

CARACTERIZAÇÃO DE INDICADORES DE ESCORE FECAL EM PEQUENOS RUMINANTES A PASTO DE VEGETAÇÃO NATIVA DA CAATINGA NO NORDESTE BRASILEIRO

Sueli Freitas dos Santos¹, Marco Aurélio Delmondes Bomfim², Leandro Silva Oliveira³

RESUMO:

A avaliação das características fecais em pequenos ruminantes constitui uma ferramenta prática e não invasiva para o monitoramento do *status* nutricional e da saúde gastrointestinal dos rebanhos. Com esse propósito, foram coletadas 728 amostras fecais em caprinos e ovinos, por meio de amostragem pontual (*spot*) diretamente da ampola retal, nos períodos matutino e vespertino, nos estados da Paraíba e Piauí, objetivando a caracterização visual dos indicadores de escore fecal, considerando as variáveis consistência, cor e conteúdo. Para saber a similaridade entre as amostras fecais caprinas e ovinas, realizou-se análise exploratória por meio de Análise de Componentes Principais (PCA) na elipse de *Hotelling* (estatística T^2 de *Hotelling*), bem como classificação SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analogy*), em que os resultados mostraram que existe similaridade entre as mesmas, permitindo que a caracterização de indicadores de escore fecal fosse realizada com um banco amostral robusto de todas as amostras das espécies contempladas neste estudo. A caracterização obteve uma gradação variando de 1 a 5, quanto a consistência: A1 (Diarreia), A2 (Indeterminada Amolecida), A3 (Pastosa), A4 (Cíbalas) e A5 (Indeterminadas Ressecadas); quanto a cor: C1 (Esverdeada), C2 (Marrom), C3 (Marrom Brilhante), C4 (Preta) e C5 (Preta Brilhante) e quanto ao conteúdo: E1 (Semente), E2 (Pelo), E3 (Muco), E4 (Sangue) e E5 (Elemento Indeterminado). Os dados obtidos foram submetidos à análise exploratória, através da observação de características morfológicas registradas por meio de fotográficas e descrições detalhadas das variáveis. Com a caracterização das variáveis, elas foram quantificadas no conjunto amostral: para consistência, o percentual quantitativo variou entre os indicadores A2, A3 e A4, sendo maior para A4 (60%); para cor, ocorreu variação entre todos os indicadores, sendo maior para C4 (33%); e para o conteúdo, o percentual quantitativo variou entre os indicadores E1, E2 e E3, sendo maior para E1 (51%). A técnica de visualização de amostras fecais, mostrou-se efetiva para caracterização de indicadores de escore fecal em pequenos ruminantes a pasto de vegetação nativa da Caatinga.

Palavras-chave: cíbalas, consistência fecal, monitoramento nutricional, nutrição de ruminantes.

CHARACTERIZATION OF FECAL SCORE INDICATORS IN SMALL RUMINANTS GRAZING ON NATIVE VEGETATION OF THE CAATINGA IN NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT:

The evaluation of fecal characteristics in small ruminants constitutes a practical and non-invasive tool for monitoring the nutritional status and gastrointestinal health of herds. For this purpose, 728 fecal samples were collected from goats and sheep using spot sampling directly from the rectal ampulla, during the morning and afternoon periods, in the states of Paraíba and Piauí, aiming at visually characterizing fecal score indicators, considering the variables consistency, color, and content. To determine the similarity between goat and sheep fecal samples, an exploratory analysis was performed using Principal Component Analysis (PCA) on Hotelling's ellipse (Hotelling's T^2 statistic), as well as the SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analogy*) classification, the results of which demonstrated a similarity between them, allowing the characterization of fecal score indicators to be carried out with a robust sample bank, considering all samples

¹Zootecnista, Ceará, Brasil: sfsantoszootecnia@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0195-7408>. ²Pesquisador, Embrapa Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil: marco.bomfim@embrapa.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1918-7939>.

