nordestino é de ótima qualidade, garantindo boa transferência de imunoglobulinas para seus neonatos.

Palavras-chave: imunodifusão radial; imunoglobulinas; jumentas; semiárido

Evaluation of Colostrum Quality and Passive Immunity Transfer in Donkeys of Brazilian Nordestino Ecotype via Different Methods

Abstract: This study aimed to assess the quality colostrum and of passive immunity transfer in donkeys of the Nordestino ecotype via different methodologies, as well as to correlate the most precise methods with the most accessible ones. Fourteen female Nordestino donkeys between three and seven years old with mean live weight of 185 ± 30 kg and their newborns were used. The donkeys and their foals were submitted to colostrum and blood collection, respectively, at four experimental times: zero, six, 12, and 24 h after delivery. The methods for evaluation of colostrum and blood serum were radial immunodiffusion (gold standard), refractometry, biuret, and bromatology. The results were submitted to analyses of variance, regression, and correlation. It was observed that the colostrum of those donkeys is of great quality immediately after delivery, with IgG concentration of 8.71 g/dL. A strong correlation was found between the results of the radial immunodiffusion test and the Brix refractometry analyses for the colostrum samples. It was found that newborns of the Nordestino ecotype are born agammaglobulinemic, with a progressive increase in IgG concentration after colostrum intake, with maximum value 17.9 h after delivery, when 3.07 g/dL IgG were recorded. A good correlation was also found between the results of the radial immunodiffusion test and total proteins by refractometry for the blood serum analysis of the newborns. It is concluded that the colostrum of female Nordestino ecotype donkeys is of great quality, ensuring good transfer of immunoglobulins to their newborns.

Keywords: radial immunodiffusion; immunoglobulins; donkeys; semi-arid

1. Introdução

As condições semiáridas do bioma Caatinga, presente em grande parte do Nordeste brasileiro, bem como a estrutura sociocultural da população local, favoreceram o crescimento do rebanho asinino na região. Desta forma, a região Nordeste do Brasil concentra 80% da população de aproximadamente 862 mil jumentos [1]. Além da inerente adaptabilidade a essa região, os asininos presentes no Semiárido nordestino foram submetidos a um processo de seleção natural e desenvolveram características específicas de adaptação, através de acasalamentos aleatórios. Assim surgiu o ecótipo Nordestino, sendo utilizado na região em diferentes atividades [2].

Embora ainda desempenhem papel como animais de trabalho em zonas rurais, periurbanas e urbanas dos países em desenvolvimento, a mecanização da agricultura, o desenvolvimento da indústria automobilística e a migração das pessoas do campo para as cidades levou à redução do número de asininos e de sua importância [3]. Nas últimas décadas, a população asinina brasileira seguiu a mesma tendência mundial de redução, contudo a taxa de retração foi mais lenta que a mundial [2].

Devido a diminuição do interesse na utilização da espécie asinina em práticas agrícolas e no transporte, grande número de animais foi abandonado, passando a viver em condições quase selvagens, tornando-se uma das principais causas de acidentes automobilísticos nas estradas da região Nordeste do Brasil [2]. Nesse sentido, uma nova atividade produtiva/econômica para a espécie pode ser a única alternativa para preservação do ecótipo Nordestino e redução dos acidentes nas estradas.

O leite asinino tem sido considerado um valioso produto e que pode ter múltiplas aplicações, como na fabricação de cosméticos e produtos lácteos. Uma das principais características do leite asinino reside na semelhança com o leite humano, que o faz ser o leite mais apropriado para consumo infantil e, em alguns casos, empregado na alimentação de crianças e adultos que sofrem com alergias associadas ao leite bovino [4]. Por isso, o leite asinino tem apresentado crescente demanda mundial em um nicho de mercado existente em países asiáticos, europeus e sul-americanos, que possuem ampla variedade de produtos comerciais [5].

Diante deste cenário, a comunidade científica renovou o interesse pela espécie, envolvendo-se na recuperação da biodiversidade, no resgate de algumas raças quase extintas e na redescoberta de outras atividades [6]. Embora no Brasil ainda não haja um sistema produtivo bem definido para os asininos do ecótipo Nordestino, com o

crescimento no interesse mundial pelo leite asinino a exploração destes animais tem ganhado novas perspectivas, exigindo maior conhecimento técnico sobre a criação e manejo da espécie [7]. O sucesso de qualquer sistema produtivo animal exige medidas assertivas desde as primeiras fases da criação, com desenvolvimento saudável e equilibrado dos neonatos, que começa pela transferência de imunidade passiva da mãe para o filhote.

Neste contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar a qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva em asininos do ecótipo Nordestino, através dos métodos de imunodifusão radial (padrão ouro), refratometria, bromatologia e biureto, assim como correlacionar os métodos mais precisos com os mais acessíveis.

