

A ECONOMIA CIRCULAR NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE: UM ESTUDO DE CASO

RESUMO

Na pecuária, a aplicação da economia circular ocorre com a transformação de recursos em propriedades que utilizam os dejetos bovinos na produção de compostagem. O composto orgânico obtido passa a ser aplicado como fertilizante orgânico, produzindo alimentos de qualidade utilizados para a alimentação animal. Objetivou-se analisar a eficiência de uma propriedade agropecuária sob a perspectiva da economia circular, localizada no estado do Mato Grosso. Para tanto, realizou-se uma comparação de indicadores de desempenho na propriedade antes e após a implantação de um sistema de economia circular. A propriedade conseguiu melhor utilizar o esterco bovino produzido, que gerou um composto orgânico utilizado na fertilização das lavouras. Essas lavouras, usadas para a produção de alimento aos animais, foram mais eficientes e apresentaram maior qualidade nutricional, o que contribuiu com a redução da taxa de mortalidade. Concluiu-se que a economia circular é uma estratégia que contribui para que propriedades agropecuárias utilizem seus recursos próprios, de forma sustentável, o que beneficia, além também a produção animal.

Palavras-chave: Viabilidade de confinamento. Mortalidade. Sustentabilidade.

THE CIRCULAR ECONOMY IN BEEF CATTLE PRODUCTION: A CASE STUDY

ABSTRACT

In livestock farming, the application of the circular economy occurs with the transformation of resources into properties that use cattle waste in the production of compost. The organic compound obtained is applied as organic fertilizer, producing quality food used for animal feed. The objective was to analyze the efficiency of an agricultural property from the perspective of the circular economy, located in the state of Mato Grosso. To this end, a comparison of performance indicators was carried out on the property before and after the implementation of a circular economy system. The property was able to better utilize the cattle manure produced, which generated an organic compound used to fertilize crops. These crops, used to produce food for animals, were more efficient and had higher nutritional quality, which contributed to a reduction in the mortality rate. It was concluded that the circular economy is a strategy that helps agricultural properties use their own resources in a sustainable way, which also benefits animal production.

Keywords: Feasibility of confinement. Mortality. sustainability.

Adan Rees de Azevedo

Banco Bradesco
adan.rees@gmail.com

Leandro Carvalho Bassotto

Instituto Federal do Sul de Minas Gerais -
IFSULDEMINAS
bassotto.lc@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atender a demanda mundial por alimentos é um desafio para o agronegócio. A pecuária de corte é um importante setor da agropecuária brasileira e fornece renda para milhares de pessoas (AWASTHI et al., 2022). Entre as principais adversidades do setor, estão os desafios ambientais, como as emissões de gases de efeito estufa, poluição e eutrofização dos cursos de água, potencial aumento de acidez dos solos e comprometimento da biodiversidade (MOTTET et al., 2017; VARMA et al., 2021).

A economia circular é uma alternativa para a preservação do meio ambiente, pois transforma bens, recursos e/ou resíduos que se encontram ao final do seu ciclo para o início de outros, reduzindo desperdícios, reutilizando tudo o que pode ser aproveitado no sistema de produção e reciclando o que for possível. Esse método reduz as emissões de gases de efeito estufa em até 70 (STAHEL, 2016).

Na economia circular, os sistemas de produção utilizam os recursos naturais para o fornecimento de insumos, em suas produções, por meio do reaproveitamento e eficiência no uso de resíduos, consistindo em um modelo de circuito fechado e regenerativo (GEISSDOERFER et al., 2017). Este tipo de produção faz uso de todo o esterco produzido pelo rebanho (sólido e líquido) para processo de compostagem, sendo transformado em adubo orgânico, que é utilizado na produção de grãos e volumosos, utilizados na alimentação dos animais.