³Analista, Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil: leandro.silva@embrapa.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4425-629X>

from both species in this study. The characterization obtained a gradation ranging from 1 to 5, regarding consistency: A1 (Diarrhea), A2 (Indeterminate Soft), A3 (Pasty), A4 (Cíbalas) and A5 (Indeterminate Dry); in terms of color: C1 (Greenish), C2 (Brown), C3 (Bright Brown), C4 (Black) and C5 (Bright Black) and in terms of content: E1 (Seed), E2 (Hair), E3 (Mucus), E4 (Blood) and E5 (Indeterminate Element). The data obtained were subjected to exploratory analysis, through observation of morphological characteristics recorded by means of photographs and detailed descriptions of the variables. With the characterization of the variables, they were quantified in the sample set: for consistency, the quantitative percentage varied between indicators A2, A3 and A4, being highest for A4 (60%); for color, there was variation among all indicators, being the highest for C4 (33%); and for content, the quantitative percentage varied between indicators E1, E2 and E3, being the highest for E1 (51%). The technique of visualizing fecal samples proved effective for characterizing fecal score indicators in small ruminants grazing on native Caatinga vegetation.

Keywords: fecal consistency, droppings, nutritional monitoring, ruminant nutrition.

INTRODUÇÃO

A caprinocultura e a ovinocultura são atividades capazes de induzir o desenvolvimento econômico, principalmente na região Nordeste, onde está notadamente mais desenvolvida, por gerar renda direta com a produção de carne, leite e couro. São consideradas importantes ferramentas de inclusão para pequenos produtores no mercado (Santos et al., 2011; Silva, et al., 2023; Medeiros, et al., 2024), além de representar uma excelente fonte alimentar.

A expansão dessa atividade deve-se especialmente a fatores relacionados à capacidade de resiliência das espécies em se adaptar as mais diversas regiões, especialmente naquelas com pouca disponibilidade de alimentos e limitações ambientais (Santos et al., 2019a; Santos et al., 2019b).

O aumento da produtividade nos sistemas de produção de pequenos ruminantes vem requerendo dietas cada vez mais seguras, demandando uso de estratégias que sejam capazes de monitorar a sua eficiência e a tomada de decisões no manejo nutricional, que possibilitem avaliar a dieta em termos nutricionais e sua digestibilidade ruminal. Além, também, do manejo sanitário e do monitoramento da saúde e do bem-estar animal.

Uma ferramenta simples e de suma importância para averiguar a dieta fornecida em termos nutricionais e sua digestibilidade é a avaliação das fezes animal, visto que, mudanças em sua aparência indicam mudanças na composição da dieta (Looper et al., 2001; Vettori, et al., 2023). Essa avaliação pode ser considerada como o indicador de maior precisão que evidencia, de forma rápida e objetiva o equilíbrio, o desequilíbrio nutricional em ruminantes (Schultheiss, 2005; Ortenzi, et al., 2023; Beauchemin, et al., 2024).

Nesse contexto, objetivou-se caracterizar visualmente os indicadores de escore fecal quanto a consistência (aspecto físico fecal), cor (coloração fecal por matiz), e conteúdo (presença de elementos não fecais) em pequenos ruminantes a pasto de vegetação nativa da Caatinga no nordeste brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Local experimental e coleta de amostras

As coletas foram realizadas em 29 propriedades, sendo 18 propriedades no estado da Paraíba (PB) e 11 propriedades no estado do Piauí (PI). Nelas foram coletadas amostras fecais de 364

animais sem padrão racial definido (SPRD), sendo esses, 228 caprinos (*Capra hircus*) e 136 ovinos (*Ovis aries*), machos (reprodutores e filhotes) e fêmeas em diferentes estágios (lactantes, não lactantes, e filhotes), com aptidões para produção de leite e carne, manejados a pasto de vegetação nativa da Caatinga, sem fornecimento de concentrado pelo menos um dia anterior aos dias de coletas em ambos os estados. O período de coleta se estabeleceu em duas semanas (última semana de novembro e primeira semana de dezembro de 2020), sendo uma semana destinada para cada estado. As coletas se realizaram por meio de amostragem pontual (*spot*), diretamente da ampola retal, nos períodos matutino e vespertino, sendo duas amostras por animal, (456 amostras fecais de caprinos e 272 amostras fecais de ovinos), totalizando assim, um conjunto amostral com 728 amostras fecais (n=728). Respectivamente, essas ocorreram mediante certificação de autorização para o uso de animais em pesquisa, protocolo nº 008/2020, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos (CEUA/CNPC).

