



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS
MESTRADO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

Weslla da Silva Dias

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE FÊMEAS ASININAS DO
ECÓTIPO NORDESTINO**

**Garanhuns – PE
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS
MESTRADO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

Weslla da Silva Dias

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE FÊMEAS ASININAS DO
ECÓTIPO NORDESTINO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. DSc Juliano Martins Santiago.

Co-orientador: Prof. DSc. Jorge Eduardo Cavalcante Lucena.

Linha de Pesquisa: Produção animal e alimentação de não ruminantes no Semiárido

**Garanhuns – PE
2023**

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)

D541p

Dias, Weslla da Silva

Produção e composição do leite de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino. / Weslla da Silva Dias. - 2023.
47 f. : il.

Orientador: Juliano Martins .

Coorientador: Jorge Eduardo Cavalcante Lucena.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens , Garanhuns, 2024.

1. jumenta. 2. componentes nutricionais. 3. alimento. 4. semiárido. I. , Juliano Martins, orient. II. Lucena, Jorge Eduardo Cavalcante, coorient. III. Título

CDD 636.089

Weslla da Silva Dias

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE FÊMEAS ASININAS DO
ECÓTIPO NORDESTINO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. DSc Juliano Martins Santiago.

Co-orientador: Prof. DSc. Jorge Eduardo Cavalcante Lucena.

Linha de Pesquisa: Produção animal e alimentação de não ruminantes no Semiárido

Aprovada em: 21/ 12/ 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. DSc Safira Valença Bispo

(Examinador 1)

Prof^ª. DSc Gerla Castello Branco Chinelate

(Examinador 2)

Prof. DSc Juliano Martins Santiago – UAST/UFRPE

(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por sempre me proporcionar força e coragem para enfrentar as adversidades da vida, mantendo a esperança de dias melhores acesa no meu coração.

À minha mãe, Maria Pereira da Silva, que tem sido pai e mãe, fortalecendo-me nos momentos de desânimo e sendo um motivo constante para que eu nunca desista.

Aos meus irmãos, Romiris, Lélia e, especialmente, Maxwell, que foi um exemplo na minha vida acadêmica, plantando em mim o desejo de cursar uma universidade pública. Agradeço por seu apoio constante ao longo desta trajetória.

Ao meu namorado, Joeferson, sou imensamente grata por nunca desistir da nossa relação, mesmo nos momentos em que estive distante e menos presente. Seu apoio sempre foi um motivo para eu não desistir.

Às minhas amigas, Joice e Andreza, agradeço por sempre ouvirem e orientarem nos momentos de desespero, lembrando-me que sempre há um lugar e uma pessoa para me acolher.

À minha sogra, Jociane, agradeço por sua preocupação constante e por incluir-me em suas orações. Ela é a segunda mãe que Deus enviou para mim.

Aos meus professores e orientadores, Juliano Santiago e Jorge Lucena, agradeço a oportunidade de participar dessa experiência, por ensinarem e corrigirem, contribuindo para o desenvolvimento do meu conhecimento crítico. Considero-os amigos e sentirei saudades das reuniões.

Aos colegas do PPGCAP, saúdo Clairton, Luana, Lílian, Karoline, Andreia e, especialmente, Madalena, uma bênção que Jesus colocou na minha vida. Dividimos despesas e angústias, além de momentos felizes em Garanhuns-PE.

A todas as amizades formadas na UFPE, agradeço a Raylla, Suany, Gabriel, Suzana, Léo, Seu Jair, Daniel e Tuany por sempre ajudarem no laboratório e proporcionarem momentos de descontração. Eles tornaram meus dias mais leves durante esse ciclo, e os guardarei eternamente no meu coração.

Aos colaboradores do experimento, Edson, Kimberly, Damilly, Fernando, Beto, Germana, Aline, Lara, Júlio e Liandra, este trabalho é mais de vocês do que meu. Obrigada pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

A Jane e Dona Lô, pelo apoio durante nossa estadia em Garanhuns. Agradeço pelas caronas para Belém, pelos passeios pela cidade e pelos momentos de descontração. Que Deus continue abençoando ambas.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens (PPGCAP), agradeço a oportunidade de realizar este curso.

A Universidade Federal do Agreste de Pernambuco por disponibilizar o laboratório e a Universidade Federal Rural de Pernambuco por disponibilizar a fazenda experimental para realização do trabalho.

A agência de fomento CAPES por ter financiado a bolsa de estudos durante os 24 meses de mestrado.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste projeto, meu sincero agradecimento.

RESUMO

Objetivou-se com o estudo determinar a produção total e composição do leite de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino. Foram utilizadas 14 fêmeas asininas e seus potros, em delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por dois grupos (fêmeas primíparas e fêmeas múltíparas) e as nove subparcelas compostas pelos períodos de avaliação. A produção total de leite das fêmeas foi determinada pelo método da pesagem dos potros, antes e após as mamadas, aos 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 e 180 dias após o parto. Já a composição química do leite foi determinada nos dias 1, 3, 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 após o parto. As mensurações dos potros foram realizadas sempre no dia seguinte às pesagens para determinação da produção de leite, tomando-se a cada mensuração 15 medidas lineares. Os resultados foram submetidos a análises de variância, testes de média, regressões, correlações e multivariadas de componentes principais. Não houve diferença entre os grupos de primíparas e múltíparas para a produção total de leite, horários diários de avaliação, pH teores de lactose e proteína do leite. As jumentas produziram em média 5,00 kg de leite por dia, com maior produção média diária aos 60 dias de lactação. As amostras de leite asinino apresentaram pH próximo a neutralidade com valor médio de 6,95 e, ao longo da lactação, o teor de proteína das amostras reduziu progressivamente, indo de 4,44 g/100 mL no primeiro dia de lactação para 1,55 g/100 mL aos 180 dias após o parto. Quanto ao teor de lactose, menores concentrações foram observadas no colostro e leite de transição e maiores valores entre 15 e 120 dias de lactação, com valor máximo registrado de 7,77 g/100 mL aos 120 dias de lactação. Já em relação aos teores de gordura, no primeiro dia de lactação observou-se teor médio de gordura no leite de 1,65 g/100 mL e entre 3 e 120 dias de lactação oscilação de 0,45 a 0,73 g/100 mL. A relação da produção de leite e ganho de medidas lineares dos potros apresentou correlação média. Além disso, houve correlação entre a proteína do leite com a altura na cernelha, altura da garupa e perímetro do tórax dos potros, com valores de 65,39; 64,03; 64,57 e 61,16, respectivamente. Conclui-se que as fêmeas asininas do ecótipo Nordestino apresentam produção média total de 905 kg de leite durante os primeiros 180 dias de lactação, e as características nutricionais do leite favorecem sua utilização como alimento nutracêutico.

Palavras-chave: jumenta, componentes nutricionais, alimento, semiárido

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the total production and composition of milk in female donkeys of the Nordeste ecotype. 14 female donkeys and their foals were used, in a completely randomized experimental design, in a split-plot scheme, with the plots consisting of two groups (primiparous females and multiparous females) and the subplots consisting of the evaluation periods. The total milk production of females was determined by weighing the foals, before and after feedings, at 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 and 180 days after birth. The chemical composition of the milk was determined on days 1, 3, 15, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 after birth. The measurements of the foals were carried out by taking 15 linear measurements. The results were subjected to analysis of variance, mean tests, regressions, correlations and multivariate principal components. There was no difference between the groups of primiparous and multiparous women for total milk production, daily evaluation times, milk pH and lactose and milk protein levels. The donkeys produced an average of 5.00 kg of milk, with peak production at 60 days of lactation. The donkey milk samples presented a pH close to neutrality and, throughout lactation, the protein content of the donkey milk samples progressively reduced, going from 4.44 g/100 mL on the first day of lactation to 1.55 g/100 mL at 180 days after birth. Regarding the lactose content of milk, lower concentrations were observed in colostrum and transitional milk and higher values between 15 and 120 days of lactation, with a maximum recorded value of 7.77 g/100 mL. Regarding the fat content of milk, on the first day of lactation an average fat content in milk of 1.65 g/100 mL was observed and between 3 and 120 days of lactation it ranged from 0.45 to 0.73 g. /100ml. The relationship between milk production and linear measurement gain of foals showed progressive growth. Furthermore, there was a correlation between milk protein and the height at the withers, height of the rump and chest perimeter of the foals, with values of 65.39; 64.03; 64.57 and 61.16, respectively. It is concluded that the donkey of the Nordeste ecotype has potential for dairy production, and the nutritional characteristics of the milk favor its use as a nutraceutical food.

Keywords: donkey, nutritional comonents, food, semiarid

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Contexto histórico	13
2.2 Utilização de asininos na produção de leite.....	15
2.3 Composição do leite asinino.....	16
2.4 Compostos com atividade biológica no leite asinino.....	18
2.5 Utilização do leite asinino.....	20
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Animais	22
3.2 Delineamento experimental.....	22
3.3 Manejo reprodutivo.....	23
3.4 Manejo nutricional.....	23
3.5 Produção de leite.....	24
3.6 Mensuração dos potros	25
3.6 Composição química do leite.....	26
3.7 Análises estatísticas.....	27
4. ANÁLISE E RESULTADOS DOS DADOS.....	27
4.1 Produção do leite	27
4.2 Composição do leite	33
4.3 Desenvolvimento corporal dos potros	37
5. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS.....	38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Composição da dieta fornecida aos animais.....**Erro! Indicador não definido.**24
- Tabela 2. Produção de leite (kg) de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino primíparas e multíparas, nos 180 dias iniciais de lactação (coeficiente de variação = 11.6).....31
- Tabela 3. Produção de leite (kg) de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino primíparas e multíparas, nos horários diários de avaliação (coeficiente de variação = 30.5).....31
- Tabela 4. Valores médios de pH, lactose, proteína e gordura, em gramas/100 mL, do leite de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nos primeiros 180 dias de lactação, com os respectivos coeficientes de variação (CV).....32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Produção diária de leite, em Kg, de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nos 180 dias iniciais de lactação.....28
- Figura 2. Concentração da proteína do leite de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nos primeiros 180 dias de lactação.....28
- Figura 3. Análise multivariada da composição do leite das fêmeas primíparas e multíparas. CP1 = Variação total dos componentes principais retidos; CP2 = Variação dos componentes principais não retidos; LACT = lactose; PROT = proteína; GORD = gordura; vermelho = 1º dia; azul = 3º dia; amarelo = 15º dia; preto = 30º até o 180º dia.....36
- Figuras 4. Análise multivariada da produção de leite, ganho de peso e desenvolvimento corpóreo do ecótipo “Nordestino”. CP1= Variação total dos componentes principais 1; CP2= Variação dos componentes principais 2; GPP=ganho de peso do potro; GPT= ganho do perímetro do tórax, GAC= ganho da altura de cernelha; GCC= ganho do comprimento de corpo; vermelho= 3,20 - 4,35; azul = 4,36 - 4,80; verde= 4,83 - 5,05; amarelo= 5,08 - 5,79; preto= 5,80 - 8,5337

1. INTRODUÇÃO

A espécie asinina (*Equus asinus*) foi introduzida no Brasil durante o período colonial, através de animais de origem africana e europeia. As características fundiárias das propriedades rurais do sertão nordestino, e a situação socioeconômica da população local, somadas às condições edafoclimáticas do bioma Caatinga, contribuíram para a expansão do rebanho asinino na região. Aproveitando a diversidade genética dos animais introduzidos e a pressão de seleção imposta pelo novo ambiente, surgiu na região um grupamento de animais, com características morfofisiológicas distintas, denominados de ecótipo Nordeste.