Uma das formas de controle da poluição na pecuária é o reaproveitamento do esterco bovino, saindo da forma de passivo ambiental (dever da propriedade em compensar os danos ou prejuízos advindos do processo produtivo) para ativo ambiental, ou seja, investimentos realizados pelas propriedades para contribuir com a sustentabilidade (KHAN et al., 2019). Estudos apontam o seu uso como um recurso vital e impulsionador da fertilidade do solo (AWASTHI et al., 2022). O processamento do esterco bovino, quando bem decomposto, na formação de compostagem, é rico em nutrientes essenciais ao crescimento de plantas como Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), com concentrações de até 0,55% de N, 0,28% de P₂O₅ e 0,52% de K₂O atuando como um excelente fertilizante orgânico na melhoria da produtividade do solo (PATIL et al., 2014; SCARLAT et al., 2018).

A aplicação de esterco bovino na produção aumenta a produção, eleva os níveis de proteína e de macronutrientes como potássio, cálcio, enxofre, magnésio e de micronutrientes como ferro, manganês e boro. Por isso, sua aplicação, como fertilizante orgânico, pode melhorar o crescimento e a produtividade das plantas, além de melhorar a fertilidade do solo em longo prazo (YOLCU et al. 2011). Além da compostagem do esterco bovino, existe também a do animal morto, que permite melhor aproveitar tais animais de forma mais adequada e ambientalmente correta, contribuindo assim para sustentabilidade da sua atividade e agregando com o processo de decomposição da matéria orgânica. Além disso, é

um valioso insumo para produção agrícola (OTENIO et al., 2010).

A economia circular utilizada na produção agropecuária realiza um ciclo que permite a compostagem, produção de grãos e volumosos utilizados na adaptação alimentar do rebanho, contribuindo com o aumento da sustentabilidade na bovinocultura de corte, a redução de custos de produção, dentre outros. Pesquisas dessa natureza são especialmente importantes para ampliar o conhecimento científico acerca da sustentabilidade em propriedades agropecuárias, bem como popularizar a utilização da economia circular, tema emergente e de grande importância para a contemporaneidade. Diante do exposto, objetivou-se analisar a eficiência de uma propriedade agropecuária sob a perspectiva da economia circular.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um sistema de confinamento de bovinos de corte em uma propriedade localizada no município de Nortelândia no Estado de Mato Grosso. Foram disponibilizados dados referentes à fertilidade do solo, taxa de mortalidade e um histórico dos principais acontecimentos ocorridos na propriedade e o processo de implantação da economia circular.

Os dados disponibilizados se referem aos anos de 2021 e 2022. Foram disponibilizados em uma planilha eletrônica do Microsoft Excel®. O primeiro procedimento foi a realização de uma análise preliminar que permitiu identificar diferentes aspectos relacionados à estrutura e formatação dos dados. Posteriormente, realizou-

se uma padronização, momento que os dados foram agrupados de forma que pudessem ser melhor analisados.

Foi realizado teste de comparação sobre o índice de mortalidade dos animais após a introdução do feno na alimentação de adaptação dos animais recém-chegados para posterior consumo da ração. Com base no índice de mortalidade dos animais, foi calculada a taxa de mortalidade antes da introdução do feno tifton (2021) e depois do feno tifton (2022) por meio da Equação (I).

$$\text{Taxa de Mortalidade} = \frac{\text{Animais mortos}}{\text{Animais abatidos}} \times 100 \quad (\text{I})$$

em que:

- Animais mortos: quantidade de animais que morreram no período;
- Animais abatidos: quantidade de animais que foram vendidos para o abate no período.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de confinamento foi instalado em 2012 com aproximadamente 10.000 animais. Em 2022, a propriedade tinha capacidade para 50.000 animais em dois sítios de produção (sistema de recria e terminação). Os animais foram adquiridos na fase de bezerros (recria) e criados até a fase adulta (terminação), cuja engorda e terminação ocorre no confinamento da propriedade até que os animais estejam aptos para o abate.

A propriedade possui áreas de agricultura com plantações de soja, milho e sorgo em sistema plantio direto, e capim tifton para produção de

feno, totalizando 1.019,74 ha de produção. O milho e o sorgo são utilizados para a produção de silagem, que é fornecida na alimentação dos animais, bem como o capim tifton, que é utilizado na produção de feno que acontece localmente.