2. Materiais e métodos

2.1 Animais

Foram utilizadas 14 fêmeas asininas do ecótipo Nordestino prenhes e saudáveis, com idade entre 3 e 7 anos e peso vivo médio de 185 ± 30 kg. Os neonatos dessas jumentas também participaram do estudo.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo os blocos compostos pelas 14 jumentas e seus neonatos e os tratamentos representados pelos tempos de avaliação do colostro e soro dos potros: zero seis, 12 e 24 horas após o parto.

2.3 Manejo nutricional e ambientação

Nos primeiros 11 meses de gestação as fêmeas permaneceram em piquetes com pastagem nativa e no último mês de gestação foram mantidas em piquete sem cobertura vegetal do solo, sendo alimentadas com feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*), de modo a suprir as necessidades de ingestão diária de 2,0% do peso vivo, com base na matéria seca [8]. A ração concentrada para equídeos em lactação foi fracionada em duas refeições diárias, às 7h e 15h, sendo fornecido 0,5 kg de ração por refeição/animal (Tabela 1), água e sal mineralizado foram disponibilizados *ad libitum*.

No 12º mês de gestação as fêmeas foram mantidas em baias maternidades no período noturno, para ambientá-las ao local de parição.

Composição (g/kg MS)	Ração Comercial	Feno de Tifton 85
Matéria seca	870,00	828,79
Proteína bruta	200,00	73,38
Carboidrato total	-	798,22
FDN ¹	-	867,43
FDA ²	180,00	-
Matéria fibrosa	120,00	-

Tabela 1. Composição da dieta fornecida aos animais.

¹ Fibra em detergente neutro.

² Fibra em detergente ácido.

2.4 Predição de parto

A predição de parto foi feita através da dosagem do pH do colostro, com o uso de fita colorimétrica. Quando o pH do colostro de uma fêmea estava abaixo de 7,0, ela passou a ser monitorada durante toda a noite. Esse acompanhamento foi feito à distância, para não estressar a fêmea e não interferir no trabalho de parto.

2.5 Coleta do colostro

As coletas de colostro foram realizadas nos tempos zero, seis, 12 e 24 horas após o parto. Para isso, as fêmeas foram submetidas a *pré-deeping*, com uso de produto a base de iodo, e secagem com papel toalha. Foi realizada coleta manual do colostro, com descarte dos dois primeiros jatos de ambos os tetos, seguido de coleta de 25 mL de amostra em tubos estéreis identificados e colocadas em freezer a -20° C, para posteriores análises.

2.6 Coleta sanguínea dos potros

As coletas de sangue dos potros também foram realizadas nos tempos zero, seis, 12 e 24 horas pós parto. Após assepsia local com álcool iodado a 2%, foi coletado 10 mL de sangue através de venopunção da veia jugular, utilizando agulhas para coleta a vácuo e tubos a vácuo sem anticoagulante. As amostras sanguíneas permaneceram em temperatura ambiente para sedimentação por uma hora, seguido de centrifugação a 1000 rpm durante 10 minutos. Na sequência, as amostras de soro sanguíneo foram armazenadas em tubos tipo *ependorf* e colocadas em freezer a -20° C, para posteriores análises.

2.7 Teste de imunodifusão radial (padrão ouro) do colostro e soro sanguíneo

As concentrações de imunoglobulina G das amostras do colostro das fêmeas asininas e do soro sanguíneo dos potros foram determinadas utilizando placas de ágar incorporadas com anti-soros específicos para a classe de imunoglobulina G, através de *kit* comercial de imunodifusão radial disponível para soro e colostro equino e asinino IDRING® Horse IgG Test. As amostras foram diluídas nas proporções de 1:600 para o colostro e de 1:150 para o soro sanguíneo e adicionadas às cavidades das placas, seguida de incubação a 37° C por 24 horas, para a formação do halo de precipitação decorrente da reação antígeno e anticorpo. Através da refração de luz foi mensurado o diâmetro do referido halo. Os valores obtidos foram submetidos a um programa computacional com fórmulas específicas fornecidas pela fabricante do *kit*, e então estimada a concentração de IgG das amostras.

2.8 Dosagem de proteínas totais do colostro

No laboratório de bromatologia, as amostras de colostro foram descongeladas à temperatura ambiente e submetidas à análise de proteína bruta através do método da Association of Official Analytical Chemist Methods -AOAC [9].

2.9 Refratometria do colostro

As amostras de colostro foram avaliadas em refratômetro portátil digital Soonda®, com variação de grau brix de 0 a 85%. Uma alíquota de 300 µL foi depositada no prisma do aparelho, registrando-se o valor obtido pela leitura automática.

2.10 Dosagem de proteínas totais por refratometria do soro sanguíneo

A dosagem das proteínas totais foi feita utilizando refratômetro portátil manual Contec®. Uma alíquota de 100 µL de soro sanguíneo do potro foi depositada no prisma do aparelho, registrando-se o valor do índice de refração através de escala graduada que indicou a concentração das proteínas totais em g/dL.