Processamento das amostras

Posterior às coletas, as amostras foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos, identificadas e refrigeradas em isopor com gelo e encaminhadas para congelamento em freezers com temperatura a -20°C nas instituições de ensino e pesquisa parceiras em cada estado: a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG Campus Sumé (PB) e o Instituto Federal do Piauí – IFPI Campus Paulistana (PI). Posteriormente, foram encaminhadas a Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral – CE, para o Laboratório de Nutrição Animal – LANA. Onde foram descongeladas a temperatura ambiente por um período de uma hora e tiveram suas imagens capturadas por máquina fotográfica GoPro e todas as observações visualizadas a olho nu (diretamente nas amostras e por imagens) foram anotadas e posteriormente tabuladas em planilhas Excel e usadas nas caracterizações dos indicadores, considerando como variáveis os “3Cs”: consistência (aspecto físico fecal), cor (coloração fecal por matiz) e conteúdo (presença de elementos não fecais).

Análise exploratória e caracterização de indicadores de escore fecal

Os dados registrados em planilhas Excel foram submetidos à análise exploratória, utilizando a técnica multivariada de reconhecimento padrão não

supervisionada - Análise de componentes principais (PCA) na elipse de *Hotelling* (estatística T^2 de *Hotelling*) (Lyra et al., 2010), no intuito de comparar as amostras fecais por espécies. Além disso, realizou-se a classificação Modelagem Independente Suave por Analogia de Classe (SIMCA), para identificar similaridade entre as mesmas. Essa classificação tem como base o cálculo da distância de cada amostra, a partir da sua distância em relação ao centro dos modelos PCA (amostras fecais de caprinos e ovinos), quanto ao grau de similaridade, indicando se as amostras individuais pertencem ou não a cada um dos dois modelos (espécie animal), a um nível de significância de 5% (Balabin et al., 2010). Ambas as análises foram realizadas utilizando o software *The Unscrambler*® versão 10.5.1 (Camo Inc).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a análise PCA (Figura 1), observou-se que existe baixa variabilidade entre as amostras das espécies caprina e ovina, uma vez que elas permaneceram predominantemente dentro de T^2 de *Hotelling*, sem agrupamentos distintos entre ambas as espécies. A primeira componente principal (PC-1) apresentou 98% e a segunda componente principal (PC-2) apresentou 2%, mostrando que os dados são unidimensionais, ou homogêneos, indicando uma possível similaridade entre os bancos. As amostras que permaneceram fora de T^2 de *Hotelling* não foram consideradas como *outliers*, visto que cada ponto de fator representa um ‘peso’ na dispersão dos dados.

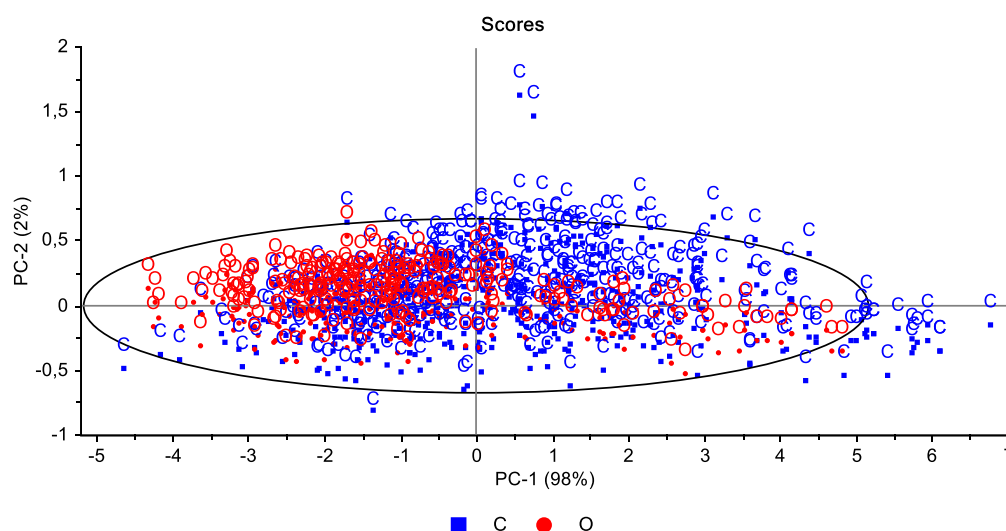


Figura 1. Análise de Componentes Principais em amostras fecais de pequenos ruminantes a pasto de vegetação nativa da Caatinga, PC-1 (98 %), PC-2 (2 %) e intervalo de confiança de T^2 de *Hotelling*; Caprinos (C) e Ovinos (O).