A economia circular foi implementada na propriedade em 2018, quando passaram a utilizar esterco bovino e animais mortos na produção de compostagem que, posteriormente, passou a ser utilizada na agricultura como adubo orgânico. Quase toda a lavoura produzida, com exceção da soja, retorna como alimento para o rebanho, completando o ciclo da economia circular.

A utilização de compostagem é uma prática muito importante para a preservação ambiental. Uma vez que práticas sustentáveis se destacam por sua relevância e contemporaneidade (BASSOTTO et al., 2022), práticas ligadas à economia circular podem beneficiar muito esses sistemas, uma vez que melhor utiliza os recursos disponíveis e contribui com a preservação ambiental.

São produzidas, em média anual, cinco toneladas por hectare de composto orgânico e aplicados na lavoura e na área de pastagem. Quando necessário, são utilizados fertilizantes químicos na adubação, de forma complementar. Foram realizadas, em 2022, análises químicas e físicas do composto orgânico e do solo na profundidade de 0 a 20 cm. Esses dados são de 2022, quando as áreas possuíam três anos de aplicação da adubação orgânica. Em outras palavras, a análise do solo já contempla um maior tempo de investimento na melhoria da fertilidade do solo por meio da incorporação de matéria orgânica obtida, principalmente, por meio da compostagem.

Foram plantados 110 ha de capim tifton 85 (*Cynodon spp cv*) em solo de textura média para a produção de feno, sendo este um capim exigente em matéria orgânica e fertilidade do solo (MORAES et al., 2016). Em sua implantação, foi utilizado o composto orgânico na dosagem de 5 ton/ha/ano, possibilitando a realização de quatro a cinco cortes do capim no ano e produtividade superior a 80 ton/ha/ano. Tal produção foi possível graças ao aumento da fertilidade do solo, condição que beneficia, inclusive, no desempenho econômico da fazenda, que conseguiu reduzir seus custos de produção.

Os animais adquiridos, que chegam à propriedade, passam por adaptação alimentar antes da introdução da ração no confinamento, a fim de estimular a produção de bactérias amilolíticas, responsáveis pela degradação do amido presente nas rações e, também, para evitar o refugo de cocho (quando o animal rejeita a nova alimentação), que estava causando a morte de pelo menos 1,22% dos animais adquiridos, em função do estresse comportamental que os animais sofriam de um local para outro, principalmente, ao serem transferidos do pasto para o confinamento.

Para minimizar essa perda e diminuir o estresse de adaptação dos animais, foram introduzidas as bolas de feno de capim tifton produzidas na fazenda para a alimentação dos animais recém-chegados. Foi fornecida uma bola de feno, com peso médio de 13 kg por animal nos primeiros três dias e o consumo foi analisado. Após esse período, se os animais continuassem a rejeitar a ração no cocho, eram fornecidas as bolas de feno por mais dois dias para, posteriormente, o animal consumir somente a ração no cocho.

A análise química do composto orgânico revela a presença de elementos e constituintes essenciais e benéficos para a saúde das plantas (Tabela 1). Observou-se um conteúdo de carbono total e carbono orgânico de 3,59% e 2,37%, respectivamente, e para nitrogênio e fósforo 0,52% e 0,37%, respectivamente, sendo estes os elementos mais suscetíveis à variação em detrimento do uso de esterco bovino na

compostagem (LÓPEZ-CANO et al., 2015; SALES et al., 2018; GUENNOUN et al., 2022). Também foram observados aumentos nos teores de micronutrientes como zinco, cobre, manganês e boro. Tais adubações organizadas permitiram uma redução superior a 30% na utilização de insumos, fazendo com que a propriedade se torne mais sustentável.

