

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DO USO DE BIODIGESTORES EM
CONFINAMENTO DE BOVINOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM DIFERENTES RELAÇÕES
VOLUMOSO: CONCENTRADO

Acadêmica: Simone Carvalho Marques

Aquidauana-MS
Agosto/2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DO USO DE BIODIGESTORES EM
CONFINAMENTO DE BOVINOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM DIFERENTES RELAÇÕES
VOLUMOSO: CONCENTRADO

Acadêmica: Simone Carvalho Marques
Orientadora: Prof^a Dra Tânia Mara Baptista dos Santos
Co-orientadora: Prof^a Dra Cristiane de Almeida Neves Xavier

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia”.

Aquidauana – MS
Agosto/2017

M321a Marques, Simone Carvalho

Avaliação do uso de biodigestores em confinamento de bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso: concentrado/Simone Carvalho Marques.

Aquidauana, MS: UEMS, 2017.

53p. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado)- Zootecnia- Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Unidade Universitária de Aquidauana, 2017.

Orientadora: Profa. Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos.

Co-orientadora: Profa. Dra. Cristiane de Almeida Neves Xavier.

1.Biogás. 2.Biofertilizantes 3.Estrume. 4.Dietas.

5.Payback. I.Título.

CDD 23.ed. 665.776

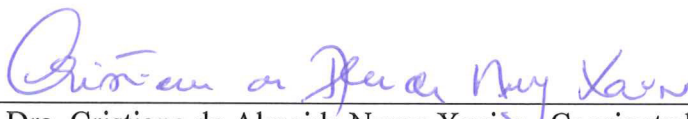
SIMONE CARVALHO MARQUES

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17/08/2017.



Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos - Orientadora.



Dra. Cristiane de Almeida Neves Xavier - Coorientadora.



Dr. Henrique Jorge Fernandes



Dr. Jorge de Lucas Junior

Epígrafe

*"Quando se busca o alto da montanha, não se dá importância às pedras do
caminho."*

(Sabedoria popular)

Dedico este trabalho não somente esta oportunidade, mas também a minha vida, minhas lutas, vitórias, derrotas, perseverança, à minha família, e tudo que sou a DEUS, que me ama, não me desampara, sempre me impulsiona, me levanta dos tombos da vida e me proporciona a dádiva de poder acordar e viver intensamente a cada dia, que me proporcionou a honra em fazer o Mestrado. Às minhas filhas Amanda e Larissa, parte da minha vida, amor incondicional, presentes de DEUS. Dedico a vocês essa vitória meus amores!

Aos meus pais, irmãos, cunhadas e sobrinhos pelo apoio e motivação nos momentos de cansaço.

E a todos meus amigos que tiveram presentes em minha vida, participando comigo destes dois anos de dedicação, esforço e conquista.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade em desenvolver meu projeto de pesquisa. Instituição que me graduei e tenho maior orgulho em fazer parte desta equipe de professores, administradores e funcionários!

Aos meus mestres, que me incentivaram a iniciar e concluir esta etapa tão grandiosa da minha vida, pelos conselhos, amizade, palavras e momentos que ficarão eternizados.

À minha orientadora Tânia Mara Baptista dos Santos, como você fez parte da minha vida profissional e pessoal. Uma profissional de excepcional gabarito, obrigada por tudo!

À minha co-orientadora Cristiane Almeida Neves Xavier “Cris”, minha amiga de graduação e agora me orientando no Mestrado, amizade de 20 anos construída com muita parceria. Uma profissional de excepcional gabarito, obrigada por tudo!

Obrigada Stanley, parceiro no campo e laboratório. Daiane, Elaine e Willian e obrigada pela parceria e pelos ensinamentos práticos que adquiri com vocês.

Aos meus amigos Stefany, Francielly, Jaqueline, Ingridy, Suellen e Kleber, foram muitos sábados de trabalho e vocês estavam ali comigo, no campo, no laboratório, obrigada pela amizade e parceria.