Por mais de quatro séculos, esses animais desempenharam importante papel no transporte de cargas e como força motriz nas práticas agrícolas da região. Contudo, a mecanização agrícola e a migração da população para áreas urbanas, levaram à redução da importância socioeconômica da espécie. O abandono desses animais, provocando grande número de acidentes automobilísticos nas estradas da região, somado à crescente demanda internacional pelo Ejjiao – uma gelatina extraída da pele dos asininos –, representam atualmente ameaças à população de jumentos do ecótipo Nordeste.

Uma nova atividade econômica, que represente o retorno do interesse da população nordestina pelo jumento, pode contribuir para a preservação do ecótipo Nordeste. Sendo assim, o leite, já difundido na Europa, Ásia e recentemente no Chile, devido suas características nutracêuticas, sendo empregado na alimentação humana para o tratamento de doenças respiratórias, articulares e digestivas. Além de ser utilizado na fabricação de cosméticos. Uma das principais características desse leite consiste na semelhança com o leite humano, especialmente em relação ao seu perfil proteico, que faz dele o mais apropriado para consumo infantil e, em alguns casos, compondo a alimentação de crianças e adultos que sofrem com alergias associadas ao leite bovino.

Contudo, para o surgimento e desenvolvimento de uma cadeia produtiva para o leite das fêmeas do ecótipo Nordeste, faz-se necessário conhecer as características produtivas desse grupamento genético. Informações sobre o potencial leiteiro, bem como exigência e manejo nutricional, e práticas de ordenha, são fundamentais para a geração e difusão de tecnologia aos produtores. Neste sentido, objetivou-se com o

presente estudo determinar a produção total de leite, através do método de pesagem dos potros, e a composição do leite de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Contexto histórico

A espécie asinina (*Equus asinus*) foi domesticada no nordeste da África há cerca de 6 a 7 mil anos, despertando inicialmente interesse pelo leite e carne. Contudo, esses animais também demonstraram aptidão para carga. Acredita-se que as primeiras pessoas a utilizarem os asininos no transporte de mercadoria foram pastores núbios de gado, que também usavam bovinos para tal finalidade (Willekes, 2016).

No Brasil, a espécie foi introduzida pelos colonizadores portugueses inicialmente nos séculos XVI e XVII, nas regiões Nordeste e Sudeste (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 na região. Desta forma, a região Nordeste do Brasil, de acordo com o censo agropecuário (2018), concentra 87% da população de aproximadamente 862 mil jumentos (Oliveira & Lucena, 2023).

O Semiárido nordestino compreende uma área de 1.150.662 km², corresponde a 13,5% do território brasileiro, 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, a região central da Bahia e parte da região nordeste de Minas Gerais (Alvarez *et al.*, 2012).

É uma região caracterizada pela escassez e irregularidade de chuvas, com pluviosidade entre 300 a 500 mm/ano, precipitações restritas a poucos meses do ano (Rocha *et al.*, 2009), 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 e potencialidades que podem ser exploradas de forma sustentável e economicamente viável (Castelletti *et al.*, 2004).

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 (Carneiro *et al.*, 2018).

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, eles 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).

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, através de acasalamentos aleatórios. Assim surgiu o ecótipo Nordeste, sendo utilizados na região em diferentes atividades (Carneiro *et al.*, 2018).

Embora ainda desempenhem importante 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 (Camillo *et al.*, 2018). 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 (Carneiro *et al.*, 2018).

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 (Carneiro *et al.*, 2018).

Além disso, o desconhecimento local sobre as potencialidades produtivas da espécie asinina e a crescente demanda exploratória internacional pelo “Ejiao”, tipo de gelatina encontrada na pele dos asininos, largamente utilizado em produtos da medicina tradicional chinesa, podem reduzir ainda mais a população de jumentos do ecótipo Nordeste. 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 (Martini *et al.*, 2018).

Schirò (2011), relatou a utilização dos asininos em atividades lúdicas, educativas e de reabilitação, além de fonte de produtos para consumo humano. Segundo Borioni *et al.* (2011), o uso da espécie na terapia assistida por animais (onoterapia), facilita a proximidade e o contato das pessoas, visto que são menores e possuem pelos mais macios, quando comparado aos equinos. De acordo com Camillo *et al.* (2018), atualmente existem quatro tipos principais de utilização dos asininos: na agricultura, na produção de carne e leite, nas atividades sociais, além do turismo e lazer.

Em particular, o leite asinino tem sido considerado um valioso produto, devido a possibilidade de variadas 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 apresentado 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).

2.2 Utilização de asininos na produção de leite

Embora já existam dados sobre a composição química e o potencial de uso do leite asinino como substituto ao leite bovino, as informações sobre a gestão de fazendas de asininos e aspectos referentes à produção do leite ainda são escassos (Cavallarin *et al.*, 2015).

Sabe-se que a maioria das fazendas de asininos leiteiros estão localizadas na Europa, principalmente na Itália, França, Espanha e Bélgica. Também são encontradas criações nas províncias chinesas de Xinjiang e Shanxi, compartilhando os títulos de maiores rebanhos asininos do mundo com a Etiópia e Paquistão (Salimei, 2011).

Na Itália, um dos países pioneiros do renascimento da produção e utilização do leite asinino, o preço do produto fresco pode variar de 10 a 30 euros por litro. Neste país, o número de fazendas especializadas na produção do leite asinino varia entre 100 e

200 unidades, sendo administradas em sua maioria por pequenos produtores com rebanhos que chegam a menos de 50 fêmeas em lactação; onde as principais raças criadas são Ragusano e Martina Franca (Rangel *et al.*, 2015).

As fêmeas asininas na Itália são ordenhadas uma vez ao dia, por ordenhadeiras mecânicas adaptadas de equipamentos utilizados em cabras e vacas. As fêmeas asininas produzem cerca de 1,5 litros de leite por ordenha/dia e a produção diária das propriedades excede os 100 litros. A baixa produção se deve ao tamanho reduzido do úbere das fêmeas asininas, em relação ao seu volume corporal que, assim como o restante dos equídeos, conseguem armazenar menor quantidade de leite que outras espécies produtoras de leite, como as cabras e vacas (Salimei & Fantuz, 2012).

2.3 Composição do leite asinino

O leite é um líquido secretado por fêmeas mamíferas, das quais existem cerca de 4.500 espécies em todo o mundo. É produzido para atender as necessidades nutricionais dos neonatos, como fonte de energia, aminoácidos essenciais e grupos amina para a biossíntese dos não-essenciais, ácidos graxos, vitaminas, elementos inorgânicos e outros fatores nutricionais, como taurina e água (O'Mahony & Fox, 2013).

É uma bebida amplamente disseminada em todo o mundo, e participa da dieta de milhões de indivíduos, fornecendo macro e micronutrientes importantes para a promoção do desenvolvimento e manutenção dos sistemas neurológico, muscular e esquelético. Além disso, é considerado também o alimento mais completo e de elevado valor biológico para alimentação humana (Visioli, 2016).

O leite asinino é branco, com textura fina e leitosa, com aroma e sabor ligeiramente doce e agradável (Madhusudan *et al.*, 2017), além de possuir uma característica ilustre que a difere de outras espécies: é o leite considerado mais próximo ao leite humano, principalmente por apresentar conteúdo proteico relativamente baixo, além do elevado teor de lactose. A proporção caseína:proteína do soro é intermediária entre os leites humano e bovino (Silanikove *et al.*, 2016).

Yang (2016) afirma que a alergia a proteína a leite de vaca é a alergia alimentar mais comum entre crianças. A prevalência estimada é de 2% entre lactentes e cerca de 60 a 80% desenvolverá tolerância até os 2 anos de idade. Essa alergia pode implicar

também uma grave deterioração da qualidade de vida relacionada com a saúde a nível individual e familiar, bem como custos individuais e sociais (ARASI et al., 2022).

No Brasil, 350 mil crianças têm alergia à proteína do leite de vaca. Dessas crianças, cerca de 70 mil já tiveram ou terão alguma reação do tipo anafilática, com choque anafilático - que representa risco de morte (YANG, 2016). O leite asinino seria uma possível alternativa para ajudar no tratamento dessa alergia em crianças no Brasil.

O conteúdo proteico total do leite asinino é significativamente mais baixo do que o leite bovino, com variação de 15 a 18 g/kg, considerado muito similar ao leite humano, este com possibilidade de variação de 9 a 17 g/kg; dessa forma, o uso do leite asinino é interessante, por apresentar baixo conteúdo de caseína (6,4 a 1,03 g/kg), o peptídeo betacasomorfina 7 da β -caseína A1 é o que mais causam alergia em crianças (Jaramillo *et al.*, 2023), o leite asinino pode ser utilizado como substituto ao leite bovino, que comumente é utilizado na alimentação infantil e apresenta maior conteúdo de caseína. Ademais, apresenta também em sua composição maior proporção de proteínas do soro do que no leite bovino (35-50 e 20%, respectivamente), com valores muito similares aos encontrados no leite humano (Polidori & Vincenzetti, 2013).

Outras particularidades proteicas também são encontradas no leite asinino: o conteúdo de β -lactoglobulina é de aproximadamente 40% nas proteínas do soro, igual ao nível encontrado no leite equino e mais baixo do que observado no leite bovino. Esta condição pode estar relacionada à característica hipoalergênica do leite asinino, pois a β -lactoglobulina, que é ausente no leite humano, é uma das principais proteínas alergênicas em crianças (Polidori & Vincenzetti, 2012).

O alto teor de lactose no leite asinino torna seu sabor adocicado, com boa palatabilidade (Cunsolo *et al.*, 2017). Em ensaio realizado por Barni *et al.* (2018), 35 crianças com idade igual ou superior a três anos avaliaram a palatabilidade do leite asinino e, como resultado, o leite foi avaliado como “delicioso” por 5/35 das crianças (14,3%), “bom” por 17/35 (48,6%), “normal” por 4/35 (11,4%), “não bom” por 3/35 (8,8%), “gosto ruim” por 5/35 (14,3%) e “repugnante” por 1/35 (2,8%), sugerindo que o leite asinino pode ser uma solução alimentícia viável para crianças impossibilitadas de serem amamentadas ou que possuem alergia à proteína do leite de vaca.

O teor da fração lipídica do leite asinino é consideravelmente inferior ao leite humano e, devido a este valor energético reduzido, uma suplementação lipídica deve ser

fornecida, a fim de proporcionar quantidade correta de calorias para crianças em crescimento (Iacono *et al.*, 1992; Dugo *et al.*, 2005). Esse leite é caracterizado também por baixas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e grande teor dos que possuem cadeia longa, similar ao perfil humano (Gubić, 2015). Comparado ao leite de ruminantes, a considerável presença de ácidos graxos polinsaturados no leite asinino o faz útil na prevenção de patologias cardiovasculares, autoimunes e inflamatórias (Martemucci & D'Alessandro, 2012), podendo ser explicada pela ausência de hidrogenação dos ácidos graxos no trato digestivo antes da absorção, como ocorre em ruminantes; é um leite com alto conteúdo de ácidos linoleico e linolênico, por exemplo (Jenkins *et al.*, 1996).