Tabela 1. Análise química do composto orgânico utilizado na propriedade em 2022

Itens	Unidade	Resultados na	Resultados na Matéria Seca	
		Matéria Natural	(60 – 65 °C)	(110°C)
Umidade Perdida a (60°C)	%	16,99	-	-
Umidade Perdida entre (65°C – 110°C)	%	14,13	-	-
Umidade Total	%	31,12	-	-
Resíduo Mineral Total	%	62,69	75,52	91,01
Resíduo Mineral Insolúvel	%	51,49	62,03	74,75
Resíduo Mineral Solúvel	%	11,2	13,5	16,27
Matéria Orgânica Total (Combustão)	%	6,19	7,46	8,99
Matéria Orgânica Compostável	%	4,08	4,91	6,92
Matéria Orgânica Resistente a Compostagem	%	2,11	2,54	3,07
Carbono Total (orgânico e Mineral)	%	3,59	4,33	5,21
Carbono Orgânico	%	2,37	2,85	3,43
pH Cac2 0,01 m (1:5)	-	6,47	-	-
Nitrogênio Total	%	0,52	0,62	0,75
Relação C/N (C. Total e N. Total)	-	7/1	-	-
Relação C/N (C. Orgânico e N. Total)	-	5/1	-	-
Fósforo (P205) Total	%	0,37	0,44	0,54
Potássio (K 20) Total	%	0,05	0,06	0,07
Cálcio (Ca) Total	%	0,73	0,88	1,06
Magnésio (Mg) Total	%	0,17	0,2	0,24
Enxofre (S) Total	%	0,1	0,12	0,14
Zinco (Zn) Total	mg/Kg	73,2	88,19	106,27
Cobre (Cu) Total	mg/Kg	16,8	20,24	24,39
Manganês (Mn) Total	mg/Kg	90	108,43	130,66
Boro (B) Total	mg/Kg	64,56	77,78	93,73
Ferro (Fe) Total	mg/Kg	21760	26214,97	31591,17
CTC (Capacidade de Troca de Cátions)	mmol _c kg ⁻¹	60	-	-

Fonte: dados da pesquisa (2024).

A análise química do solo apontou valores elevados de Fósforo (P), acima de 50 mg/dm³ e de matéria orgânica acima de 30 g/dm³ em algumas áreas (Tabela 2), o que pode estar relacionado ao uso contínuo do composto orgânico, que contém dejetos bovinos. Segundo Moraes et al. (2016),

isso é importante pois contribui para a manutenção da fertilidade do solo em longo prazo e redução de custos. Por esse motivo, sua utilização deve ser implementada como prática de desenvolvimento não somente ambiental, mas também econômico.

Tabela 2. Análise química do solo da propriedade analisada no ano de 2022

Amos- tra	Pro- fund.	pH		P	K	Ca+MG	Ca	Mg	H	SB	CTC	MO	V
		Água	CaCl ₂	mg/dm ³		cmol /dm ³						g/dm ³	%
1	0-20	6,1	5,3	6,9	78,8	4,05	2,95	1,1	3,9	4,25	8,15	31	52,15
2	0-20	6,3	5,6	19,5	123,2	5,39	3,95	1,44	3,55	5,71	9,26	32,6	61,66
3	0-20	6,5	5,8	33,3	125,2	7,33	5,55	1,78	3,67	7,66	11,34	37	67,55
4	0-20	6,2	5,4	12,1	49,5	4,18	3,05	1,13	3,3	4,31	7,61	25,9	56,64
5	0-20	6,4	5,7	22,6	29,3	4,3	3,15	1,15	2,45	4,38	6,83	23,1	64,13
6	0-20	6,6	5,9	61,8	193,9	5,39	3,95	1,44	2,55	5,89	8,44	30,9	69,79
7	0-20	6,3	5,6	52,4	52,5	3,84	2,8	1,04	2,52	3,98	6,5	22,5	61,23
8	0-20	6,2	5,5	59,7	58,6	3,39	2,45	0,94	2,55	3,54	6,09	20,2	58,13
9	0-20	6,3	5,6	35,1	67,7	5,45	4	1,45	3,6	5,63	9,23	32,5	61,00
10	0-20	6,2	5,5	68,1	106,1	2,36	1,7	0,66	1,93	2,64	4,57	12	57,77
11	0-20	6	5,2	12,9	52,5	1,95	1,4	0,55	2,08	2,09	4,17	9,9	50,12
12	0-20	5,8	5	11,5	43,4	1,75	1,25	0,5	2,2	1,86	4,06	9,6	45,81
13	0-20	6,2	5,4	8,4	34,3	2,36	1,7	0,66	2,02	2,45	4,47	11,7	54,81
14	0-20	6,4	5,7	6	23,2	3,65	2,65	1	1,98	3,71	5,68	18,6	65,32
15	0-20	6,6	5,9	42,1	20,2	3,98	2,9	1,08	1,7	4,03	5,73	18,8	70,33
16	0-20	6,2	5,4	2,3	19,2	2,31	1,65	0,66	1,75	2,36	4,11	9,7	57,42
17	0-20	6,6	5,9	61	42,4	3,88	2,8	1,08	1,4	3,99	5,39	16,8	74,03