2.11 Dosagem de proteínas totais e suas frações por biureto do soro sanguíneo

A dosagem das concentrações séricas de proteínas totais (PT) e albumina foram feitas através de analisador bioquímico semiautomático modelo BIOPLUS-2000 IL e *kits* reagentes Labtest®. A concentração sérica de globulina foi determinada através da fórmula:

$$[\text{globulina}] = [\text{PT}] - [\text{albumina}].$$

2.12 Análises estatísticas

Os resultados das análises do colostro e soro sanguíneo obtidos pelos diferentes métodos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e análises de regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar (versão 5.8).

Para correlacionar os resultados obtidos pelos diferentes métodos, os dados também foram submetidos à correlação de Spearman, utilizando o programa estatístico GraphPad InStat (versão 3.06).

3. Resultados

Todos os partos foram classificados como eutócicos. As 14 fêmeas asininas produziram colostro e seus neonatos apresentaram comportamento esperado nas primeiras 24 horas de vida, com ingestão de colostro em até 70 minutos após o nascimento.

- Colostro

De acordo com a literatura, o colostro equino é considerado ruim quando a concentração de IgG está abaixo de 5,0 g/dL, de boa qualidade quando está entre 5,0 e 8,0 g/dL e de ótima qualidade quando está acima de 8,0 g/dL. Nesse sentido, o colostro das fêmeas asininas do ecótipo Nordestino pode ser considerado de ótima qualidade imediatamente após o parto (tempo zero), pois através do teste de imunodifusão radial (padrão ouro) registrou-se concentração média de IgG de 8,71 g/dL (Tabela 2). O mesmo teste também demonstrou que a maior concentração de IgG ocorreu no tempo zero, com redução gradual nas horas seguintes. Nas primeiras 24 horas após o parto houve redução de 93,5% na concentração de IgG no colostro, atingindo 0,56 g/dL 24 horas após o nascimento (Figura 1).

	Tempo (horas)				CV (%)	Valor P
	0	6	12	24		
Colostro						
IgG IDR (g/dL)	8,71 ^a	5,90 ^b	1,11 ^c	0,56 ^c	41,5	<0,001
BRIX %	22,28 ^a	16,87 ^b	10,81 ^c	9,65 ^c	16,1	<0,001
PTBR (g/mL)	12,61 ^a	8,03 ^b	2,79 ^c	2,56 ^c	26,0	<0,001
Soro sanguíneo						
IgG IDR (g/dL)	0,00 ^c	1,64 ^b	2,84 ^a	2,67 ^a	30,0	<0,001
PTR (g/dL)	4,28 ^c	5,21 ^{bc}	6,95 ^a	6,16 ^{ab}	25,7	<0,001
PTBI (g/dL)	3,84 ^d	5,13 ^c	6,30 ^a	5,73 ^b	10,5	<0,001
Albumina (g/dL)	2,54	2,46	2,32	2,29	11,2	0,0566
Globulina (g/dL)	1,30 ^c	2,66 ^b	3,99 ^a	3,44 ^a	21,3	<0,001

Tabela 2. Valores médios obtidos por diferentes métodos de avaliação do colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino e do soro sanguíneo de seus neonatos nos tempos zero, seis, 12 e 24 horas após o parto, com os respectivos coeficientes de variação (CV) e valor P.

Letras distintas nas linhas indicam diferente entre os tempos de avaliação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Legenda: imunoglobulina tipo G por imunodifusão radial (IgG IDR), refratômetro de Brix (BRIX), proteínas totais por bromatologia (PTBR), proteínas totais por biureto (PTBI), proteínas totais por refratometria (PTR), globulina e albumina por biureto.

A avaliação de graus Brix feita através do refratômetro demonstrou comportamento semelhante à dosagem de IgG por imunodifusão radial, com maior concentração imediatamente após o parto (22,28%) seguido de redução gradual, chegando a 9,65% às 24 horas após o nascimento dos potros. O mesmo comportamento foi observado na dosagem de proteínas totais através da bromatologia, com concentração de 12,61 g/mL no pós parto imediato e de 2,56 g/mL às 24 horas (Tabela 2).

Houve forte correlação entre os resultados das análises de colostro realizadas pelos métodos de imunodifusão radial e refratometria de Brix (Tabela 3). Partindo dos valores de referência de 5,0 e 8,0 g/dL de IgG, que norteiam a classificação do colostro como ruim, bom e ótimo, e utilizando a equação de regressão que resultou da correlação entre os métodos de imunodifusão radial e refratometria, foi possível definir que o colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino com graus Brix igual ou superior a 20,75% pode ser classificado como ótimo, entre 20,75% e 16,2% de boa qualidade e abaixo de 16,2% como ruim (Figura 2).