Como as necessidades nutricionais e fisiológicas de cada espécie são únicas, a composição do leite mostra diferenças interespecíficas marcantes (Fox *et al.*, 2017). Neste sentido, o leite asinino aproxima-se mais do leite humano quanto à concentração de proteína, lactose e relação caseína/proteína do soro, quando comparado ao leite de espécies ruminantes (Cunsolo *et al.*, 2017).

Em relação ao conteúdo mineral, em média 3 a 9 g/kg estão presentes no leite asinino, conteúdo também semelhante ao leite humano e inferior ao leite bovino (Fantuz *et al.*, 2012). É uma fonte rica de vários minerais como cálcio, fósforo, sódio, potássio, magnésio, ferro, zinco e cobre (Salimei *et al.*, 2004; Salimei & Fantuz, 2012), caracterizando-o um alimento importante para o crescimento e desenvolvimento da estrutura esquelética do corpo humano (Madhusudan *et al.*, 2017).

Os dados sobre as vitaminas presentes no leite asinino são escassos, contudo, sabe-se que as concentrações das vitaminas A e E são menores do que o leite humano e isso se deve principalmente pelo menor teor de gordura no leite asinino. Esse leite possui ainda alta concentração das vitaminas B1, B2 e B12, entretanto, o conteúdo de vitamina B3 é cerca de metade daquele encontrado no leite humano (Salimei & Fantuz, 2012; 2013).

2.4 Compostos com atividade biológica no leite asinino

Alguns constituintes do leite apresentam outras funções fisiológicas para além da nutrição, como moléculas antimicrobianas (imunoglobulinas, lactoperoxidase, lactoferrina), enzimas e inibidores enzimáticos, proteínas transportadoras de vitaminas e fatores de crescimento e de controle celular (Fox *et al.*, 2017). São compostos ativos na

glândula mamária e a níveis intestinal e sistêmico em crianças lactentes (Lönnerdal *et al.*, 2010).

Sabe-se que vários desses compostos presentes no leite modulam a microbiota em desenvolvimento no trato gastrointestinal infantil (Newburg, 2005) e entre as proteínas com atividade antimicrobiana, a lisozima é encontrada em altos níveis no leite asinino. É uma hidrolase glicosídica, com potente efeito imunoprotetor e antibacteriano, devido à sua capacidade de catalisar a hidrólise das ligações β 1-4 entre o ácido N-acetilmurâmico e N-acetilglucosamina da parede celular bacteriana gram-positiva, causando lise bacteriana (Alhazmi *et al.*, 2014), em sinergia com a lactoferrina e imunoglobulinas (Marseglia *et al.*, 2013), e representa uma das principais proteínas do soro do leite asinino (Altomonti *et al.*, 2019).

Foram relatadas concentrações de lisozima entre 0,3 a 1,1 g/L no leite humano e apenas quantidades traço em ruminantes (Altomonti *et al.*, 2019), tais como no leite da vaca (0,18 $\mu\text{g/mL}$), búfala (0,15 $\mu\text{g/mL}$) e cabra (0,25 $\mu\text{g/mL}$) (Kumari & Mathur, 1981; Scharfen *et al.*, 2007). Por outro lado, em estudo realizado por Martini *et al.* (2019), foi observada uma concentração de lisozima no leite asinino de até 3,5 vezes maior do que no leite humano, e pode variar de 1 a 3,7 g/L.

Dada a importância da lisozima como agente antimicrobiano presente no leite, o leite asinino torna-se adequado para prevenção de infecções intestinais, principalmente em lactentes (Vincenzetti *et al.*, 2005); ademais, a alta concentração da enzima pode ainda ser um diferencial na conservação do leite asinino fresco (Polidori & Vincenzetti, 2012).

Outro componente conhecido por sua ação na microbiota infantil são os oligossacarídeos, que constituem uma classe de carboidratos que não agem diretamente na nutrição dos neonatos, mas como um fator com ação biológica em numerosos processos fisiológicos e protetivos (Doherty *et al.*, 2018). No leite humano, os oligossacarídeos servem como substrato para a microbiota benéfica, agindo como prebióticos, inibindo a adesão intestinal de microrganismos patogênicos e limitando o aparecimento de infecções (Smilowitz *et al.*, 2014).

Os oligossacarídeos do leite humano são extensivamente estudados, contudo dados sobre o leite de animais é escasso; particularmente pesquisas referentes ao leite asinino são limitadas (Licitra *et al.*, 2019). Em 2018, Yan *et al.* relataram que o asinino

é o único animal, entre oito animais leiteiros, a mostrar padrões semelhantes dos oligossacarídeos 3-sialilactose e 6-sialilactose encontrados no leite humano, em que há mais 6-sialilactose do que a 3-sialilactose.

Licitra *et al.* (2019) identificaram cinco novos oligossacarídeos no leite asinino e concluíram que ele pode ser considerado uma boa fonte de oligossacarídeos, podendo ser utilizados pela indústria como ingrediente no desenvolvimento de novas fórmulas infantis ou de outros alimentos funcionais.

Por sua vez, os peptídeos bioativos derivados do leite asinino podem ser utilizados para diversos fins, como agentes antimicrobiano, antioxidantes, anti-inflamatórios e antitumorais. Entende-se por peptídeos bioativos pequenas sequências de aminoácidos que apresentam baixa massa molecular que podem interagir com receptores selecionados dentro de determinado organismo e, na interação, passam a regular funções fisiológicas importantes no corpo (Lafarga; Hayes, 2014; Mohanty *et al.*, 2016).

A caracterização e descoberta de novos peptídeos é pauta constante em pesquisas e podem ser gerados a partir de proteases endógenas ou exógenas, por fermentação microbiana, tratamento térmico ou armazenamento (Zenezini Chiozii *et al.*, 2016). Entretanto, em estudo realizado por Piovesana *et al.* (2015), 1330 peptídeos foram identificados em amostras de leite asinino comercial sem nenhum tratamento e a determinação de atividades biológicas destes peptídeos demonstraram atividade anti-hipertensiva e antioxidante de 67 e 35%, respectivamente, demonstrando o potencial do leite asinino para fins nutracêuticos.

2.5 Utilização do leite asinino

As propriedades do leite de jumenta têm sido demonstradas por pesquisas e, cada vez mais, apreciada pelos cidadãos europeus, o que tem resultado no desenvolvimento de pequenos e médios criadores (Camillo *et al.*, 2018). Esse produto pode ser empregado na nutrição humana, como uma alternativa alimentar para crianças que possuem alergia às proteínas do leite da vaca, e na alimentação de idosos (Guo *et al.*, 2007), ou ingrediente para a indústria cosmética, que produz hidratantes e sabonetes especiais. Na verdade, a extraordinária qualidade do leite de jumenta em proteger a pele

das mulheres contra envelhecimento, é bem conhecido desde os tempos dos antigos egípcios e romanos (Camillo *et al.*, 2018). Na indústria alimentícia, o leite asinino tem sido testado como conservante natural para prolongar a vida de prateleira de produtos alimentícios (Silvetti *et al.*, 2017); e como aditivo antimicrobiano na maturação de queijos, se tornando alternativa para a lisozima extraída do ovo, que poderia causar alergia em determinados indivíduos (Consentino *et al.*, 2013a; Niro *et al.*, 2017).

Assim, o leite asinino tem apresentado crescente demanda mundial, em um nicho de mercado existente em países asiáticos e europeus, que possui ampla variedade de produtos, como queijo, bebida láctea, leite UHT e leite em pó (Polidori *et al.*, 2010). Outros produtos à base de leite asinino também têm sido fabricados, tais como: licor, iogurte, sorvete, creme de barbear, cremes faciais, xampus, sabonete íntimo, chocolate, creme de avelã e biscoitos.

Na Itália, o leite asinino é vendido como leite cru, diretamente nas fazendas; ou pasteurizado, leite UHT ou em garrafas plásticas ou de vidro, vendidos em lojas, farmácias ou de forma *online* (Giacometti *et al.*, 2016). Há também a possibilidade de comprar o leite asinino em pó, obtido por liofilização. Este produto costuma ser mais caro, com preço de 34,80 euros por 120 gramas do produto, o que corresponde a 290 euros por quilograma (Eurolactis, 2019). Em pesquisa de mercado desenvolvida no sul da Itália, apesar da região ser produtora de leite asinino e 67,8% dos consumidores ter familiaridade com o produto, somente 19,5% conheciam suas propriedades (Consentino *et al.*, 2013b). Em Portugal, por exemplo, há projetos que viabilizam a produção leiteira asinina tanto para a elaboração de cosméticos, como para produção de leite destinados ao consumo humano (Lemos, 2015).

Na América do Sul, a comercialização do leite asinino pasteurizado vem se destacando no Chile, onde é vendido fresco ou congelado, produzido pelas empresas *La Burra*, *QALA* e *LAC-B*, e na forma liofilizada, pelas empresas *Equus Milk* e *Asinolat*. Como exemplo de valor de mercado, em agosto de 2019, a comercialização da embalagem de 170 gramas do leite asinino liofilizado, suficiente para reconstituir 2 litros custava \$33.900 pesos chilenos; enquanto a embalagem de 900 mL do leite asinino fresco ou congelado custava \$12.700 pesos chilenos (Equusmilk, 2019).

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). O queijo Pule é produzido apenas em uma fazenda do mundo (Reserva Natural Especial da Zasavica - Sérvia), por necessitar de uma técnica específica e tempo para sua fabricação, além de precisar de 24,57 litros de leite para produzir 1 quilo de queijo. Por isso o Pule é considerado o queijo mais caro do mundo, com preço atual de R\$7.000,00 (Business Insider, 2021). O fomento da produção de leite da espécie asinina poderia configurar como alternativa socioeconômica ao semiárido nordestino, além de viabilizar a espécie asinina na região.

Considerando que as fêmeas asininas produzem menor quantidade de leite por ordenha/dia que outras espécies leiteiras, e que a maioria das fazendas especializadas na produção desse leite possuem rebanhos com menos de 50 fêmeas em lactação, a produção diária desse produto é limitada. Isso exige armazenamento do leite até que se alcance volume suficiente para comercialização e/ou beneficiamento, sendo necessários métodos eficientes de conservação do produto. Nesse sentido, o leite das jumentas apresenta potencial de utilização, pois possui composição química que favorece sua utilização como alimento nutracêutico.

3. METODOLOGIA

3.1 Animais

Foram utilizadas 14 fêmeas asininas (*Equus asinus*) do ecótipo Nordestino, com idade entre 3 e 7 anos e peso vivo médio de 185 ± 30 kg. Todas as fêmeas foram previamente submetidas a protocolo de desverminação, receberam vacina de reforço contra tétano e raiva, e ajuste nutricional para uniformização do escore corporal. Os filhotes das 14 fêmeas também participaram do estudo.

3.2 Delineamento experimental

Para monitoramento da produção total de leite e medidas lineares dos potros foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por dois grupos experimentais: fêmeas primíparas (sete animais) e multíparas (sete animais). As subparcelas foram compostas

pelos períodos de avaliação: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 e 180 dias de lactação, e as subsubparcelas formadas pelos horários diários de avaliação (a cada duas horas).

Já para análise da composição físico-química do leite foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos grupos de fêmeas primíparas e multíparas e as subparcelas representadas pelos períodos de avaliação: 1, 3, 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de lactação.