pH: potencial hidrogeniônico; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio (valores inferiores a 0,00 identificados em todas as amostras); H: Hidrogênio; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca catiônica; MO: Matéria orgânica; V: Saturação por bases (Ca, Mg e K).

Fonte: dados da pesquisa (2024).

O uso do esterco bovino como suplemento fertilizante na agricultura tem sido um aliado para a melhoria da produção e alguns autores revelaram aumento do carbono orgânico do solo com este uso (ZHANG et al., 2015). Nesses trabalhos, é unânime a importância que adubos orgânicos exercem para o solo, preservando a microbiologia do solo, além de sua estrutura físico/química.

O aumento da matéria orgânica do solo também contribui para o aumento da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) por elevar as cargas negativas e, com isso, ocorre um aumento da capacidade tampão do solo (ZHANG et al., 2015). Em outras palavras, é como se a matéria orgânica aumentasse a capacidade do solo em reter

nutrientes, condição que beneficia o aumento da produção. É possível observar que maiores quantidades de matéria orgânica também possuem maior quantidade de micronutrientes.

Refugo de cocho é a quantidade de alimento (volumoso e/ou concentrado) do cocho que o animal não come, cuja redução foi de 51%. Ao comparar o ano 2021, em que ainda não havia sido introduzido o feno na alimentação adaptativa aos animais recém-chegados ao confinamento, observou-se uma redução pela metade do refugo de cocho. A economia circular contribuiu para que houvesse menores desperdícios de volumoso no cocho.

Além da redução da taxa de refugo do cocho, houve também diminuição da mortalidade

dos animais de 1,22%, em 2021, para 0,56% em 2022, quando se passou a oferecer o feno, ou seja, redução de 49,16% (Tabela 3). Isso é importante para que se consiga reduzir os custos de produção e para que haja maior quantidade de animais disponíveis à venda ao final do sistema de criação, condição que ajuda a elevar as receitas da propriedade.

Tabela 3. Mortalidade de bovinos confinados na propriedade analisada, de 2021 a 2022

Mês	2021	2022	Diferença	
	Número (Nº)		Nº	%
Janeiro	21	33	12	57,14
Fevereiro	27	23	-4	-14,81
Março	54	30	-24	-44,44
Abril	63	13	-50	-79,37
Mai	43	14	-29	-67,44
Junho	30	28	-2	-6,67
Julho	42	21	-21	-50,00
Agosto	70	17	-53	-75,71
Setembro	44	21	-23	-52,27
Outubro	27	15	-12	-44,44
Novembro	28	8	-20	-71,43
Dezembro	25	18	-7	-28,00
Total	474	241	-233	-49,16
Abate	38.844	43.355	-	11,61

Fonte: dados originais da pesquisa (2024).

Um outro fator que tem auxiliado a propriedade na redução da taxa de mortalidade é o desmame precoce de bezerros. Em estudo de avaliação de desempenho de novilhas de corte, no início do confinamento, pesquisadores observaram que o animal, em fase de bezerro, ao ser desmamado precocemente, melhora o desempenho em comparação ao desmame mais tardio e posterior entrada imediata ao confinamento, e esse desempenho foi avaliado pelas respostas de proteína, de eficiência no ganho de peso e custos de alimentação (ARTHINGTON et al., 2008).

Estudos indicam que mudanças bruscas no sistema de produção dos bovinos causam estresses no rebanho, por esta razão, o manejo alimentar e de refúgio devem ser cautelosos e adaptativos, a fim de facilitar o bem-estar animal e um bom desempenho em relação às instalações e manejo (LOPES et al., 2021). Dessa forma, o desenvolvimento de produção de feno com uso de dejetos de compostagem propicia demonstrar a aplicação de uma economia circular para o agronegócio e como esta tem gerado resultados.