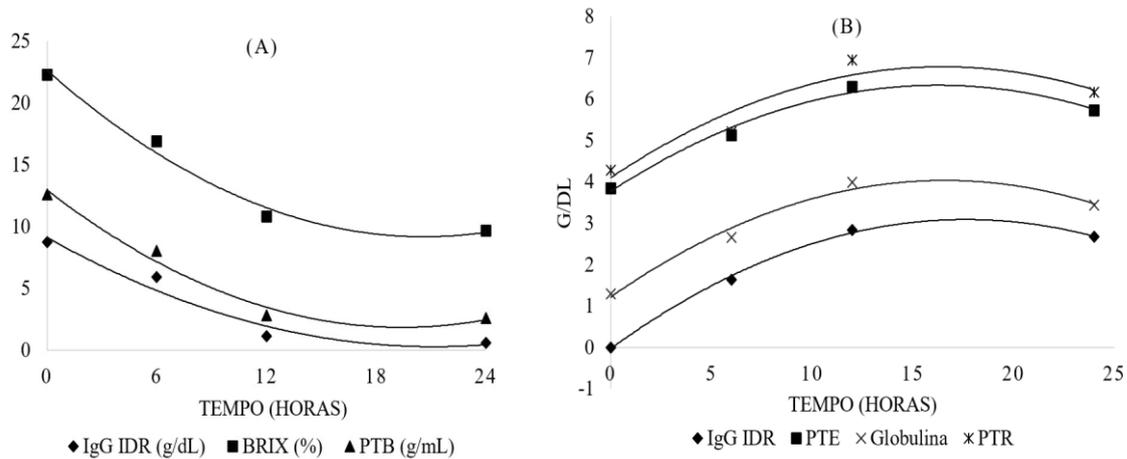


Figura 1. (A) Concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR), graus Brix por refratometria (BRIX) e concentração de proteínas totais por bromatologia (PTBR) do colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nas primeiras 24 horas após o parto. Regressões: IgG IDR ($y = 0,0198x^2 - 0,8364x + 9,1183$; $R^2=0,9557$), BRIX ($y = 0,0317x^2 - 1,3072x + 22,632$; $R^2=0,9852$) e PTB ($y = 0,0294x^2 - 1,1438x + 12,944$; $R^2=0,9803$). (B) Concentração de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR), concentração de proteínas totais por refratometria (PTR), concentração sérica de globulina por biureto e concentração de proteínas totais por biureto (PTBI) do soro sanguíneo de neonatos asininos do ecótipo Nordestino nas primeiras 24 horas após o parto. Regressões: IgG IDR ($y = -0,0101x^2 + 0,3545x - 0,0341$; $R^2=0,9972$), PTE ($y = -0,0097x^2 + 0,3158x + 3,7705$; $R^2=0,9823$), Globulina ($y = -0,0103x^2 + 0,3403x + 1,2149$; $R^2=0,9783$) e PTR ($y = -0,0099x^2 + 0,3261x + 4,0973$; $R^2=0,8985$).

- Soro sanguíneo

A ausência de IgG no soro sanguíneo dos neonatos asininos do ecótipo Nordestino imediatamente após o parto, constatada através do teste de imunodifusão radial, demonstrou que esses potros nascem agamaglobulinêmicos, comprovando que geralmente na espécie não há transferência de imunidade via placenta. O mesmo teste mostrou que seis horas após o nascimento e já com a ingestão do colostro os neonatos apresentaram quantidades circulantes de IgG de 1,64 g/dL (Tabela 2).

No teste de imunodifusão radial a concentração de IgG no soro dos potros apresentou aumento progressivo do nascimento até 17,9 horas iniciais de vida, momento em que se registrou o pico de 3,07 g/dL na concentração de IgG no sangue do neonato, seguido de lenta redução até as 24 horas (Figura 1).

Comportamento semelhante ao do teste de imunodifusão radial foi observado para os resultados de proteínas totais obtidas pelos métodos de refratometria e biureto, com menor concentração imediatamente após o parto, aumento progressivo nas horas seguintes e pico por volta das 18 horas, seguido de redução até 24 horas após o nascimento.

As globulinas apresentaram resultados semelhantes ao de IgG por imunodifusão radial. Por outro lado, a concentração sérica de albumina não variou entre zero e 24 horas após o parto (Tabela 2).

	Valor P	Spearman r	Regressão	R ²
IgG IDR colostro				
Brix	<0,0001	0,7903	$y = 1,4879x + 8,8469$	0,9913
PTBR	<0,0001	0,9065	$y = 0,0746x^2 + 0,5502x + 2,1642$	0,9998
IgG IDR soro sanguíneo				
PTR	<0,0001	0,5519	$y = 0,2789x^2 + 0,0628x + 4,2908$	0,9651
PTBI	<0,0001	0,8582	$y = 0,0407x^2 + 0,6822x + 3,8487$	0,9729
Albumina	0,0002	-0,4753	$y = -0,0274x^2 - 0,009x + 2,5412$	0,9590
Globulina	<0,0001	0,8780	$y = 0,0757x^2 + 0,672x + 1,3076$	0,9830

Tabela 3. Resultados das correlações de Spearman e análises de regressão entre as concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR) e graus Brix por refratômetro do colostro, entre IgG IDR e concentração de proteínas totais por bromatologia (PTBR) do colostro, entre IgG IDR e proteínas totais por refratômetro (PTR) do soro, entre IgG IDR e proteínas totais por biureto (PTBI) do soro, entre IgG IDR e concentração sérica de albumina e entre IgG IDR e concentração sérica de globulina.