A análise de classificação SIMCA (Tabela 1), demonstrou que, quando as amostras fecais dos bancos de caprinos ($n=456$) e ovinos ($n=272$) foram comparadas individualmente, com seu próprio modelo, as similaridades foram de 100% para ambos os bancos, o que já era esperado. Entretanto, quando se comparou as amostras (caprino/ovino), houve uma similaridade de 431 amostras caprinas com todo o banco de amostras ovinas, apresentando um

percentual de 158%, percentual que ocorreu, possivelmente, em razão da quantidade de amostras caprinas serem maior que a quantidade de amostras ovinas. Na comparação do banco de amostras (ovino/caprino), todas as amostras foram consideradas similares as amostras de caprinos, com percentual de 60%, sendo esse, considerado um valor percentual válido e moderado de similaridade.

Tabela 1. Classificação em amostras fecais de pequenos ruminantes a pasto de vegetação nativa da Caatinga utilizando Modelagem Independente Suave por Analogia de Classe (SIMCA)

Banco de amostras caprinas (n=456)		
Comparação entre bancos	Amostras similares/ Amostras totais	Grau de similaridade (%)
Caprinos/Caprinos	456/456	100
Caprinos/Ovinos	431/272	158
Banco de amostras ovinas (n=272)		
Comparação entre bancos	Amostras similares/ Amostras totais	Grau de similaridade (%)
Ovinos/Ovinos	272/272	100
Ovinos/Caprinos	272/456	60

Apesar dos caprinos e ovinos possuírem hábitos alimentares diferentes (Van Soest 1994; Gaytán-Aleman et al., 2025; Kersh, et al., 2026), os resultados das análises de PCA e SIMCA, mostraram que existe similaridade entre as amostras fecais dessas espécies. Isso pode ter ocorrido devido as espécies, no período da realização deste estudo, apresentarem uma microbiota ruminal significativamente similar, impossibilitando a diferenciação clara com base nessa característica.

Essa similaridade pode indicar que, apesar das diferenças morfológicas ou genéticas entre as espécies, os fatores ambientais, de manejo ou nutricionais aos quais foram expostas, no caso deste estudo, pasto nativo de vegetação da Caatinga, resultaram em uma colonização microbiana do rúmen com perfis muito parecidos. Consequentemente, as análises não conseguiram identificar padrões que permitissem separar as espécies de forma estatisticamente relevante. Tudo isso possibilitou que a caracterização de indicadores de escore fecal fosse realizada com um banco amostral robusto, considerando todas as amostras de ambas as espécies deste estudo (n=728).

Com base nas variáveis: consistência (aspecto físico fecal), cor (coloração fecal por matiz) e conteúdo (presença de elementos não fecais), obteve-se as seguintes caracterizações de indicadores de escore fecal (Tabela 2), com uma gradação variando de 1 a 5: quanto a consistência: A1 (Diarreia), A2 (Indeterminada Amolecida), A3 (Pastosa), A4 (Cíbalas) e A5 (Indeterminadas Ressecadas); quanto a cor: C1 (Esverdeada), C2 (Marrom), C3 (Marrom Brilhante), C4 (Preta) e C5 (Preta Brilhante) e quanto ao conteúdo: E1 (Semente), E2 (Pelo), E3 (Muco), E4 (Sangue) e E5 (Elemento Indeterminado).

A caracterização de indicadores de escore fecal pode auxiliar como ferramenta no diagnóstico de doenças e de transtornos metabólicos nutricionais (Wittwer, 2000; Souto, et al., 2021; Almeida, et al., 2022). Isso ocorre porque as mudanças no manejo alimentar, às vezes de forma inesperada, aumentam as chances de doenças ruminais e metabólicas (Clauss et al., 2003; Jones, et al., 2022; Zebeli et al., 2023; Mila, et al., 2024).

Na Caatinga, a transição entre os períodos de seca e chuva deve ser acompanhada de perto. As pastagens possuem capacidade de suporte que pode variar proporcionalmente nesses períodos (Araújo, et al., 2020; Silva et al., 2021; Pinto et al., 2023).