3.3 Manejo reprodutivo

Para uniformizar o período de parição, as fêmeas tiveram os estros sincronizados com o uso de análogo de prostaglandina (PGF 2α), aplicado em duas doses com intervalo de 14 dias entre as doses. O acompanhamento da dinâmica folicular foi realizado por meio de ultrassonografia transretal. Foi observado o crescimento folicular até detecção de folículo dominante, com diâmetro ≥ 35 mm, possivelmente responsivo ao uso da Gonadotrofina Coriônica Humana (hCG), que foi utilizada para indução da ovulação. O sêmen do asinino macho do ecótipo Nordesteño foi coletado, diluído (com diluente BotuSÊMEN[®] e diluição 2:1) e as doses inseminantes divididas para as fêmeas que estavam próximas da ovulação. A detecção da prenhez foi realizada por ultrassonografia transretal, após 15 dias da inseminação artificial, por meio de identificação de vesícula embrionária.

3.4 Manejo nutricional

As 14 fêmeas permaneceram em piquetes de pasto nativo durante todo o período gestacional, com água e sal mineralizado *ad libitum*. As gestações foram monitoradas com pesagem mensal, visando o controle do peso e escore corporal.

Aos 11 meses de gestação, as fêmeas foram transferidas para piquetes maternidade. Após o parto, permaneceram em área de aproximadamente 0,5 hectare, sem cobertura vegetal do solo. O consumo diário de matéria seca (MS) foi de 2,5% do peso vivo, na proporção de 70% de alimento volumoso e 30% de alimento concentrado. Os animais receberam como volumoso, exclusivamente, feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*).

Além do alimento volumoso, para atender as exigências da produção de leite, as fêmeas asininas foram suplementadas com ração comercial específica para equídeos em reprodução (Tabela 1). O fornecimento do alimento concentrado foi fracionado em duas refeições diárias, às 7h e às 15h, em cochos individualizados.

Tabela 1. Composição da dieta fornecida aos animais.

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	-

¹ Fibra em detergente neutro.

² Fibra em detergente ácido.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

3.5 Produção de leite

As fêmeas tiveram sua produção diária de leite determinada pelo método de pesagem dos filhotes, antes e após as mamadas, aos 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 e 180 dias após o parto. A determinação da produção diária de leite se deu pela soma do quantitativo de leite ingerido pelo potro durante 12 períodos de duas horas, totalizando um dia (24 horas) (SANTOS et al., 2005).

Em cada um dos 12 períodos, os potros permaneceram junto às mães, porém privados de mamar devido ao uso de um embornal de couro. Ao final de cada período de duas horas, o filhote foi pesado em balança com precisão de 50 g, para determinação do peso do corpo “vazio”. Em seguida, o embornal de couro foi retirado do potro e, junto com a mãe, ele foi conduzido a uma baia de dimensões 4 x 4 m, onde permaneceram por 15 minutos, período em que o potro mamou à vontade. Após os 15 minutos de mamada, o potro recebeu novamente o embornal de couro e foi pesado para

determinação do peso do corpo “cheio”. A quantidade de leite produzido em cada um dos 12 períodos de duas horas foi obtida subtraindo do peso do corpo cheio o valor do peso do corpo vazio. Desta forma, o somatório das produções de leite durante os 12 períodos de duas horas resultou na produção diária de leite (SANTOS et al., 2005).

Durante os 15 minutos de mamada, os potros foram monitorados para que toda as fezes e urina excretadas no período fossem coletadas. Assim, o peso dessas excretas foi somando ao peso do corpo cheio.

3.6 Mensuração dos potros

Para acompanhar o desenvolvimento dos potros, no dia seguinte às pesagens para determinação da produção de leite, foram realizadas mensurações de 15 medidas lineares. No momento das mensurações, os potros foram mantidos em estação forçada, ou seja, membros anterior e posterior na perpendicular igualmente apoiados sobre um piso plano, de modo que quando vistos de perfil formassem um paralelogramo retangular e quando vistos de frente ou detrás seus membros se encobrissem. As medidas foram obtidas sempre do lado esquerdo do animal, utilizando um hipômetro para as medidas de altura, comprimento e largura e uma fita métrica para os perímetros.

As medidas lineares tiveram como referências anatômicas os seguintes pontos e características, de acordo com Santiago et al. (2013):

- Altura na cernelha - foi tomada colocando-se uma das extremidades do hipômetro no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica, horizontalmente sobre a cernelha, no ponto mais alto desta;
- Altura no dorso - foi obtida colocando-se uma das extremidades do hipômetro no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica sobre a região do dorso imediatamente após a cernelha;
- Altura na garupa - foi tomada colocando-se uma das extremidades do hipômetro no solo, perpendicular ao plano horizontal, e o braço da haste metálica sobre a parte central e mais alta da região sacra;
- Altura no costado - distância vertical entre o final da cernelha e o esterno;
- Comprimento da cabeça - distância entre a nuca e a ponta do focinho;
- Comprimento do pescoço - distância entre a nuca e o terço médio da borda cranial da escápula;

- Comprimento do dorso-lombo - distância entre o final da cernelha e a tuberosidade ilíaca;
- Comprimento da garupa - distância entre a anca e a ponta da nádega;
- Comprimento da espádua - distância entre a borda dorsal da cartilagem escapular e o centro da articulação escápulo-umeral;
- Comprimento do corpo - distância entre a articulação escápulo-umeral e a ponta da nádega;
- Largura da cabeça - distância entre as articulações temporo-mandibular direita e esquerda;
- Largura da garupa - distância entre as ancas direita e esquerda;
- Largura do peito - distância entre as articulações escápulo-umeral direita e esquerda;
- Perímetro torácico - circunferência tomada no final da cernelha até o cilhadouro;
- Perímetro da canela - circunferência tomada no terço médio do osso metacarpo esquerdo.

3.6 Composição química do leite

Para determinação da composição química, foram coletadas amostras de leite de cada uma das 14 fêmeas asininas, nos dias 1, 3, 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 após o parto. Nesses dias, as amostras foram coletadas às 06:00 horas, onde foram separados 80 mL de leite de cada uma das fêmeas. O mesmo processo foi realizado às 15:00 horas, com coleta de mais 80 mL de leite de cada uma das fêmeas, totalizando 160 mL de leite.

Para realização das coletas de leite, os três primeiros jatos de cada teto foram desprezados em uma caneca de fundo preto, para detecção de mastite clínica, logo após foi realizado o *pré-dipping* com imersão de antisséptico a base de iodo, Della-Pro™, nos tetos e limpeza com papel toalha, para desinfecção.

As amostras de leite foram acondicionadas em potes plásticos com tampa de rosca, previamente identificados com o número da fêmea e período da coleta e armazenadas a temperatura de -20 °C para posteriores análises.

O pH foi determinado utilizando pHmetro (INOLAB, Estados Unidos) e as determinações de proteína, gordura e lactose foram realizadas seguindo metodologias preconizadas pela AOAC (2016).

3.7 Análises estatísticas

Os resultados da produção de leite foram submetidos a testes de normalidade e homocedasticidade, seguidos de análises de variância, testes de média, regressões e correlações. Em adição, os resultados também foram submetidos a análise multivariada de componentes principais.

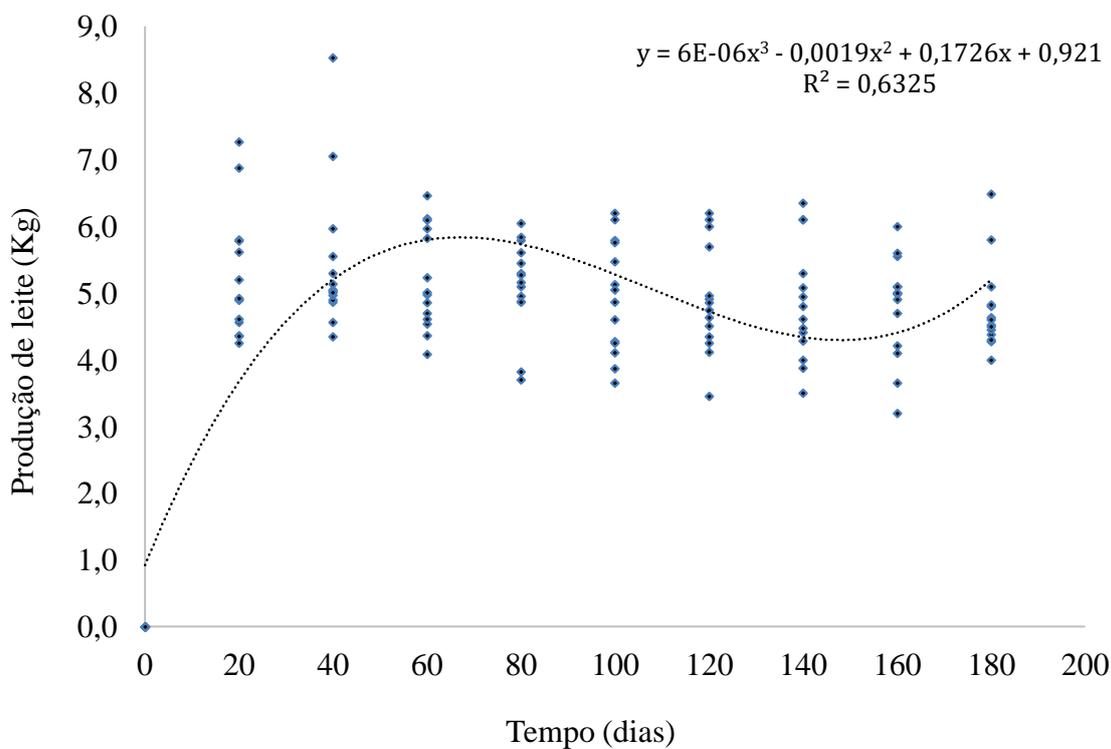
4. ANÁLISE E RESULTADOS DOS DADOS

Não houve diferença entre os grupos de fêmeas asininas primíparas e multíparas para a produção de leite, horários diários de avaliação, pH do leite e teores de lactose e proteína do leite.