Também houve correlação entre os resultados das análises de soro dos potros realizadas pelos métodos de imunodifusão radial e refratometria (Tabela 3). De acordo com a literatura, na espécie equina quando a concentração sérica de IgG do potro está abaixo de 0,4 g/dL a transferência de imunidade passiva é classificada como ruim, entre 0,4 e 0,8 g/dL a transferência é parcial, igual a 0,8 g/dL boa e acima de 0,8 g/dL excelente.

Assim, considerando os valores de referência de 0,4 e 0,8 g/dL e utilizando a equação de regressão que resultou da correlação entre os métodos de imunodifusão radial e refratometria, foi possível definir que nos asininos do ecótipo Nordeste a transferência de imunidade passiva via colostro é ruim quando a concentração sérica das proteínas

totais por refratometria está abaixo de 4,36 g/dL, parcial entre 4,36 e 4,52 g/dL, boa quando o valor for de 4,52 g/dL e excelente para valores acima de 4,52 g/dL (Figura 2).

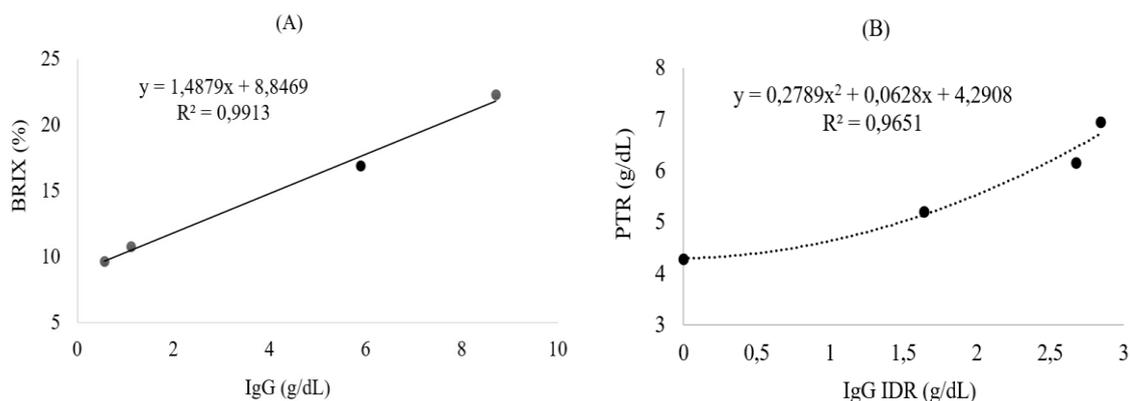


Figura 2. (A) Relação entre as concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR) e graus Brix (BRIX) por refratômetro do colostro de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino. (B) Relação entre as concentrações de IgG por imunodifusão radial (IgG IDR) e as concentrações de proteínas totais por refratometria (PTR) do soro sanguíneo de neonatos asininos do ecótipo Nordestino.

As concentrações de proteínas totais por refratometria e por biureto foram numericamente semelhantes e também apresentaram forte correlação (Tabela 3).

4. Discussão

- Colostro

Para que ocorra eficiente transferência de imunidade para os neonatos asininos é importante que os potros estejam de pé e mamando até as duas primeiras horas de vida e que façam a ingestão de um colostro de qualidade [10]. No presente estudo, o fato de todos os neonatos terem ingerido o primeiro colostro até 70 minutos após o nascimento aproxima-se do tempo médio de 61,2 minutos observado em potros asininos da raça Martina Franca [11]. Já na espécie equina foi relatado tempo médio de 94,7 minutos [12].

A diferença de tempo à primeira mamada entre algumas raças e espécies pode estar associada ao comprimento dos membros dos potros, pois quanto menor a distância entre o esterno e o solo há probabilidade de maior agilidade e coordenação motora do animal [13]. Em adição, asininos adultos do ecótipo Nordestino apresentam altura na cernelha entre 1,00 e 1,20 m, independente do sexo [7].

A concentração total de IgG no colostro das fêmeas pode sofrer influência da idade, raça, sanidade, estágio de lactação, alimentação e condições ambientais [14]. Em estudo com fêmeas asininas da raça Martina Franca observou-se concentração de IgG de 2,95 g/dL imediatamente após o parto [15] e na raça asinina Amiata concentração média de 1,9 g/dL de IgG após o nascimento dos potros [16]. Ambos os valores registrados nos trabalhos supracitados foram muito inferiores à concentração média de 8,71 g/dL de IgG observada no colostro das fêmeas asininas do ecótipo Nordestino imediatamente após o parto.

Reforçando a diferença na qualidade do colostro constatada acima entre raças asininas, a concentração de proteínas totais de 12,61 g/mL observada no colostro das fêmeas do ecótipo Nordestino, pelo método bromatológico, também foi superior ao valor de 10,24 g/mL registrado na raça Amiata [17] e de 8,67 g/mL observado nas raças Merzifon, Anatolia e Arcadia [18].