À equipe do prof. Henrique: Jéssica, Vinícius, Luana, Yasmin, muito obrigada pela parceria no campo e as trocas de informações.

Ao professor Henrique e ao professor Marcus Vinícius, pelo apoio, ensinamentos, amizade e a cedência do uso do laboratório de Nutrição animal.

Ao professor Jorge de Lucas Junior e Stela pela grande contribuição técnica para o desenvolvimento do trabalho.

À minha amiga Adriana Gouveia pela amizade, incentivo nos momentos que precisei!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1.1. Energia metabolizável	4
3.1.2. Produção e composição de estrume de bovinos de corte	5
3.1.3. Digestão anaeróbia de estrume de bovinos de corte	6
3.1.4. Uso agrônomo do biofertilizante de estrume de bovinos	8
3.1.5. Análise econômica do uso de biodigestores na produção animal	10
4. REFERÊNCIAS	16
CAPÍTULO 2 - BOVINOS DE CORTE RECEBENDO DIFERENTES DIETAS: VIABILIDADE ECONÔMICA DE BIODIGESTORES	22
RESUMO	23
SUMMARY	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÕES	29
BIBLIOGRAFIA	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	41

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição do esterco fresco de bovinos.	6
Tabela I- Componentes e características dos substratos de biodigestores operados com estrume de bovinos de corte confinados que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.	31
Tabela II- Produção de estrume de bovinos de corte ($\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.	32
Tabela III- Características dos biofertilizantes produzidos com estrume de bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso:concentrado na dieta.	33
Tabela IV- Macronutrientes (na MS, g kg^{-1}) em biofertilizantes produzidos com estrume de bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.	34
Tabela V- Micronutrientes (na MS, mg kg^{-1}) em biofertilizantes produzidos com estrume de bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso:	35

concentrado na dieta.

Tabela VI- Estimativas da produção de biofertilizantes e seus equivalentes em fertilizantes comerciais, para 1.000 bovinos de corte, que receberam diferentes relações de volumoso: concentrado na dieta. 35

Tabela VII- Estimativa da produção de biogás e energia elétrica, para 1.000 bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta. 36

Tabela VIII- Valores dos investimentos com o sistema de biodigestão, conjunto motogerador e piso do confinamento, e receitas com o biogás e biofertilizante gerados, dos quatro cenários analisados, em reais. 37

Tabela IX- Indicadores de viabilidade econômica dos quatro cenários analisados. 38

LISTA DE SIGLAS

ABC	Agricultura de baixo carbono
CAMP	Custo médio ponderado do capital
CH ₄	Metano
CV	Coeficiente de variação
EM	Energia metabolizável
EPI	Equipamento de proteção individual
FC	Fluxo de caixa
GEE	Gás de efeito estufa
Ha	Hectares
IL	Índice de lucratividade
kVa	Quilovolt-ampere
kw	Quilowatt
kwh	Quilowatt-hora
m ³	Metro cúbico
MN	Matéria natural
MS	Matéria seca
Nm ³ h	Normal metro cúbico por hora
PB	Proteína bruta
PCVZ	Peso de corpo vazio
pH	Potencial hidrogeniônico
PV	Peso vivo
ST	Sólidos totais
SV	Sólidos voláteis
VPL	Valor presente líquido
TIR	Taxa interna de retorno