4.1 Produção do leite

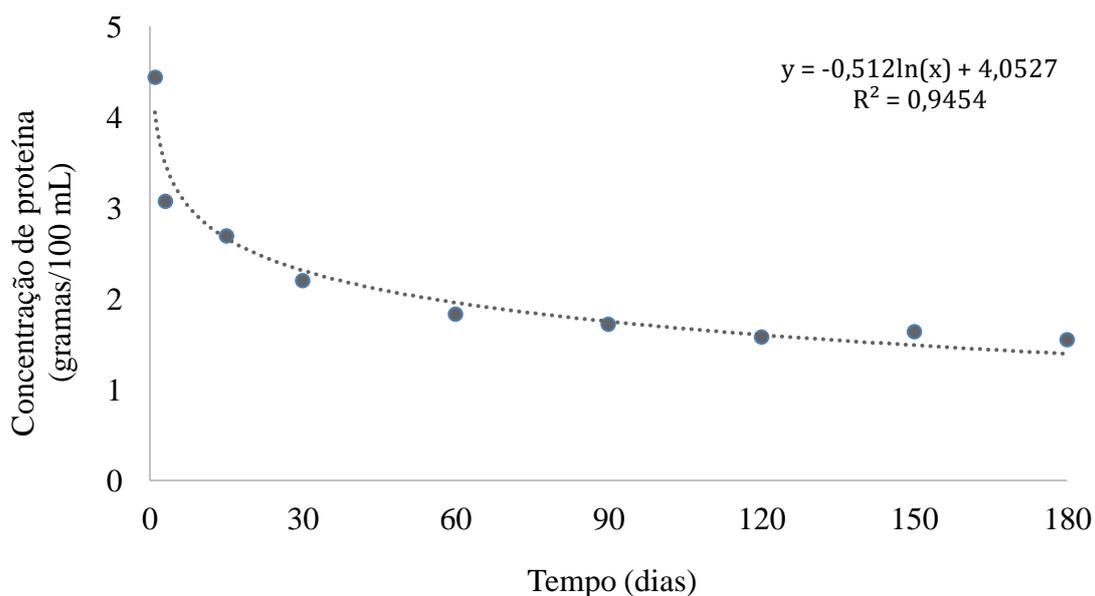
Nos 180 dias de lactação, as fêmeas primíparas produziram uma média de 4,89 Kg/dia de leite e as multíparas média de 5,11 Kg/dia (Tabela 2). Houve diferença na produção de leite ao longo do período de avaliação ($p = 0,0370$) (Figura 1), para ambos os grupos experimentais, com o período de maior produção média diária de leite por volta dos 60 dias de lactação, e redução na produção de leite a partir dos 100 dias de lactação. Já em relação a produção leiteira nos horários diários de avaliação, observou-se maior produção de leite às 02:00, 06:00, 10:00 e 12:00 horas ($p=0,0477$) (Figura 2).

Figura 1. Produção diária de leite, em Kg, de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nos 180 dias iniciais de lactação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Figura 2. Concentração da proteína do leite de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nos primeiros 180 dias de lactação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Segundo Mccue (2021), o úbere da égua multípara aumenta de tamanho nas últimas quatro a seis semanas de gestação. Já as éguas primíparas podem não apresentar desenvolvimento significativo do úbere até uma a duas semanas antes do parto, ou

mesmo não até o parto. Isso sugere que as éguas multíparas tendem a ter glândulas mamárias mais desenvolvidas em comparação às primíparas, contribuindo para uma maior produção de leite. Nesse sentido, no presente estudo era esperado maior produção de leite das fêmeas asininas multíparas, fato que não aconteceu.

Uma das justificativas para a semelhança na produção de leite entre as fêmeas primíparas e multíparas pode ser o fator genético, especialmente a ausência de programas de melhoramento genético voltados para a seleção de fêmeas do ecótipo Nordeste visando a produção de leite. Assim, considerável heterogeneidade entre as fêmeas impossibilitaria produções leiteiras distintas entre as jumentas primíparas e multíparas. Essa hipótese permite cogitar que quanto maior a diversidade genética entre as jumentas do ecótipo Nordeste, maior poderá ser o ganho de seleção a cada geração.

Quanto à produção total de leite das fêmeas asininas do ecótipo Nordeste, considerando que elas apresentaram médias para peso corporal de 185,0 Kg e para produção total de leite de 5,03 Kg, essas fêmeas produziram em média 2,72 Kg de leite para cada 100 kg de peso vivo. Técnica semelhante à do presente estudo para determinar a produção total de leite (peso do potro antes e após mamada), foi utilizada por Santos et al. (2005) com éguas Mangalarga Marchador. Os autores registraram médias para peso corporal de 427,0 Kg e para produção total de leite de 8,71 Kg, resultando na relação de 2,06 Kg de leite para cada 100 Kg de peso vivo.

Assim, ao se ajustar a produção de leite ao peso corporal das fêmeas, observa-se que mesmo as fêmeas asininas do ecótipo Nordeste sendo menores e mais leves, apresentaram maior capacidade para produção de leite do que éguas Mangalarga Marchador. Esse resultado torna-se ainda mais relevante ao se considerar que o ecótipo Nordeste, por ter se desenvolvido no Semiárido brasileiro, aprimorou a capacidade de consumir alimentos de baixo valor nutricional em boa parte do ano e convertê-los em um produto que tem potencial para contribuir com o desenvolvimento econômico da população rural de menor renda.

4.2 Períodos e horários de maior produção de leite

A lactação em jumentas segue um padrão semelhante ao de outras espécies de mamíferos (BORDONORO et al., 2013). Após o parto, o corpo da jumenta passa por várias mudanças hormonais para iniciar e manter a produção de leite para alimentar o potro.

O período de maior produção média diária de leite foi aos 60 dias após o parto (CHEN et al., 2016), podendo ser explicado por diferentes fatores. O primeiro está relacionado a mudanças hormonais específicas que ocorrem após o parto. A prolactina é o hormônio chave para a produção de leite pelas glândulas mamárias da jumenta. Ao longo das primeiras semanas após o parto, os níveis de prolactina aumentam, estimulando a produção de leite (ARAÚJO et al., 2012). Próximo aos 60 dias após o parto, a regulação hormonal atinge seu ponto máximo, resultando no pico de lactação (OLIVEIRA et al., 2007).

Outro fator é a adaptação do potro a diferentes alimentos. Durante os primeiros dois meses de sua vida, o potro passa por crescimento acelerado, intensificando suas necessidades nutricionais. Isso demanda que a jumenta aumente sua produção de leite em resposta ao aumento das mamadas. Portanto, quanto mais frequentes as mamadas, maior o estímulo para a jumenta manter uma produção leiteira elevada durante essa fase (SALIMEI & FANTUZ, 2012). À medida que o potro avança em seu desenvolvimento, sua transição para alimentos sólidos resulta em uma diminuição na produção de leite.

É importante notar que a persistência e a intensidade do pico de lactação podem variar entre as jumentas, assim como entre as espécies. Além disso, nutrição, manejos e ambiente adequados desempenham papel crucial na lactação e no bem-estar da jumenta e do seu potro.

Trabalhos anteriores sugeriram que processos de síntese do leite são influenciados por ritmos circadianos, muitas vezes com a maior atividade secretora ocorrendo durante a noite (D'ALESSANDRO & MARTEMUCCI, 2012). Contudo, no presente estudo observou maior produção de leite no período da manhã (02:00, 06:00, 10:00 e 12:00 horas).

Tabela 2. Produção de leite (kg) de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino primíparas e multíparas, nos 180 dias iniciais de lactação (coeficiente de variação = 11.6)

	Período de avaliação								
	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Primíparas	5,08	5,71	5,10	4,93	4,96	4,83	4,31	4,58	4,54
Multíparas	5,34	5,31	5,27	5,24	4,93	4,97	5,15	4,91	4,89
Média	5,25 ^a	5,45 ^a	5,20 ^a	5,13 ^a	4,94 ^b	4,92 ^b	4,85 ^b	4,79 ^b	4,76 ^b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre os dias de lactação pelo teste de Scott-Knott

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Tabela 3. Produção de leite (kg) de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino primíparas e multíparas, nos horários diários de avaliação (coeficiente de variação = 30.5)

	Horários de avaliação											
	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	00:00
Primíparas	0,45	0,39	0,44	0,43	0,41	0,43	0,43	0,39	0,39	0,40	0,39	0,42
Multíparas	0,45	0,42	0,44	0,40	0,45	0,44	0,42	0,40	0,44	0,42	0,41	0,41
Médias	0,45 ^a	0,40 ^b	0,44 ^a	0,41 ^b	0,43 ^a	0,43 ^a	0,42 ^b	0,40 ^b	0,42 ^b	0,41 ^b	0,40 ^b	0,41 ^b

Letras distintas nas linhas indicam diferença entre os horários diários de avaliação pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Tabela 4. Valores médios de pH, lactose, proteína e gordura, em gramas/100 mL, do leite de fêmeas asininas do ecótipo Nordestino nos primeiros 180 dias de lactação, com os respectivos coeficientes de variação (CV)

	Dias de avaliação								
	1	3	15	30	60	90	120	150	180
	pH (CV = 1,8)								
Multíparas	6,55	6,54	7,07	7,05	7,05	7,02	7,15	7,09	7,09
Primíparas	6,56	6,45	7,12	7,05	7,04	7,06	7,18	7,06	7,04
Médias	6,55 ^c	6,51 ^c	7,09 ^{ab}	7,05 ^b	7,05 ^b	7,03 ^b	7,16 ^a	7,08 ^{ab}	7,04 ^b
	Lactose (CV = 5,2)								
Multíparas	6,40	6,91	7,64	7,19	7,61	7,67	7,73	7,38	6,95
Primíparas	6,40	7,11	7,77	7,53	7,65	7,53	7,85	7,30	6,97
Médias	6,40 ^d	6,98 ^c	7,69 ^a	7,31 ^b	7,63 ^{ab}	7,62 ^{ab}	7,77 ^a	7,35 ^b	6,96 ^c
	Proteína (CV = 10,4)								
Multíparas	4,50	3,13	2,76	2,16	1,85	1,73	1,53	1,62	1,52
Primíparas	4,33	2,95	2,57	2,26	1,78	1,71	1,67	1,68	1,61
Médias	4,44 ^a	3,07 ^b	2,69 ^b	2,20 ^c	1,83 ^d	1,72 ^d	1,58 ^d	1,64 ^d	1,55 ^d
	Gordura (CV = 21,7)								
Multíparas	1,72 ^{Aa}	0,74 ^{Ab}	0,47 ^{Abc}	0,57 ^{Abc}	0,53 ^{Abc}	0,59 ^{Abc}	0,37 ^{Ac}	0,73 ^{Ab}	0,54 ^{Bbc}
Primíparas	1,58 ^{Aa}	0,71 ^{Abc}	0,47 ^{Ac}	0,46 ^{Ac}	0,62 ^{Ac}	0,47 ^{Ac}	0,53 ^{Ac}	0,47 ^{Bc}	1,21 ^{Aab}

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

Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferença entre multíparas e primíparas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

4.2 Composição do leite

As amostras de leite asinino apresentaram pH próximo a neutralidade, com aumento de valor entre o 1º e 180º dia de lactação ($p < 0,001$) (Tabela 4). Nos três primeiros dias o colostro e o leite de transição apresentaram variação do pH entre 6,55 e 6,51, já os valores do pH do leite maduro oscilaram entre 7,16 e 7,04.

De acordo com Bhardwaj et al. (2020), o pH do colostro é mais ácido que o do leite maduro devido a diferenças em sua composição e função. O colostro é rico em proteínas, incluindo imunoglobulinas (anticorpos) e outras proteínas relacionadas à imunidade, que são vitais para o recém-nascido, uma vez que seu sistema imunológico ainda não está completamente desenvolvido. Essas proteínas têm grupos funcionais que podem atuar como ácidos fracos, o que contribui para a acidez do colostro (GODDEN, 2008).

Outro fator que pode estar relacionado a maior acidez do colostro é a menor concentração de lactose, em comparação ao leite maduro. Segundo Polidori et al. (2022), a lactose pode influenciar indiretamente a acidez devido às reações químicas que ocorrem durante o processo de fermentação no intestino do potro, por exemplo, menos lactose no colostro pode significar menos substrato disponível para as bactérias realizarem a fermentação, resultando em uma menor produção de ácido lático em comparação ao leite maduro. Com isso, à medida que o potro cresce e o sistema digestivo amadurece, o colostro é gradualmente substituído pelo leite maduro, que possui uma composição diferente (GUN, 2022).