Os asininos do ecótipo Nordestino foram desenvolvidos em um bioma caracterizado pela restrição de água e, portanto, de alimentos, fato que pode ter intensificado ainda mais a rusticidade inerente a espécie [2]. Nesse sentido, melhor alimentação fornecida às fêmeas utilizadas no estudo, principalmente no último mês de gestação, quando consumiram pastagem de boa qualidade e foram suplementadas com alimento concentrado específico para fêmeas gestantes, aliado a fatores genéticos naturalmente selecionados, podem ter influenciado na qualidade do colostro produzido por elas, inclusive quando comparado aos outros estudos.

Maior concentração de IgG no colostro imediatamente após o parto, seguido de redução acentuada até as primeiras 24 horas, também foi observado na raça asinina Amiata [16] e na espécie equina [19]. No final da gestação, mudanças hormonais influenciam a composição das secreções produzidas pelas glândulas mamárias e na quantidade de proteínas ativamente transferidas a partir da corrente sanguínea que juntos constituirão o colostro. Portanto, o primeiro colostro é composto pelas secreções e proteínas acumuladas nas últimas semanas de gestação, justificando as maiores concentrações de IgG no pós parto imediato [20].

O refratômetro de Brix foi desenvolvido para medir, através do índice de refração, a quantidade de sacarose em vinhos, sucos de frutas e melão, além de medir em outros líquidos a densidade de sólidos totais. No colostro, essa densidade tem correlação direta com a quantidade de imunoglobulinas. Esse método se mostrou satisfatório para a

avaliação do colostro de vacas e éguas à campo, devido a facilidade de execução, rapidez e baixo custo [21].

No presente estudo, a forte correlação entre a concentração de IgG no teste de imunodifusão radial e os resultados da avaliação por refratometria sugerem que o refratômetro de Brix pode ser uma alternativa segura para avaliação do colostro à campo, assim como já é usado para outras espécies, evitando que os potros de fêmeas asininas façam a ingestão de colostro de má qualidade e tenham falha na transferência de imunidade passiva.

- *Soro sanguíneo*

Assim como na espécie equina, a placenta da fêmea asinina apresenta seis camadas de tecidos entre o capilar materno e o capilar fetal, que não permitem a passagem de macromoléculas entre a mãe e o feto [22], sendo esse o motivo para que os neonatos asininos do ecótipo Nordesteiro nasçam agamaglobulinêmicos.

A absorção das imunoglobulinas presentes no colostro é responsabilidade dos enterócitos, células epiteliais especializadas que estão presentes no intestino delgado, através do processo de pinocitose. Essa absorção diminui em torno de 80% até as 12 horas após o nascimento, chegando as 24 horas com apenas 1% de absorção. Isso ocorre devido ao amadurecimento dos enterócitos e, conseqüentemente, diminuição da absorção de macromoléculas. Sabe-se que nos potros equinos leva-se em torno de seis horas para que as imunoglobulinas absorvidas no intestino cheguem até a corrente sanguínea [20]. O mesmo também foi observado no presente estudo com os neonatos asininos, pois seis horas após o nascimento e com a ingestão do colostro eles já apresentaram quantidade considerável de imunoglobulinas circulante.

Em estudo com potros equinos de diferentes raças observou-se que entre 5 e 8 horas após o nascimento e ingestão do colostro os potros apresentaram concentrações de IgG em torno de 0,96 g/dL [23]. Em potros asininos da raça Amiata foi registrada concentração média de 1,1 g/dL seis horas após o parto [16]. Ambos os estudos apresentaram valores inferiores aos observados nos potros asininos do ecótipo Nordesteiro, que seis horas após o parto já apresentaram concentrações médias de 1,74 g/dL. Maior concentração de IgG apresentada pelos potros do presente estudo pode estar associado a qualidade do colostro e a agilidade para sua ingestão, aproveitando o melhor momento do intestino para absorção de macromoléculas.

Nos potros equinos as concentrações máximas de IgG circulante ocorrem em torno das 18 horas após o nascimento e ingestão do colostro [24]. Essa informação corrobora os dados do presente estudo, pois através da curva de regressão estimou-se que a concentração sérica máxima de IgG nos potros ocorreu às 17,9 horas após nascimento. Acredita-se que esse dado esteja diretamente associado ao fechamento e maturação dos enterócitos. Assim, por volta das 12 horas após o nascimento não ocorre mais a absorção de macromoléculas, e o pico da concentração sérica de IgG nos potros ocorre após mais seis horas, correspondendo justamente ao período necessário para metabolização das imunoglobulinas.