RESUMO

A pressão por sistemas de produção animal cada vez mais sustentáveis, seja por razão ambiental ou mercadológica, tem levado os produtores a adotarem sistemas de manejo e tratamento de estrume que aliem benefícios sanitários, ambientais e de bem-estar animal, como o sistema de digestão anaeróbia. Uma vez que o sistema de tratamento de estrume deve ser considerado como um investimento na atividade, a análise e seleção de projeto que melhor se adeque ao sistema produtivo se torna crucial. Objetivou-se avaliar a viabilidade econômica de confinamentos de bovinos de corte, alimentados com dietas com diferentes relações volumoso: concentrado, considerando a implantação de biodigestores, a produção de biogás e de biofertilizante. As dietas tinham relação volumoso: concentrado de 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80. Foram utilizados oito animais dos quais os estrumes foram quantificados e utilizados para abastecimento de 16 biodigestores. Os biofertilizantes produzidos, de acordo com as dietas, foram analisados quanto aos teores de macro e micronutrientes. A viabilidade econômica foi avaliada por meio do Índice de Lucratividade (IL), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*. A produção de estrume diminuiu 100 g na matéria natural e 30 g na matéria seca para cada unidade percentual aumentada de concentrado na dieta. O aumento de concentrado na dieta levou ao aumento linear de fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, boro e cobre no estrume. Os IL variaram de 88 a 167%, com maior valor proveniente da dieta com 40% de concentrado. O VPL de cada cenário foi superior ao investimento inicial e a TIR chegou ao triplo da taxa de desconto. O *Payback* descontado variou de 3 a 4 anos. Conclui-se que

todos os cenários avaliados apresentaram alta lucratividade e curto tempo de espera de retorno do capital investido.

Palavras-chave: Biogás, biofertilizante, estrume, dietas, *payback*.

ABSTRACT

Currently, sustainable animal production systems are required, either for environmental or marketing issues. Therefore, some farmers adopt manure management and treatment systems which link sanitary and environmental benefits to animal welfare, as anaerobic system, for example. Since anaerobic digesters present high initial investment costs, the projects should be chosen based on economical viability studies. The aim was to evaluate the economical feasibility of feedlots considering beef cattle fed diets containing different forage to concentrate ratios, digester building, and biogas and biofertilizer production. The forage to concentrate ratios in the diets were 80:20, 60:40, 40:60 and 20:80. Eight animals were used in this study, from which the dungs were quantified and used to feed 16 digesters. The biofertilizers generated according to the diets were analyzed for macro and micronutrient contents. The economical feasibility was evaluated through the Profitability Index (PI), Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Payback. Daily dung production decreased 100 g on fresh matter basis and 30 g on dry matter basis for each increased percentage point of concentrate in the diet. The increase of concentrate in the diet led to the linear increase of phosphorus, calcium, magnesium, sulfur, boron and copper in the dungs. The PI ranged from 88 to 167%, with higher value for diet containing 40% concentrate. The NPV of each scenario was higher than the initial investment and the IRR was three times higher than the discount rate. Discounted payback ranged from 3 to 4 years. Therefore, all scenarios evaluated showed high profitability and short-term for return on invested capital.

Keywords: Biogas, biofertilizer, dung, diets, payback.

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte apresenta-se em constante crescimento e os rejeitos dessa atividade tem se tornado um dos pontos que demandam muita atenção, pois envolvem discussões em praticamente toda a cadeia produtiva, tanto em âmbito nacional como internacional.

Além disso, a responsabilidade ambiental das atividades agropecuárias tem sido muito discutida e cobrada pelos órgãos ambientais e sociedade, reafirmando, assim, a importância do tratamento dos estrumes produzidos com o intuito de se evitar a contaminação do meio, bem como da possibilidade de agregar valor com a reciclagem orgânica em áreas agrícolas.

O estrume de bovinos constitui uma importante parcela da biomassa produzida no sistema de produção. Costa (2005) ao avaliar a produção de estrume por bovinos em confinamento relatou coeficiente de resíduo de 3,03, ou seja, para cada quilograma de animal produzido, foram gerados 3,03 kg de dejetos (matéria seca). Ao considerar-se a produção brasileira de bovinos confinados em 2015, de 5,05 milhões (ABIEC, 2017) e o coeficiente de resíduo acima relatado, é possível estimar que tenham sido produzidos cerca de 15 milhões de toneladas de estrume (matéria seca) no período, uma quantidade razoavelmente preocupante, caso nenhum sistema de tratamento seja adotado.