Em alguns casos, essa capacidade de suporte é ultrapassada e ocasiona uma sobrecarga animal constante na pastagem. Com isso, esse fato pode gerar um aumento de consumo em espécies florísticas com maior aceitabilidade pelo animal, fazendo com que essas sejam reduzidas na área, e de certa forma, aumentando a população de espécies de menor aceitabilidade (Santos, 2007) e de poucos fatores antinutricionais, (Aguiar et al., 2023; Oliveira e Barbosa, 2025) que podem desencadear distúrbios metabólicos nos animais (Jones, et al., 2022; Zebeli, et al., 2023; Mila, et al., 2024).

Os indicadores de escore fecal podem espelhar a dieta, mostrando se ela está balanceada ou não (Ortenzi et al., 2023), proporcionando níveis adequados de nutrientes capazes de suprir os animais com proteína e energia, e fonte primordial de fibra responsável pela mastigação, ruminação e ajuda na manutenção da saúde do rúmen (Van Soest 1994; Ferreira e Zanine 2007; Zhou et al., 2022).

Tabela 2. Caracterização de indicadores de escore fecal em pequenos ruminantes a pasto de vegetação nativa da Caatinga

Caracterização de indicadores de escore fecal	
<i>Consistência</i>	
Aspecto Físico Fecal	Classificação
Diarreia	A1
Indeterminado Amolecida	A2
Pastosa	A3
Cíbalas	A4
Indeterminado Ressecadas	A5
<i>Cor</i>	
Coloração	Classificação
Esverdeada	C1
Marrom	C2
Marrom brilhante	C3
Preta	C4
Preta brilhante	C5
<i>Conteúdo</i>	
Presença De Elementos Não Fecais	Classificação
Semente	E1
Pelo	E2
Muco	E3
Sangue	E4
Elemento Indeterminado	E5

A gradação de indicadores de escore fecal, variando de 1 a 5 (Tabela 2), foi quantificada no conjunto amostral avaliado (Tabela 3). Em relação a consistência (aspecto físico fecal), observou-se que o percentual quantitativo variou entre a gradação dos indicadores A2 (Indeterminado Amolecida), A3 (Pastosa) e A4 (Cíbalas), sendo a maior quantidade para A4, correspondendo a 60% das amostras.

Para a variável cor (coloração fecal por matiz), observou-se o percentual quantitativo variando entre a gradação de todos os indicadores C1 (Esverdeada), C2 (Marrom), C3 (Marrom Brilhante), C4 (Preta) e C5 (Preta Brilhante), respectivamente, com a maior quantidade concentrada em C4, o que corresponde a 33% das amostras.

E em relação a variável conteúdo (presença de elementos não fecais), observou-se que o percentual quantitativo variou entre a gradação dos indicadores E1 (Semente), E2 (Pelo) e E3 (Muco), sendo a maior quantidade para E1, correspondendo a 51% das amostras. No contexto desse conjunto amostral (n=728), pelo menos 234 amostras tiveram presença de elementos não fecais.

Os resultados quantitativos observados nas variáveis: consistência (aspecto físico fecal), cor (coloração fecal por matiz) e conteúdo (presença de elementos não fecais) no banco amostral, pode ser um indicativo de que as dietas nas quais os animais foram submetidos (pasto nativo de vegetação da Caatinga) apresentavam-se em um estágio de boa qualidade, com diversidades de espécies botânicas (comprovado com as diferentes sementes encontradas nas amostras fecais) com potencial forrageiro para alimentação de caprinos, ao mesmo tempo com disponibilidade de gramíneas herbáceas que proporcionam grande potencial para alimentação de ovinos, (Lima, et al., 2021; Santos, et al., 2022).

Essas diversidades nas espécies forrageiras observadas nas diferentes sementes visualizadas nas amostras fecais podem ser resultantes das chuvas torrenciais que ocorreram nos locais de coletas em ambos os estados. Precipitações intensas podem acelerar o ciclo fenológico das espécies anuais da Caatinga, além de promover uma rápida floração e frutificação. Como consequência, esses fatores podem resultar no aumento da oferta de sementes no extrato pastejável, expandindo seu nicho alimentar,

além de consolidar a avaliação fecal como um reflexo ruminantes em pasto de vegetação nativa da Caatinga fiel da versatilidade alimentar de pequenos (Santos, et al., 2022).