O diagnóstico para falha de transferência de imunidade deve ser preciso e rápido, pois falhas nesses diagnósticos acarretam prejuízos para o potro, podendo o mesmo ser alvo de infecções clínicas graves, aumentando assim o risco de morte. Por isso, é necessário usar testes com boa sensibilidade e especificidade [25]. Devido aos altos custos de técnicas diretas que diagnosticam falhas na transferência de imunidade, a quantificação de proteínas totais vem sendo utilizado como método indireto, de fácil acesso e baixo custo para a espécie equina. Em estudo com potros da raça Quarto de Milha observou-se 100% de sensibilidade e 73,3% de especificidade para diagnóstico de falha na transferência de imunidade passiva através da dosagem de proteínas totais com o uso do refratômetro [26].

O índice de refração das proteínas totais pode ser alterado pelo aumento de alguns sólidos não proteicos dissolvidos na amostra, podendo causar medidas superficialmente altas, não condizendo com a quantificação de proteínas totais propriamente dita [27]. Esse fato não foi observado para as amostras de soro sanguíneo de neonatos asininos do ecótipo Nordestino, pois a quantificação de proteínas totais por refratometria e biureto demonstrou resultados numéricos muito semelhantes e forte correlação, indicando que o refratômetro é um método seguro para utilização.

Em estudo onde foram comparados diferentes métodos para avaliação de transferência de imunidade em potros asininos da raça Amiata, observou-se maior quantidade de proteínas totais circulantes as 12 horas após o nascimento, independentemente do método utilizado [28]. Resultados semelhantes também foram encontrados em potros equinos [29]. Esses dados corroboram com os encontrados para potros asininos do ecótipo Nordestino através dos métodos de refratometria e biureto. Acredita-se que esse aumento esteja totalmente ligado ao aumento nas concentrações séricas de IgG, pois as imunoglobulinas são parte das proteínas totais.

Em estudo realizado com neonatos equinos da raça Quarto de Milha observou-se falha parcial na transferência de imunidade quando as concentrações séricas de proteínas totais dos potros foram iguais ou inferiores a 5,7 g/dL, pois esse valor está relacionado a uma concentração sérica de IgG abaixo de 0,8 g/dL [26]. No presente estudo, além de nenhum dos potros terem apresentado falha na transferência de imunidade, com concentração sérica de proteínas totais de apenas 4,5 g/dL os neonatos asininos já possuíam concentração de IgG de 0,8 g/dL, considerada uma ótima transferência de imunidade para potros equinos [19, 24].

A dosagem de proteínas totais por refratometria em soro sanguíneo de potros asininos da raça Amiata foi correlacionada com a dosagem de IgG por imunodifusão radial e demonstrou alta correlação [28], dado que corrobora com os encontrados para os potros asininos do ecótipo Nordeste, reforçando que a dosagem de proteínas totais por refratometria pode ser utilizada para o diagnóstico de falha na transferência de imunidade para espécie e que, devido a facilidade de uso a campo e o baixo custo, traria vantagens na produção da espécie asinina.

Os resultados do presente estudo evidenciaram diferenças na transferência de imunidade passiva entre as espécies equina e asinina, reforçando a importância de se estabelecer parâmetros específicos para os jumentos, sendo essa uma das razões do deste trabalho.

5. Conclusão

O colostro das fêmeas asininas do ecótipo Nordeste é de ótima qualidade, garantindo titulação de imunoglobulinas capaz de imunizar eficientemente o neonato. Além disso, a forte correlação entre a refratometria e o teste de imunodifusão radial, tanto para análise de colostro como de soro, atesta que a análise por refratometria é eficiente para ser utilizada a campo no monitoramento de asininos deste ecótipo.

6. Referências

1. FAO. FAOSTAT – Live Animals Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/em/#data/QA>> Acesso em 11.ago.2019.
2. Carneiro GF, Lucena JEC, Oliveira Barros L. The current situation and trend of the donkey industry in South America. *J of Equine Vet Sci* 2018; 65, 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.03.007>
3. Camillo F, Rota A, Biagini L, Tesi M, Fanelli D, Panzani D. The current situation and trend of donkey industry in Europe. *J of Equine Vet Sci* 2018; 65, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.11.008>
4. Piovesana S, Capriotti AL, Cavaliere C, La Barbera G, Samperi R, Chiozzi R et al. Peptidome characterization and bioactivity analysis of donkey milk, 2015; *J of proteomics*, 119, 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2015.01.020>
5. Polidori P, Beghelli D, Mariani P, Vincenzetti S. Donkey milk production: state of the art. *Italian J of Animal Sci* 2009; 8, 677-683. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.677>
6. Martini M, Altomonte I, Licitra R, Salari F. Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. *J of Equine Vet Sci* 2018; 65, 33-37. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.10.020>
7. Messias TBON, Araújo, EDOM, Sant’Ana AMDS, Lucena JEC, Pacheco MTB, Queiroga RDCRDE et al. Challenges and perspectives for exploiting donkey milk in the Brazilian Northeast. *Cienc Rural* 2021; 52. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210058>
8. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. 1ª edição. Washington: DC; 2007, pag 362.
9. AOAC. Official methods of analysis. 19ª edição. Gaithersburg, MD: AOAC Intl; 2012.
10. Aronoff N. The donkey neonate. *Veterinary Care of burros. Int Vet Inf Serv* 2010. 8-9.
11. Mazzatenta A, Veronesi MC, Vignola G, Ponzio P, Carluccio A, Amicis I. Behavior of Martina Franca donkey breed jenny-and-foal dyad in the neonatal period. *J of Vet* 2019; 33, 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2019.07.005>
12. Panzani S, Comin A, Galeati G, Romano G, Villani M, Faustini M. et al.,. How type of parturition and health status influence hormonal and metabolic profiles in newborn foals. *Theriogenology* 2012; 77(6), 1167-1177. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.10.023>