A composição físico-química do estrume é outra importante característica que deve ser considerada. Møller et al. (2004) citam que a composição dos estrumes de bovinos, variam em função de diversos fatores como a espécie animal, a raça, a idade, sendo a alimentação a que mais influencia na

composição desses estrumes. Ademais dentre os gases gerados, o metano (CH_4) é o mais poluente, sendo a produção deste dependente da composição química dos compostos orgânicos (carboidratos, lipídios e proteínas) contidos nas fezes, urina, palhas e camas, que podem fazer parte do resíduo total (MØLLER et al., 2004).

Adicionalmente, a bovinocultura de corte é frequentemente apontada como uma das grandes responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa, como metano e óxido nitroso (N_2O), sendo as principais origens de emissão a fermentação entérica e os estrumes.

O Brasil está entre os cinco países e regiões com as maiores emissões de CH_4 por fermentação entérica associada a ruminantes (EPA, 2011). A terceira edição do relatório das Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil estimou que em 2010, o total de emissões de metano pela pecuária brasileira foi de 11.873,20 Gg, sendo 11.265,10 Gg atribuídas à fermentação entérica e 608,10 Gg a sistemas de manejo de estrume de animais (BRASIL/ MCTI, 2016).

Dentre essas práticas, o uso de digestores anaeróbios em confinamentos comerciais poderia facilmente auxiliar na mitigação dos gases emitidos no sistema, já que grande parte da degradação dos estrumes ocorreria no interior do digestor, sendo os gases retidos e aproveitados. Assim, a mitigação se daria de duas formas, evitando a emissão de gases para a atmosfera, em especial o metano, e utilizando o seu valor energético através da combustão. Destaca-se, ainda, que a combustão do metano resulta em gás carbônico que, devido ao seu peso molecular, retém 25 vezes menos calor na atmosfera, ou seja, é 25 vezes menos impactante que o metano (EPA, 2017).

Para que os biodigestores sejam implementados no sistema de produção, é necessário, assim como qualquer outra benfeitoria, que sejam devidamente identificados os custos e benefícios do uso desse processo de conversão da matéria orgânica em biogás e biofertilizante, e que a viabilidade econômica seja avaliada.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Avaliar a viabilidade econômica do uso de biodigestores operados com estrume de bovinos de corte alimentados com dietas com diferentes relações volumoso:concentrado.

2.2. Objetivos Específicos

- Estimar a produção de estrume (kg por animal/dia);
- Avaliar as características físico-químicas do biofertilizante;
- Avaliar a viabilidade econômica do uso do biofertilizante como substituto de fertilizante mineral;
- Avaliar a viabilidade econômica do uso do biogás como substituto à energia elétrica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1.1. Energia metabolizável

A energia metabolizável (EM) é calculada descontando-se da energia digestível as perdas energéticas na forma de urina e gases, representa a fração energética que será utilizada pelo animal ou perdida como calor (MARCONDES et al., 2010). A utilização e a eficiência da EM utilizada pelo animal varia de acordo com sua função fisiológica, se faz necessário então conhecer como o animal a usa para suas funções metabólicas (REGADAS FILHO et al., 2011).

Há uma menor exigência de energia metabolizável para machos inteiros devido à produção do hormônio testosterona, que proporciona melhor anabolismo do nitrogênio endógeno, diminuindo a quantidade da ureia eliminada do organismo e aumentando o nível de aminoácidos circulantes, determinando maior eficiência no ganho de peso (PINHEIRO, 2007).

Paulino (2006) encontrou valores de EM de 103,26; 100,57 e 113,81 kcal/kg de peso de corpo vazio metabólico ($PCVZ^{0,75}$) para machos não-castrados, machos castrados e fêmeas, respectivamente. Valadares Filho et al. (2006), em compilação de dados da literatura nacional obtidos com animais zebuínos, encontraram valores de 109,35; 109,77 e 108,22 kcal/kg $PCVZ^{0,75}$ para essas mesmas classes sexuais.