No caso da propriedade em estudo, identificou-se que a mortalidade de animais, em 2021, teve como um dos seus principais fatores o estresse causado por mudanças nas instalações e na alimentação. O ambiente para o animal ruminante necessita de um tempo maior para estabilização do consumo de matéria seca (BARBERO et al., 2017), no caso o feno tifton introduzido na alimentação adaptativa desses animais.

Esse processo ocorre como fruto de implantação de uma forma de economia circular que tem dado resultados em diminuição da mortalidade de bovinos, como demonstram os dados das Tabelas 3 e 4 com análise de mortalidade de bovinos nos anos que foram usados como base neste estudo.

Tabela 4. Análise de mortalidade de bovinos confinados nos anos 2021 e 2022 (em Reais)

	2021	2022	Diferença
Janeiro	94.500,00	148.500,00	-54.000,00
Fevereiro	121.500,00	103.500,00	18000,00
Março	243.000,00	135.000,00	108000,00
Abril	283.500,00	58.500,00	225000,00
Mai	193.500,00	63.000,00	130500,00
Junho	135.000,00	126.000,00	9000,00
Julho	189.000,00	94.500,00	94500,00

Agosto	315.000,00	76.500,00	238500,00
Setembro	198.000,00	94.500,00	103500,00
Outubro	121.500,00	67.500,00	54000,00
Novembro	126.000,00	36.000,00	90000,00
Dezembro	112.500,00	81.000,00	31500,00
Total	2.133.000,00	1.084.500,00	1.048.500,00

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A fase de adaptação dos animais no manejo alimentar se faz necessária para a diminuição do índice de mortalidade e melhoria do bem-estar animal, o que reflete no custo de produção e diminuição da perda monetária (benefício econômico) em pelo menos R\$1.048.500,00 – ao se considerar o preço do animal pronto para o abate (R\$4.500,00) e a diferença entre os animais mortos de 2022 para 2021 (233 animais).

A partir do caso estudado se observou que a aplicabilidade da economia circular na produção de bovinos, em sistema de confinamento, proporciona uma ação sustentável quando se faz a reutilização de itens que seriam descartados e que são passivo ambiental, transformando-os em um ciclo que beneficia a produção animal e a redução de custos na propriedade.

4. CONCLUSÃO

A adoção da economia circular em uma fazenda com o uso do esterco bovino no preparo de composto orgânico, que foi utilizado como fertilizante, demonstrou ser uma importante estratégia sustentável. Do mesmo modo, a economia circular contribuiu para que a propriedade em estudo aumentasse seu desempenho econômico. Assim, a economia circular demonstrou ser uma estratégia para que

propriedades agropecuárias se tornem mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ARTHINGTON, J.D.; QIU, X.; COOKE, R.F.; VENDRAMINI, J.M.B.; ARAUJO, D.B.; CHASE Jr, C.C.; COLEMAN, S.W. Effects of preshipping management of measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. **American Society of Animal Science**, v. 86, n. 1, p. 2016-2023, 2008.
- AWASTHI, S.K.; KUMAR, M.; SARSAIYA, S.; AHLUWALIA, V.; CHEN, H.; KAUR, G.; SIROHI, R.; SINDHU, R.; BINOD, P.; PANDEY, A.; RATHOUR, R.; KUMAR, S.; SINGH, L.; ZHANG, Z.; TAHERZADEH, M.J.; AWASTHI, M.K. Multi-criteria research lines on livestock manure biorefinery development towards a circular economy: From the perspective of a life cycle assessment and business models strategies. **Journal of Cleaner Production**, v. 341, p. 13862, 2022.
- BARBERO, R.P.; MALHEIROS, E.; NAVE, R.L.G.; MULLINIKS, J.T.; DELEVATTI, L.M.; KOSCHECK, J.F.W.; ROMANZINI, E.P.; FERRARI, A.C.; RENESTO, D.M.; BERCHIELLE, T.T.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grassland or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. *Agricultural Systems*. 153: 23-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.015>
- BASSOTTO, L. C., LOPES, M. A., PRADO, J. W., & COSTA, L. F. (2022). Sustentabilidade, produção e sucessão geracional em propriedades leiteiras mineiras. **RPCA**, v.16, n. 4, p. 88-102, 2022.
- GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N.M.P.; HULTINK, E.J. The circular economy: A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p.757-768, 2017.
- GUENNOUN, M.; ELQARS, E.; WAKRIM, A.; ELHAFDI, M. Sheep manure extract as a efficient organic compound for corrosion inhibition of carbon steel in a hydrochloric acid medium (1M). **Chemistry Africa**, v. 5, p. 987-996, 2022.