13. Lucena JEC, Vianna SAB, Berbari F, Sales RLM, Diniz WJS. Caracterização morfométrica de fêmeas, garanhões e castrados da raça Campolina baseada em índices. *Arq Bras Med Vet e Zoot* 2016; 68, pag 431-438. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8016>
14. Coverdale JA., Hammer CJ, Walter KW. Horse species symposium: Nutritional programming and the impact on mare and foal performance. *J of Anim Sci* 2015; 93, 3261-3267. doi:10.2527/jas2015-9057
15. Veronesi MC, Gloria A, Panzani S, Sfirro MP, Carluccio A, Contri A. Blood analysis in newborn donkeys: hematology, biochemistry, and blood gases analysis. *Theriogenology* 2014, 82, 294-303. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.04.004>
16. Turini L, Bonelli F, Nocera I, Battaglia F, Meucci V, Panzani et al. Evaluation of jennies' colostrum: IgG concentrations and absorption in the donkey foals. A preliminary study. *Heliyon* 2020; 6, 0459. b. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04598>
17. Turini L, Nocera I, Bonelli F, Mele M, Sgorbini M. Evaluation of Brix refractometry to estimate colostrum quality in Jennies. *J Equine Vet Sci* 2020; 92 , 103172.a. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103172>.
18. Ozturkoglu-Budak S. Effect of different treatments on the stability of lysozyme, lactoferrin and β -lactoglobulin in donkey milk. *Inter J of Dairy Techno* 2018, 71 (1), 36-45. doi: 10.1111/1471-0307.12380
19. Knottenbelt DC, Holdstock N, Madigan JE. *Equine Neonatal Medicine and Surgery E-book: Med and Surgery*. Elsevier Heal Sci, 2004.
20. Tizard IR. *Imunologia veterinária*. 10ª edição. Brasil: Elsevier; 2018.
21. Elsohaby I, McClure JT, Keefe GP. Evaluation of digital and optical refractometers for assessing failure of transfer of passive immunity in dairy calves. *J of Vet Intern Med* 2015; 29, 721-726. doi: 10.1111/jvim.12560
22. Prestes NC, Landim-Alvarenga FC. *Obstetrícia veterinária*. 2ª edição. Brasil: Grupo Gen-Guanabara; 2017.
23. Erhard MH, Luft C, Remler HP, Stangassinger M. Assessment of colostral transfer and systemic availability of immunoglobulin G in new-born foals using a newly developed enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) system. *J of Animal physiol and Animal Nutr* 2001; 85(5-6), 164-173. doi:[10.1046/j.1439-0396.2001.00313.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2001.00313.x)
24. Sievert M, Krohn J, Wehrend A. Immunglobulinkonzentration im equinen Kolostrum und im Blut neugeborener Fohlen sowie klinisch relevante IgG. *Vet Prat Edit G: Larg animals/ farm animals* 2019. 47, 298-307. <https://doi.org/10.1055/a-1005-0004>
25. Ayala MSF, Oliver-Espinosa OJ. Risk factors associated with failure of passive transfer of colostral immunoglobulins in neonatal Paso Fino foals. *J Equine Vet Sci* 2014; 44, 100-104. DOI: 10.1016/j.jevs.2016.05.006.

26. Sobral GG, Neto OCG, Silva AM, Carneiro, GF. Evaluation of Optical Refractometer for Assessing Failure of Transfer of Passive Immunity in Foals. *J Equine Vet Sc* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2021.103758>
27. George JW. The usefulness and limitations of hand-held refractometers in veterinary laboratory medicine: an historical and technical review. *Vet Clin Pathol* 2001, 30(4), 201-210. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2001.tb00432.x>
28. Turini L, Bonelli F, Nocera I, Meucci V, Conte G, Sgorbini M. Evaluation of different methods to estimate the transfer of immunity in donkey foals fed with good quality IgG colostrum: A preliminary study. *Animals*, 2021; 11 (2), 507. <https://doi.org/10.3390/ani11020507>
29. Neto CA, Oliveira-Filho JP, Delfiol DJ, Badial PR, Araújo JP, Cruz TF et al. Proteinograma e concentração sérica de IgG em potros, do nascimento aos trinta dias de vida, tratados com plasma. *Pesqui Vet Bras* 2018; 38, 795-805. Doi: 10.1590/1678-5150-PVB-5388.