Ao longo do período de lactação, o teor de proteína das amostras de leite asinino reduziu progressivamente, indo de 4,44 g/100 mL no primeiro dia de lactação para 1,55 g/100 mL aos 180 dias após o parto ($p < 0,001$) (Figura 2). Além disso, houve correlação negativa ($p < 0,0001$; $r = -56,92$) entre o pH do leite e a concentração de proteína, ou seja, nos 180 dias de lactação, o aumento progressivo do pH foi acompanhado pela redução no teor de proteína do leite.

Maior concentração de proteína no leite dos primeiros dias de lactação, provavelmente está relacionada à elevada concentração de imunoglobulinas (FELIX, et al., 2022). As imunoglobulinas são importantes proteínas presentes no colostro, sendo responsáveis pela imunidade passiva ao potro contra agentes infecciosos durante os primeiros meses de vida (FEITOSA, 2014). Felix et al. (2022) constataram ausência de imunoglobulina G no soro sanguíneo de neonatos asininos do ecótipo Nordeste, imediatamente após a primeira mamada, comprovando que na espécie não há

transferência de imunidade via placenta. Desta maneira, a principal forma de passagem de imunidade para o potro é através do colostro, por isso a alta concentração de proteína nos primeiros dias.

Além disso, o conteúdo proteico total do leite asinino é significativamente mais baixo do que o leite bovino, com variação de 15 a 20 g/kg, considerado muito similar ao leite humano, este com possibilidade de variação de 9 a 19 g/kg (CIMMINO et al., 2023). Assim, um dos benefícios do leite asinino seria diminuir a carga renal em pacientes nefropatas.

Ademais, o leite asinino apresenta também em sua composição maior proporção de proteínas do soro (35 a 50%) do que no leite bovino (20%) sendo mais similar a proporção encontrada no leite humano (POLIDORI & VINCENZETTI, 2013). Já quanto ao conteúdo de β -lactoglobulina é de aproximadamente 40% nas proteínas do soro do leite asinino, mais baixo do que observado no leite bovino e no leite humano é ausente (POLIDORI & VINCENZETTI, 2012).

Quanto ao teor de lactose do leite, menores concentrações foram observadas no colostro e leite de transição e maiores valores entre 15 e 120 dias de lactação, com valor máximo registrado de 7,77 g/100 mL. Já aos 180 dias de lactação a concentração de lactose retornou a valor próximo aos do colostro e leite de transição.

Já as variações nos níveis de lactose do leite das jumentas podem estar associadas a variações na concentração de glicose, contagem de células somáticas e disponibilidade de energia para processos fisiológicos (HENAO-VELÁSQUEZ et al., 2014).

A lactose é derivada da glicose sanguínea nas células mamárias. Durante os meses gestacionais, a progesterona atua inibindo a síntese da enzima α -lactoalbumina. No entanto, após o parto e com o estímulo da mamada, observa-se aumento significativo na concentração de prolactina e diminuição na concentração de progesterona. Esse cenário promove a ativação da síntese de α -lactoalbumina, uma molécula crucial para a produção de lactose (BISWAS et al., 2022). Além disso, maiores teores de lactose contribuem para a palatabilidade do leite e estimula a absorção de cálcio (MARTINI et al., 2018).

Uma teoria que explica o papel da lactose na promoção da absorção de cálcio está relacionada à sua natureza hiperosmótica. Essa característica leva a uma desaceleração do esvaziamento gástrico devido à presença de receptores osmóticos no duodeno, que prolongam o processo quando são estimulados por soluções com maior

osmolaridade. Isso, por sua vez, resulta em redução na taxa de passagem do cálcio pelo intestino delgado, favorecendo sua absorção (COCHET et al., 1983).

O alto teor de lactose serve como fonte de energia para bactérias boas e ruins, entretanto, ele favorece o uso de leite de jumenta para fins probióticos, fazendo do leite asinino uma matriz ideal para a preparação de bebidas probióticas após a incubação com *Lactobacillus rhamnosus* (BHARDWAJ et al., 2020).

A redução na concentração de lactose no leite no terço final da lactação pode ser justificada pela redução do número de mamadas, que leva ao aumento na concentração de insulina no sangue da lactante durante essa fase. Esse aumento favorece o desvio da glicose sanguínea, que antes era destinada à síntese da lactose, para os tecidos de reserva, visando restabelecer o escore corporal das fêmeas, as preparando para uma nova gestação (WINKELMAN & OVERTON, 2013).

Já em relação aos teores de gordura do leite, houve interação entre os grupos de primíparas e multíparas e os dias de avaliação ($p = 0,0002$), porém as diferenças ficaram limitadas apenas as concentrações de gordura analisadas aos 150 e 180 dias de lactação. Considerando ambos os grupos experimentais, no primeiro dia de lactação observou-se teor médio de gordura no leite de 1,65 g/100 mL e entre 3 e 120 dias de lactação oscilação de 0,45 a 0,73 g/100 mL.

A quantidade elevada de gordura no primeiro dia de lactação, seja em fêmeas primíparas ou multíparas, está associada à gordura presente no colostro, que em comparação a outras espécies, é relativamente mais alta do que a encontrada no leite maduro. Na espécie bovina, por exemplo, o teor de gordura bruta no colostro de vacas Holandesas (6,7%) é expressivamente maior que o leite maduro (3,6%) (FOLEY & OTTERBY, 1987; GODDEN, 2008). Essa quantidade elevada de gordura no colostro da jumenta tem várias funções vitais para o filhote.

A gordura é uma fonte concentrada de energia, essencial para dar ao potro a energia necessária para suas primeiras atividades, como amamentação, locomoção e regulação da temperatura corporal. Além de energia, a gordura fornece ácidos graxos essenciais, vitaminas lipossolúveis (como vitaminas A, D, E e K) e outros nutrientes importantes para o desenvolvimento do sistema nervoso, órgãos, ossos e tecidos do filhote (CSAPÓ et al., 1995).

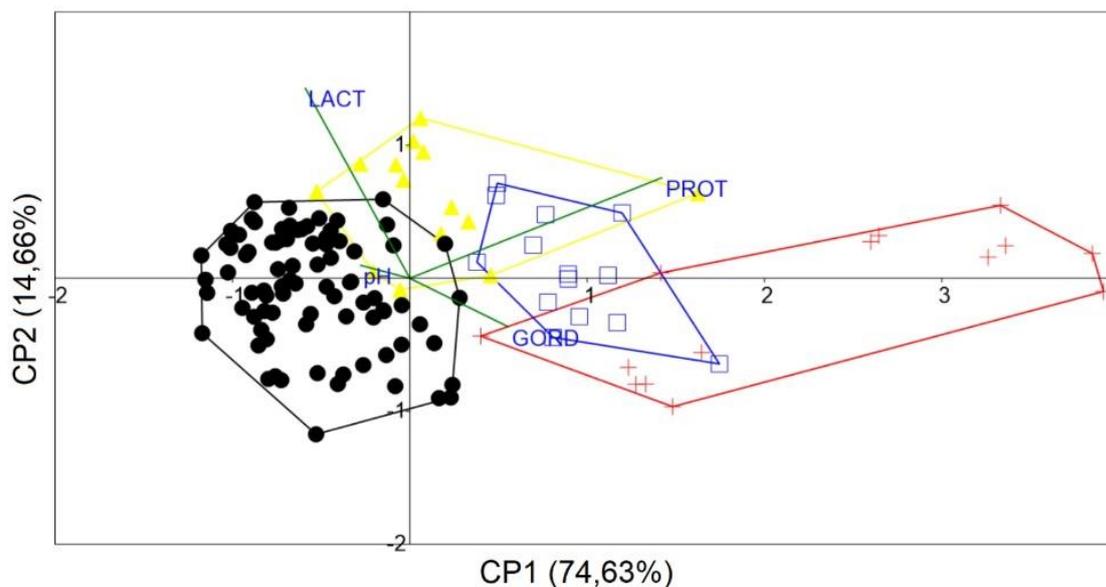
Comparado ao leite bovino e outras espécies leiteiras importantes, o leite asinino apresentou menor fração de gordura. Nos países ocidentais, a gordura do leite de vaca é considerada um fator de risco para a saúde porque é fonte de uma elevada fração de

ácidos graxos saturados. Dessa forma, tem havido uma atenção crescente e preferencial ao leite de jumenta pelo seu potencial como novo alimento dietético (BHARDWAJ et al., 2020).

Comparado ao leite de ruminantes, a considerável presença de ácidos graxos poli-insaturados no leite asinino o faz útil na prevenção de patologias cardiovasculares, autoimunes e inflamatórias (MARTEMUCCI & D’ALESSANDRO, 2012), podendo ser explicada pela ausência de hidrogenação dos ácidos graxos no trato digestivo antes da absorção, como ocorre em ruminantes; é um leite com alto conteúdo de ácidos linoleico e linolênico, por exemplo (JENKINS et al., 1996).

Ao avaliar a correlação entre a produção de leite e os nutrientes do leite asinino (Figura 3), percebe-se que, no colostro, as concentrações de gordura e proteína se destacam, enquanto no leite de transição a tendência de proximidade ao quadrante da proteína, denota a diminuição da gordura. Por outro lado, no leite maduro, observa-se um aumento no pH e na lactose, sendo a lactose o nutriente predominante nessa fase da lactação.

Figura 3. Análise multivariada da composição do leite das fêmeas primíparas e múltiparas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

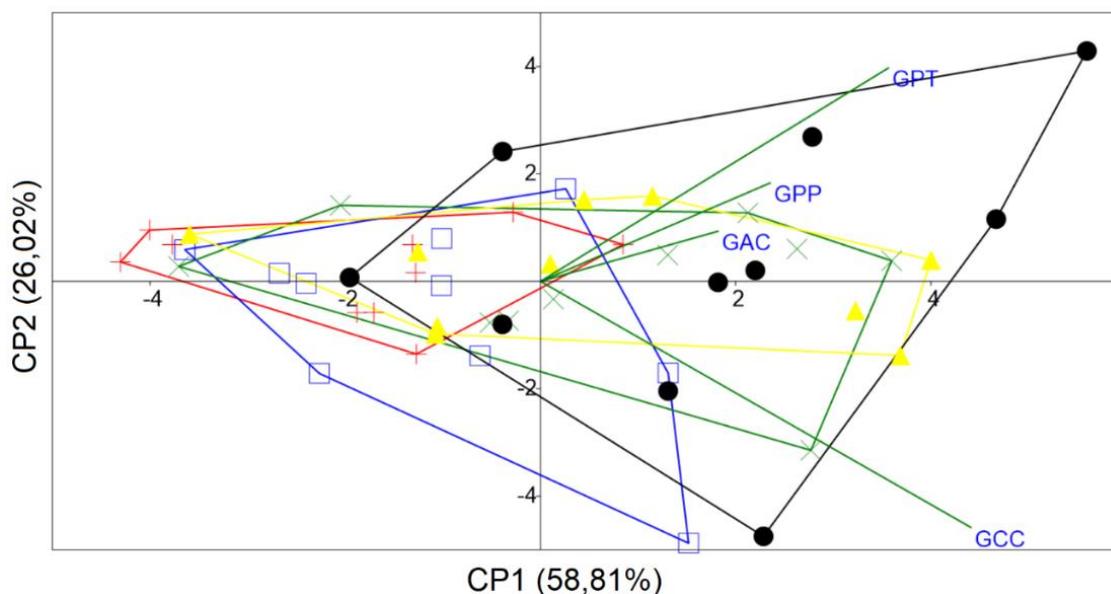
CP1 = Variação total dos componentes principais retidos; CP2 = Variação dos componentes principais não retidos; LACT = lactose; PROT = proteína; GORD = gordura; vermelho = 1º dia; azul = 3º dia; amarelo = 15º dia; preto = 30º até o 180º dia.