- KHAN, S.A.; SHARMA, G.K.; MALLA, F.A.; KUMAR, A.; RASHMI.; GUPTA, N. Microalgae based biofertilizers: A biorefinery approach to phycoremediate wastewater and harvest biodiesel and manure. **Journal of Cleaner Production**, v. 211, p.1412-1419, 2019.
- LOPES, M. A., DEMEU, F. A., REIS, E. M., CARVALHO, F. M., LIMA, A. L., BENEDICTO, G. C., . . . BARBARI, M. Impact of the adoption of environmentally correct technologies on the cost of dairy production and profitability of a total confinement production system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p.1741-1758, 2021.
- LÓPEZ-CANO, I.; ROIG, A.; CAYUELA, M.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; SANCHES-MONEDERO, M.A. Biochar improve N cycling during composting of olive mil wastes and sheep manure. **Waste Management**, v. 49, p. 553-559, 2016.
- MORAES, F.; LOPES, M. A.; BRUHN, R. P.; CARVALHO, F. M.; LIMA, A. L.; REIS, E. M. Efeito da irrigação de pastagens na rentabilidade de sistemas de produção de leite participantes do programa "Balde Cheio". **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.24, n.3, p.155-165, 2016.
- MOTTET, A.; DE HAAN, C.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G.; OPIO, C.; GERBER, P. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. **Glob. Food. Sec.**, v.14, p. 1–8, 2017.
- OTENIO, M. H.; CUNHA, C. M.; ROCHA, B. B. 2010. **Compostagem de carcaças de grandes animais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. 2010.
- PATIL, S.B.; CHITGUPEKAR, S.C.; PATIL, B.B. 2014. Modern tillage and integrated nutrient management practices for improving soil fertility and productivity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under rainfed farming system. **International Letters of Natural Sciences**, v.29, n. 10, p.1–12. 2014.
- SALES, A.; SILVA, A.R.; VELOSO, C.A.C.; CARVALHO, E.J.M.; MIRANDA, B.M. Carbono orgânico e atributos físicos do solo sob manejo agropecuário sustentável na Amazônia legal. **Colloquium Agrariae**, v. 14, p. 1-15, 2018.
- SCARLAT, N.; FAHL, F.; DALLEMAND, J.F.; MONFORTI, F.; MOTOLA, V. 2018. A spatial analysis of biogas potential from manure in Europe. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 94, p. 915–930, 2018.
- STAHEL, W.R. The circular economy. **Nature**, v. 531, p.435-438, 2016.
- VARMA, V.S.; PARAJULI, R.; SCOTT, E.; CANTER, T.; LIM, T.T.; POPP, J.; THOMA, G. Dairy and swine manure management– Challenges and perspectives for sustainable treatment technology. **Science Total Environmental**, v. 778, p.146319, 2021.
- YOLCU, H.; SEKER, H.; GULLAP, M.K.; LITHOURGIDS, A.; GUNES, A. 2011. Application of the cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions. **Australian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 8, p. 926-931, 2011.
- ZHANG, Y.; YANG, S.; FU, M.; CAI, J.; ZHANG, Y.; WANG, R.; XU, Z., BAI, Y.; JIANG, Y. 2015. Sheep manure application increases soil exchangeable base cations in a semi-arid stepp o Inner Mongolia. **Journal of Arid Land**, v. 7, n. 3, p. 361-369, 2015.