Tabela 3. Quantificação de indicadores de escore fecal em pequenos ruminantes a pasto de vegetação nativa da Caatinga

Quantificação de indicadores de escore fecal			
<i>Consistência</i>			
Classificação	Aspecto Físico Fecal	ACI/Banco amostral	%
A1	Diarreia	0/728	0
A2	Indeterminado Amolecida	247/728	34
A3	Pastosa	44/728	6
A4	Cíbalas	437/728	60
A5	Indeterminado Ressecadas	0/728	0
<i>Cor</i>			
Classificação	Coloração	ACI/Banco amostral	%
C1	Esverdeada	102/728	14
C2	Marrom	171/728	23
C3	Marrom brilhante	24/728	3
C4	Preta	239/728	33
C5	Preta brilhante	192/728	26
<i>Conteúdo</i>			
Classificação	Presença De Elementos Não Fecais	ACI/Banco amostral	%
E1	Semente	120/728	51
E2	Pelo	63/728	27
E3	Muco	50/728	21
E4	Sangue	1/728	0
E5	Elemento Indeterminado	0/728	0

ACI - Amostras Com Indicadores; Banco amostral – (n=728).

CONCLUSÃO

A técnica de visualização a olho nu de amostras fecais mostrou-se efetiva para a caracterização de indicadores de escore fecal quanto a consistência (aspecto físico fecal), cor (coloração fecal por matiz), e conteúdo (presença de elementos não fecais) em pequenos ruminantes em pasto de vegetação nativa da Caatinga.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Caprinos e Ovinos e aos parceiros: Universidade Federal de Campina Grande – UFCG Campus Sumé e Instituto Federal do Piauí – IFPI Campus Paulistana.

FINANCIAMENTO

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA e Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola – FIDA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, F. S. et al. Effects of Increasing Levels of Total Tannins on Intake, Digestibility, and Balance of Nitrogen, Water, and Energy in Hair Lambs. **Animals**, v. 13, p. 1-16, 2023. <https://doi.org/10.3390/ani13152497>
- Almeida, F.G. et al. Toxemia dos pequenos ruminantes: Etiopatogenia e prevenção. **Pubvet**, v. 16, n. 07, e1172. 2022. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n07a1172.1-7>