4.3 Desenvolvimento corporal dos potros

Os resultados de produção total de leite e pH, proteína e gordura do leite apresentaram correlação com a maioria dos resultados de ganho das medidas lineares dos potros, porém, os coeficientes de correlação apresentaram valores de desprezíveis (0 a 0,3) a fracos (0,3 a 0,5) (Mukaka, 2012). Coeficientes de correlação moderados foram observados entre a proteína do leite e os ganhos de peso corporal, altura na cernelha, altura da garupa e perímetro do tórax dos potros, com valores de 65,39; 64,03; 64,57 e 61,16, respectivamente.

Já em relação à correlação da produção de leite com os ganhos nas medidas lineares dos potros (Figura 4), é possível notar um crescimento progressivo no peso corporal, comprimento do corpo, altura na cernelha e perímetro torácico conforme a produção de leite atinge seus valores mais elevados, sendo evidenciada maior proximidade dessas medidas, com o grupo das maiores produções diárias de leite (5,80e 8,53 kg/dia).

Figura 4. Análise multivariada da produção de leite, ganho de peso e desenvolvimento corpóreo do ecótipo “Nordestino”.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

CP1= Variação total dos componentes principais 1; CP2= Variação dos componentes principais 2; GPP=ganho de peso do potro; GPT= ganho do perímetro do tórax, GAC= ganho da altura de cernelha; GCC= ganho do comprimento de corpo; vermelho= 3,20 -

4,35 Kg/dia; azul = 4,36 - 4,80 Kg/dia; verde= 4,83 - 5,05 Kg/dia; amarelo= 5,08 - 5,79 Kg/dia; preto= 5,80 - 8,53 Kg/dia.

Quanto a relação da proteína com o desenvolvimento corporal dos potros, essa se dá pelo fato de que a proteína do leite é rica em aminoácidos, que são os blocos de construção essenciais para o crescimento e reparação dos tecidos do corpo. Os potros em crescimento requerem um suprimento adequado de aminoácidos essenciais para o desenvolvimento dos seus músculos, ossos, órgãos e outros tecidos (MARTIN-ROSSET & YOUNGE, 2006).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que as fêmeas asininas do ecótipo Nordeste apresentam produção média total de 905 kg durante os primeiros 180 dias de lactação, e as características nutricionais do leite favorecem sua utilização como alimento nutracêutico.

Nesse ecótipo, a produção leiteira das fêmeas independe do número de partos, a maior produção diária de leite ocorre no período matutino, com produção máxima aos dois meses de lactação.

REFERÊNCIAS

- ALABISO, M. et al. The effects of different milking intervals and milking times per day in jennet milk production. *Animal*, v. 3, n. 4, p. 543-547, 2009.
- ALHAZMI, A. et al. Discovery, modification and production of T4 lysozyme for industrial and medical uses. *International Journal of Biology*, v. 6, p.45-63, 2014.
- ALTOMONTI, I. et al. Donkey and human milk: Insights into their compositional similarities. *International Dairy Journal*, v.89, p.111-118, 2019.
- ALVAREZ, I. A. et al. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais na Caatinga. Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E), 2012.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists Dairy Products. In: AOAC Official Methods of Analysis. 19 th ed. Gaithersburg. AOAC, 2016.
- ARASI, S.; CAFAROTTI, A.; FIOCCHI, A. Cow's milk allergy. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, v. 22, n. 3, p. 181-187, 2022.
- ARAÚJO, G. D. et al. Aspectos morfológicos e fisiológicos de glândulas mamárias de fêmeas bovinas–revisão de literatura. *PUBVET*, v. 6, p. Art. 1478-1483, 2012.

BARNI, S. et al. Tolerability and palatability of donkey's milk in children with cow's milk allergy. *Pediatric Allergy and Immunology*, v. 29, n. 3, p. 329–331, 2018.

BHARDWAJ, A. et al. Donkey milk composition and its therapeutic applications. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 90, n. 6, p. 837-841, 2020.

BORDONARO, Salvatore et al. The mathematical modeling of the lactation curve for dairy traits of the donkey (*Equus asinus*). *Journal of Dairy Science*, v. 96, n. 6, p. 4005-4014, 2013.

BORIONI, N. et al. Effect of equestrian therapy and onotherapy in physical and psychosocial performances of adults with intellectual disability: a preliminar study of evaluation tools based on the ICF classification. *Disability and Rehabilitation*, v. 2011, p.1–9, 2011.

BUSINCO L.G. et al. Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. v. 105, n.5. p. 1031 – 1034, 2000.

BUSINESS INSIDER. Why The World's Rarest Cheese (Pule Donkey Cheese) Is So Expensive | So Expensive. Disponível em: ><https://www.youtube.com/watch?v=KZAp4r0n0B0> < Youtube, 27 de mar. de 2021.

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.

CARNEIRO, G. F. et al. The current situation and trend of the Donkey Industry in South America. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 65, p. 106–110, 2018.

CARNEIRO, G. F. et al. The current situation and trend of the Donkey Industry in South America. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 65, p. 106–110, 2018.

CASTELLETTI, C.H.M., SILVA, J.M.C., TABARELLI, M. & SANTOS, A.M.M. 2004. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. (J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins, orgs.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 91-100.

CAVALLARIN, L. et al. A survey on the milk chemical and microbiological quality in dairy donkey farms located in NorthWestern Italy. *Food Control*, v. 50, p. 230-235, 2015.

CHEN, J. et al. Effects of dry period length and dietary energy source on lactation curve characteristics over 2 subsequent lactations. *Journal of dairy science*, v. 99, n. 11, p. 9287-9299, 2016.

CIMMINO, F. et al. Invited review: Human, cow, and donkey milk comparison: Focus on metabolic effects. *Journal of Dairy Science*, v. 106, n. 5, 2023.

COCHET, Bernard et al. Effects of lactose on intestinal calcium absorption in normal and lactase-deficient subjects. *Gastroenterology*, v. 84, n. 5, p. 935-940, 1983.

CONSENTINO, C. et al. Jenny milk as an inhibitor of late blowing in cheese: A preliminary report. *Journal of Dairy Science*, v. 96, p.3547-e3550., 2013a.

CONSENTINO, C. et al. Market sustainability analysis of jenny milk cosmetics. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 25, p. 635-640, 2013b.

CONSENTINO, C. et al. Market sustainability analysis of jenny milk cosmetics. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 25, p. 635-640, 2013.

CSAPÓ, J. et al. Composition of mares' colostrum and milk. Fat content, fatty acid composition and vitamin content. *International Dairy Journal*, v. 5, n. 4, p. 393-402, 1995.

CUNSOLO, V. et al. Proteins and bioactive peptides from donkey milk: The molecular basis for its reduced allergenic properties. *Food Research International*, v. 99, n. April, p. 41–57, 2017.

D' ALESSANDRO, A. G. D.; MARTEMUCCI, G. Lactation curve and effects of milking regimen on milk yield and quality, and udder health in Martina Franca Jennies (*Equus asinus*). *Journal of Animal Science*, n 90, p. 669–681, 2012.

DERDAK, R. et al. Insights on health and food applications of *Equus asinus* (Donkey) milk bioactive proteins and peptides—an Overview. *Foods*, v. 9, n. 9, p. 1302, 2020.

DOHERTY, A. M. et al. Human Milk Oligosaccharides and associations with Immune-Mediated Disease and Infection in Childhood: A Systematic Review. *Frontiers in Pediatrics*, v. 6, p. 1-8, 2018.

DUGO, P. et al. Determination of triacylglycerols in donkey milk by using high performance liquid chromatography coupled with atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Separation Science*, v. 28, n. 9–10, p. 1023–1030, 2005.

EQUUSMILK. Available from: < <https://www.equusmilk.cl/pedidos/>>. Accessed: 18. ago 2019.

FANTUZ, F. et al. Donkey milk concentration of calcium, phosphorus, potassium, sodium and magnesium. *International Dairy Journal*, v. 24, n. 2, p. 143–145, 2012.

FAO. FAOSTAT – Live Animals Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>>. Acesso em 11.ago.2019.

FAO. FAOSTAT – Live Animals, 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>> Acesso em 22.jul.2023.

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, p. 627, 2014.

FELIX, N. A. et al. Evaluation of colostrum quality and passive immunity transfer in donkeys of the Brazilian Nordeste eotype via diferente methods. *Emerging Animal Species*, v. 1, p. 100017, 2022.

FOLEY, J. A.; OTTERBY, D. E. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review. *Journal of dairy science*, v. 61, n. 8, p. 1033-1060, 1978.

FOX, P. F. et al. Chemistry of milk constituents. In: _____. *Fundamentals of cheese science*. 3.ed. Nova York : Springer, Cap. 4, p.71-104, 2017.

GIACOMETTI, F. et al. Shelf life of donkey milk subjected to diferente treatment and storage conditions. *Journal of Dairy Science*, v. 99, p. 1–9, 2016.

GIOSUÈ, C. et al. Jennet milk production during the lactation in a Sicilian farming system. *Animal*, v. 10, n. 2, p. 1491-1495, 2008.

GODDEN, S. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* v. 24, n. 1, p. 19-39, 2008.

GUBIĆ, J. G. Comparison of the protein and fatty acid fraction of Balkan donkey and human milk. *Mljekarstvo*, v. 65, n. 3, p. 168–176, 2015.

GÜN, İ. Comparison of composition, sensory properties and aroma compounds of kefir produced from donkey milk and cow milk. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, v. 72, n. 4, p. 213-225, 2022.

GUO, H. Y. et al. Composition, physiochemical properties, nitrogen fraction distribution, and amino acid profile of donkey milk. *Journal of Dairy Science*, v. 90, n. 4, p. 1635–1643, 2007.

HENAO-VELÁSQUEZ, A. F. et al. Lactose and milk urea nitrogen: fluctuations during lactation in Holstein cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, p. 479-484, 2014.

IACONO, G. et al. Use of ass's milk in multiple food allergy. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v. 14, p. 177–181, 1992.

IVANKOVIC, A. et al. Milking characteristics of Istrian and littoral Dinaric donkey breeds. In *Proceedings of the International Symposium on Animal Science*, Belgrade, Serbia; p. 119–123, 2014.

JARAMILLO, M. M. et al. Implicaciones sobre la salud humana del consumo de leche de vaca. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud Universidad del Cauca*, p. e2225-e2225, 2023.

JENKINS, T. C. et al. Butylsoyamide increases unsaturation of fatty acids in plasma and milk of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 79, n. 4, p. 585–590, 1996.

KASKOUS, S.; PFAFFL, M. W. Milk Properties and Morphological Characteristics of the Donkey Mammary Gland for Development of an Adopted Milking Machine—A Review. *Dairy*, v. 3, n. 2, p. 233-247, 2022.

KUMARI, K.; MATHUR, M. P. Buffalo milk lysozyme. *Indian Journal of Dairy Science*, v. 34, p.385-390, 1981.