A demanda de proteína para manutenção de um bovino é igual às perdas metabólicas fecais e urinárias, além daquelas perdas de proteína por descamação. O valor diário de exigência de proteína metabolizável (PM) para

manutenção é $3,8 \text{ g/kg/PV}^{0,75}$, sendo esse valor adotado pelo NRC (2000).

Em sistemas de confinamento bovino, a relação volumoso:concentrado promove maiores ganhos de peso aos animais devido ao maior aproveitamento dos nutrientes contidos na dieta. Missio et al. (2009), trabalharam com confinamento de tourinhos em diferentes proporções de volumoso:concentrado; 22, 40, 59 ou 79%. O consumo de matéria seca (kg/dia) não foi influenciado pelos níveis de concentrado utilizados na dieta.

Os autores constataram que o aumento da proporção de concentrado de 22% para 79% em dietas à base de silagem de milho melhora o desempenho animal, mas reduz a lucratividade da terminação de tourinhos em confinamento com 14 a 16 meses de idade, Isso foi explicado quando o preço do concentrado atingiu cerca 26% e 53% do preço do boi gordo (MISSIO et al., 2009).

Orrico Júnior et al. (2010), avaliaram possíveis alterações na composição do estrume de bovinos alimentados com dietas contendo relação volumoso:concentrado de 60:40 e 40:60, a degradação dos substratos foi maior nas dieta com 40:60, pode-se observar o efeito da dieta no processo. Os mesmos autores observaram que as reduções de Sólidos Totais (ST), Sólidos voláteis (SV), Fibra Detergente neutra (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) e celulose dos estrumes de bovinos que consumiram a dieta com 60% de concentrado, foram superiores às obtidas nos estrumes de bovinos alimentados com 40% de concentrado.

3.1.2. Produção e composição dos estrumes de bovinos de corte

Os estrumes variam de acordo com sua origem, quantidade ingerida e quantificação e caracterização para que se possa fazer a correta escolha do

sistema de tratamento e a reciclagem (XAVIER, 2009).

Pauletti & Motta (2004) citam que um bovino adulto excreta 23,5 kg de fezes e 9,1 kg de urina/dia. De acordo com estes autores, estes estrumes apresentam as seguintes características (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição do esterco fresco de bovinos.

Nutrientes	Composição
Matéria seca (%)	15
Nitrogênio (%)	1,5
Fósforo (%)	1,4
Potássio (%)	1,5
Zinco (mg.kg ⁻¹)	7,6
Cobalto (mg.kg ⁻¹)	21
Ferro (mg.kg ⁻¹)	105
Manganês (mg.kg ⁻¹)	2,3

Fonte: Pauletti & Motta (2004).

Orrico Júnior et al. (2012) observaram que estrume de bovinos em confinamento produzidos a partir de dieta com menor proporção de volumoso:concentrado (40:60) apresentaram maiores teores de carboidratos de rápida degradação e menores teores das frações fibrosas, como consequência da maior proporção de concentrado na dieta. Foram observados aumentos de 9,4; 10,36 e 22,3% nos teores de FDN, FDA e lignina, respectivamente, quando a dieta passou para 60% de volumoso (60:40).

3.1.3 Digestão anaeróbia dos estrumes de bovinos de corte

O desenvolvimento de tecnologias no meio agropecuário, a preocupação com a degradação ambiental pelas atividades produtivas com estrume de bovinos em confinamento, tem despertado interesse em desenvolver trabalhos que quantifiquem e reduzam o impacto ambiental gerado pelos mesmos. Assim,

a digestão anaeróbia é considerada por muitos estudiosos um dos melhores meios de tratamento e aproveitamento econômico dos estrumes de animais.

O processo de digestão anaeróbia envolve diferentes populações microbianas e esse processo ocorre em quatro fases (TIETZ et al., 2017).

- Hidrólise, responsáveis pelas transformações de substâncias complexas em simples pela atuação das bactérias aeróbicas e microaeróbicas que irão decompor carboidratos, gorduras e proteínas dando origem à compostos orgânicos simples como aminoácidos, ácidos graxos e açúcares.