- Araújo, G. G. L., et al. Manejo Nutricional de Caprinos e Ovinos em Regiões Semiáridas. 2. ed. Brasília, DF: **Embrapa**. 2020.
- Balabin, R. M.; Safieva, R. Z.; Lomakina, E. L. Gasoline classification using near infrared (NIR) spectroscopy data: comparison of multivariate techniques. **Analytica Chimica Acta**, v. 671, p. 27-35, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2010.05.013>.
- Beauchemin, K. A. et al. Symposium review: Gastrointestinal health and function in dairy cows — Diagnosis and dietary mitigation of subacute ruminal acidosis. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 3, p. 1420-1435, 2024.
- Clauss, M.; Lechner-Doll, M.; Streich, W. J. Ruminant diversification as na adaptation to the physicommechanical characteristics of forage. A reevaluation of na old debate and a new hypothesis. **Oikos**, 102: 253-262, 2003. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12406.x>
- Ferreira, D.J.; Zanine, A.M. Importância da pastagem cultivada na produção da pecuária de corte brasileira. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, n.3, p.1-18, 2007.
- Gaytán-Aleman, L., et al., Nutrient composition, digestibility, and intake of diets chosen by goats that grazed alfalfa and oat field residues. **Journal of Applied Animal Research**, 53(1).2025. <https://doi.org/10.1080/09712119.2025.2486265>
- Jones, M. L.; Navarre, C. B. Metabolic and Nutritional Diseases of Small Ruminants: Urolithiasis Management. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 38(1), 77-92.2022.
- Kersh, A.J.; Scasta, J.D.; Derner, J.D.; Lima, P.M.T.; Stewart, W.C, Breed differences and temporal dynamics of sheep diet selection relevant to sequential sheep–cattle grazing in a northern mixed-grass prairie, Small Ruminant Research, Volume 259, 2026. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2026.107768>.
- Looper, M. L.; Stokes, S. R.; Waldner, D. N.; Jordan, E. R. Managing Milk Composition: Evaluating Herd Potential. Cooperative Extension Service College of Agriculture and Home Economics. **Guide D-104**. New Mexico State University. March, 2001.
- Lyra, W. D. S.; Silva, E. C. D.; Araújo, M. C. U. D.; Fragoso, W. D.; e Veras, G. Classificação periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. **Química Nova**, v. 33, p. 1594-1597, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000700030>
- Medeiros, G. R. et al. Desafios e potencialidades da cadeia produtiva de pequenos ruminantes no Nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 2, e261452, 2024.
- Mila, T., et al. Hypocalcemia in meat and dairy ewes: Risk factors, clinical presentation, and preventive nutritional strategies. **Animals**, v. 14(3), 412.2024.
- Oliveira, R. L.; Barbosa, A. M. Barbosa. (2025). **Plantas forrageiras da caatinga**. 1ª ed. UFBA, Salvador, BA. 34p.
- Ortenzi L, Violino S, Costa C, et al. An innovative technique for faecal score classification based on RGB images and artificial intelligence algorithms. **The Journal of Agricultural Science**. 2023;161(2):291-296. [doi:10.1017/S0021859623000114](https://doi.org/10.1017/S0021859623000114)
- Pinto, M. S. C., et al. Suplementação estratégica de pequenos ruminantes em pastagem nativa no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 24, e2023001,.2023.
- Santos, G. R. A. (2007). **Caracterização da vegetação e da dieta de ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco**. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia, p.130.
- Santos, S.F.; et al. Efeito da casca de mamona sobre a produção, composição e ácidos graxos do leite de cabra. In: **Archivos de Zootecnia**. 60 (229): 113-122. 2011. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000100013>.
- Santos, S. F; Cândido, M. J. D.; Bomfim, M. A. D.; Galvani, D. B.; Ascheri, J. L. R. Consumo e digestibilidade de dietas contendo farelo de mamona

- extrusado fornecidas a cabras em lactação. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 2, p. 16-27, 2019a. doi: [10.32406/v2n12019/16-27/agrariacad](https://doi.org/10.32406/v2n12019/16-27/agrariacad)
- Santos, S. F.; Bomfim, M. A. D.; Cândido, M. J. D. Produção e composição do leite de cabras alimentadas com dietas contendo farelo de mamona extrusado. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 69-80, 2019b. doi: [10.32406/v2n12019/69-80/agrariacad](https://doi.org/10.32406/v2n12019/69-80/agrariacad)
- Santos, G. R. et al. Botanical composition and nutritional value of the diet selected by sheep and goats in Caatinga vegetation. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 4, p. 215-227, 2022.
- Schultheiss, W. Microorganisms in the Rumen - Indicators for Veld or Range Management Decisions. **Land & Livestock**. nº 100, p. 09-10, 2005.
- Silva, N. L., et al. Forage mass, carrying capacity, and floristic composition of Caatinga rangeland grazed by small ruminants. **Scientific Reports / Nature**, v. 11, n. 1, p. 14205. 2021.
- Silva, M. A. et al. Sustentabilidade multidimensional e inclusão produtiva na caprinocultura leiteira familiar. **Ciência Rural**, v. 53, n. 8, e20220314, 2023.
- Souto, R. J. C., et al. Periparturient metabolic profile in dairy goats with and without subclinical pregnancy toxemia. **Small Ruminant Research**, v. 199, 106374. 2021.
- Van Soest, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: 2ed. Cornell University Press, 476p.1994.
- Vettori, J. M. et al. Parity and nutrient total-tract digestibility in dairy cows during transition period. **Veterinary and Animal Science**, v. 22, 100313, 2023. doi:[10.2139/ssrn.4520385](https://doi.org/10.2139/ssrn.4520385).
- Zebeli, Q. et al. Pathophysiology of subacute ruminal acidosis (SARA) and its impact on the gut-liver axis in small ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 106 (Supplement).2023.
- Wittwer M. F., **Diagnóstico de desbalances de energía y proteínas mediante el análisis de muestras de leche y su impacto productivo en rebaños lecheros** [en línea]. Osorno: Serie Remehue (1996). Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/36382>. Acesso em: 20 jan. 2026.