LAFARGA, T.; HAYES, M. Bioactive peptides from meat muscle and by-products: Generation, functionality and application as functional ingredients. *Meat Science*, v. 98, p. 227-239, 2014.

LEMOS, S. Projeto de uma exploração de produção de leite asinino. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2015, 84p. Online. Available from: <http://www.researchgate.net/publication/294721556_Projeto_de_uma_Exploracao_de_Producao_de_Leite_Asinino/link/56c3365308ae602342507e7b/download>. Accessed: ago. 12, 2019.

LICITRA, R. et al. Profile and content of sialylated oligosaccharides in donkey milk at early lactation. *LWT - Food Science and Technology*, v. 115, p. 1-5, 2019.

LÖNNERDAL, B. Bioactive proteins in human milk: mechanisms of action. *Journal of Pediatrics*, v. 156, S26–S30, 2010.

MADHUSUDAN, N. C. et al. Composition, characteristics, nutritional value and health benefits of donkey milk - A Review. *Dairy Science & Technology*, EDP sciences/Springer, 2017. Available from: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01538532>>. Accessed: ago. 18, 2019.

MARCHIS, Z. et al. Analysis of environmental factors' impact on donkeys' colostrum quality. *Sustainability*, v. 10, n. 9, p. 2958, 2018.

MARSEGLIA, A. et al. Outcome of oral provocation test in egg-sensitive children receiving semi-fat hard cheese Grana Padano PDO (protected designation of origin) containing, or not, lysozyme. *European Journal of Nutrition*, v. 52, p. 877-883, 2013.

MARTEMUCCI, G.; D'ALESSANDRO, A. G. Fat content, energy value and fatty acid profile of donkey milk during lactation and implications for human nutrition. *Lipids in Health and Disease*, v. 11, p. 1–14, 2012.

MARTEMUCCI, G.; D'ALESSANDRO, A. G. Fat content, energy value and fatty acid profile of donkey milk during lactation and implications for human nutrition. *Lipids in Health and Disease*, v. 11, p. 1–14, 2012.

MARTINI, M. et al. Lysozyme activity in donkey milk. *International Dairy Journal*, v. 96, p.98-101, 2019.

MARTINI, M. et al. Nutritional and Nutraceutical Quality of Donkey Milk. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 65, p. 33–37, 2018.

MARTINI, M. et al. Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 65, p. 33-37, 2018.

MARTIN-ROSSET, W.; YOUNGE, B. Energy and protein requirements and feeding of the suckling foal. *Publication-European Association for Animal Production*, v. 120, p. 221, 2006.

MASSABNI, Antonio Carlos; BONINI, Eduardo Henrique. Tuberculose: história e evolução dos tratamentos da doença. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v. 22, n. 2, p. 6-34, 2019.

- MCCUE, P. M. Evaluation of the mammary gland. *Equine Reproductive Procedures*, p. 103-105, 2021.
- MCGRATH, B. A. et al. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*, v. 96, p. 133-158, 2016.
- MESSIAS, T. B. O. N. et al. Challenges and perspectives for exploiting donkey milk in the Brazilian Northeast. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.52:3, e20210058, 2022.
- MESSIAS, T.B.O.N. et al. Challenges and perspectives for exploiting donkey milk in the Brazilian Northeast. *Ciência Rural*, v.52, p. e20210058, 2022.
- MOHANTY, D. P. et al. Milk derived bioactive peptides and their impact on human health – A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 23, p. 577-583, 2016.
- MUKAKA, M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medicine Journal*, v. 24, p. 69-71, 2012.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrients requirements of domestic horses. 6 ed. Washington:National Academy of Science, 2007. 341p.
- NENGOMASHA, Edward & Pearson, R. & Wold, A. Empowering people through donkey power into the next millennium. *Empowering Farmers with Animal Traction (Proceedings of an ATNESA Workshop)*. 21, 2000.
- NEWBURG, D. S. 2005. Innate immunity and human milk. *The Journal of Nutrition*, v. 135, p. 1308–1312, 2005.
- NIRO, S. et al. Technological use of donkey milk in cheesemaking. *International Journal of Dairy Technology*, v. 70, p.439-442, 2017.
- NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, (1st ed.), National Academy Press, 2007.
- O'MAHONY, J. A.; FOX, P. F. Milk Proteins: Introduction and historical aspects. In: MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. *Advanced Dairy Chemistry*. Nova York : Springer, Cap.2, p.43-85, 2013.
- OLIVEIRA, C. A. A.; LUCENA, J. E. C. Cavalos e Jumentos do Brasil: Jumento Nordeste. *Instituto Nacional do Semiárido*, p. 465-479, 2023.
- OLIVEIRA, V. C. et al. Produção de leite e desempenho dos bezerros de vacas Nelore e mestiças. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 2074-2081, 2007.
- POLIDORI, P.; VINCENZETTI, S. Protein profile characterization of donkey milk. In: HURLEY, W. L. *Milk Protein*. Rijeka : InTech Publisher, Cap.8, p.215–232, 2012.
- PIOVESANA, S. et al. Peptidome characterization and bioactivity analysis of donkey milk. *Journal of Proteomics*, v. 119, p. 21-29, 2015.
- POLIDORI, P. et al. Donkey milk production: State of the art. *Italian Journal of Animal Science*, v. 8, p. 677-683, 2010.

POLIDORI, P. et al. Nutritional parameters in colostrum of different mammalian species. *Beverages*, v. 8, n. 3, p. 54, 2022.

POLIDORI, P.; VINCENZETTI, S. Protein profile characterization of donkey milk. In: HURLEY, W. L. *Milk Protein*. Rijeka : InTech Publisher, Cap.8, p.215–232, 2012.

POLIDORI, P.; VINCENZETTI, S. Protein profile characterization of donkey milk. In: HURLEY, W. L. *Milk Protein*. Rijeka : InTech Publisher, Cap.8, p.215–232, 2012.

POLIDORI, P.; VINCENZETTI, S. Use of donkey milk in children with cow's milk protein allergy. *Foods*, v. 2, n. 2, p. 151–159, 2013.

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, p. 160-171, 2015.

REECE, W. O. Lactação. In: REECE, W. O. *Anatomia Funcional e Fisiologia dos Animais Domésticos*. 3 ed. São Paulo: Roca, p. 418-431, 2008.

REIS, A. P. et al. Composição do leite de éguas da raça Mangalarga Marchador. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 66, n. 2, p. 130-135, 2007.

ROCHA, R. P.; MORALES, C. A.; CUADRA, S. V.; AMBRIZZI, T. Precipitation diurnal cycle and summer climatology assessment over South America: An evaluation of Regional Climate Model version 3 simulations. *Journal of Geophysical Research*, v. 114, D10. 2009.

SALARI, F. et al. Donkey feeding during maintenance, pregnancy, and lactation: effects on body weight, milk production, and foal growth. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 91, p. 103131, 2020.

SALIMEI, E. Animals that produce dairy foods – Donkey. In: FUQUAY, J. W. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Vol. 1. Oxford : Elsevier, p.365-373, 2011.

SALIMEI, E. et al. Composition and characteristics of ass's milk. *Animal Research*, v. 53, n. 1, p. 67–78, 2004.

SALIMEI, E.; FANTUZ, F. Equid milk for human consumption. *International dairy journal*, v. 24, n. 2, p. 130-142, 2012.

SALIMEI, E.; FANTUZ, F. Horse and Donkey Milk. In: PARK, Y. W.; HAENLEIN, G. F. W. *Milk and dairy products in human nutrition*. Vol. 1. Oxford : Wiley-Blackwell. Cap.27, p.594-613, 2013.

SANTOS, Edson Mauro et al. Lactação em éguas da raça Mangalarga Marchador: produção e composição do leite e ganho de peso dos potros lactentes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, p. 627-634, 2005.

SCHARFEN, E. C. et al. Use of human lysozyme transgenic goat milk in cheese making: Effects on lactic acid bacteria performance. *Journal of Dairy Science*, v.90, p. 4084-4091, 2007.

SCHIRÒ, A. L'allevamento Asinino. Nozioni Pratiche. In: MILONIS, E.; POLIDORI, P. Latte do Asina: produzione, caratteristiche e gestione dell'azienda asinina. Brescia : Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, 2011, p.37-40.

SENGER, C. C. D.; Kozloski, G. V.; Bonnacarrère Sanchez, L. M.; Mesquita, F. R.; Alves, T. P. and Castagnino, D. S. 2008. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology* 146:169–174.

SILANIKOVE, N. et al. Influence of Animal Health, Breed, and Diet on Non-cow Milk Composition. In: TSAKALIDOU, E.; PAPADIMITRIOU, K. Non-bovine Milk and Milk Products. London : Elsevier, 2016. Cap.4, p.61-80.

SILVA, A. R. Avaliação da composição nutricional e bioatividade do leite asinino do ecótipo Nordestino obtido em diferentes fases de lactação. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - UFPB, João Pessoa – PB, 2021.

SILVETTI, T. et al. Use of hen egg white lysozyme in the food industry. In: HESTER, P. Y. (Ed.) Egg innovations and strategies for improvements. London, UK: Academic Press, 2017. p.233-242.

SMILOWITZ J. T. et al. Breast milk oligosaccharides: structure-function relationships in the neonate. *Annual Review of Nutrition*, v. 34, p. 143–169, 2014.

SOBCZUK-SZUL, M. et al. Changes in the bioactive protein concentrations in the bovine colostrum of Jersey and Polish Holstein–Friesian cows. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, v. 37, n. 1, p. 43-49, 2013.

TORRES, P. B. et al. Biometric alterations in thoracic limbs of vaquejada horses. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, v. 16, n. 2, p. 88-94, 2022.

VAN SOEST, B. et al. Transition milk stimulates intestinal development of neonatal Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, v. 105, p. 7011–7022, 2022.

VAN SOEST, P. J. 1981. Limiting factors in plant residues of low biodegradability. *Agriculture and Environment* 6:135–143.

VINCENZETTI, S. et al. Donkey's milk caseins characterization. *Italian Journal of Animal Science*, v. 4, p. 427–429, 2005.

VISIOLI, F. Dairy Products: Dietary and Medical Importance. In: CABALLERO, B. et al. *Encyclopedia of Food and Health*. Vol. 2. Oxford : Elsevier, 2016. p.352-355.

WILLEKES, C. Donkey. In: BAGNALL, R. S. et al. *The Encyclopedia of Ancient History*. Vol: 1. Oxford : Wiley-Blackwell, 2016.

WINKELMAN, L. A.; OVERTON, T. R. Long-acting insulins alter milk composition and metabolism of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, v. 96, n. 12, p. 7565-7577, 2013.

YAN, J. et al. Profiling of Sialylated Oligosaccharides in Mammalian Milk using Online Solid Phase Extraction-Hydrophilic Interaction Chromatography Coupled with

Negative-Ion Electrospray Mass Spectrometry. *Analytical Chemistry*, v. 90, p. 3174-3182, 2018.

YANG, A. C. Declaração sobre prevalência de alergia ao leite de vaca. ASBAI – Associação Brasileira de Alergia e Imunologia, 2016.

ZENEZINI CHIOZZI, R. et al. Purification and identification of endogenous antioxidant and ACE-inhibitory peptides from donkey milk by multidimensional liquid chromatography and nanoHPLC-high resolution mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 408, p. 5657-5666, 2016.