- Acidogênese, nesta fase, boa parte dessa material orgânica servirá como meio de cultura às bactérias saprófitas (facultativas), que liberaram vários ácidos (propanóico, butanóico, láctico) e produtos de degradação intermediária (CO_2 e H_2O).

- Acetogênese, essa fase é uma das mais delicadas do processo, pois é necessário manter o equilíbrio para que a quantidade de hidrogênio gerado seja pelas Archeas.

- Metanogênica, essa fase sera responsável por transformar esses ácidos, principalmente o ácido acético em: H_2S , H_2O , NH_3 e CH_4 . Por sua vez essa fase exige intenso cuidado, pois as metanogênicas pode ser afetadas por inúmeros fatores, diminuindo sensivelmente a produção de gás.

O biogás possui, como composição típica, 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio (Coelho et al., 2006).

Para que o processo de produção de biogás ocorra, alguns fatores são importantes, como a temperatura, o pH, a concentração de nutrientes e dos sólidos da solução. A temperatura ideal para a produção de biogás está em torno de 35°C e o pH tem sua faixa entre 7,0 e 8,0 (BONTURI & VANDIJK, 2017).

Vários fatores podem interferir sobre a produção de metano dos estrumes, mas, sem dúvida nenhuma, a qualidade dos sólidos voláteis contidos nos estrumes é o principal fator. Segundo MØLLER et al. (2004), a produção de metano é dependente da composição química dos compostos orgânicos (carboidratos, lipídios e proteínas) contidos nas fezes, urina, palhas e camas, que podem fazer parte do resíduo total. Segundo os autores, há uma grande variação na composição dos resíduos de origem animal devido a fatores, como: a espécie e categoria animal, dieta, uso de cama e a taxa de degradação dos resíduos.

De maneira geral, os estrumes de ruminantes apresentam alta concentração de fibra e assim, baixos potenciais de produção de biogás. No entanto, o menor desempenho destes animais na conversão do alimento em produto e, conseqüentemente, a maior produção de estrume faz com que estes apresentem elevados potenciais de emissão de metano por kg de alimento produzido (ORRICO JUNIOR, 2011).

3.1.4. Uso agrônômico do biofertilizante de estrume de bovinos

A adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas (LIMA, 2010) e os diferentes tipos de adubação (orgânica e química) podem influenciar nas características físico-

químicas do cultivar e provocar alterações nas propriedades químicas do solo de modo a alterar a sua qualidade.

Na adubação orgânica, o adubo ou fertilizante orgânico é o produto de origem vegetal, animal ou agroindustrial que aplicado ao solo proporciona a melhoria de sua fertilidade e contribui para o aumento da produtividade e qualidade das culturas (TRANI, 2013).

Dessa forma, os biofertilizantes são uma alternativa para pequenos produtores rurais, pois apresentam redução de custos com fertilizantes químicos além de possuírem em sua composição microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de sais e adição de compostos orgânicos e inorgânicos que atuam na planta e no solo (SANTOS & NOGUEIRA, 2012).

O biofertilizante possui na sua composição nutrientes mais facilmente disponíveis, quando comparados a outros adubos orgânicos, sendo possível a melhoria das propriedades químicas do solo ao elevar os teores de P, Ca e Mg (SILVA et al., 2012).

Já na sua forma líquida apresenta em sua composição microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de sais e adição de compostos orgânicos e inorgânicos que atuam não só na planta, mas também sobre a atividade microbiana do solo (SANTOS & NOGUEIRA, 2012).

O esterco bovino líquido promove a estruturação física do solo, e quando aplicado na superfície do substrato forma uma camada que impede as perdas de água por evaporação (CAVALCANTE et al., 2010).

A adubação como fonte mineral promoveu as maiores quantidades de massa de forragem e de colmo, quando foram utilizados biofertilizante de

efluentes de biodigestores abastecidos com estrume de bovinos e capim Tanzânia (JUNQUEIRA et al., 2014).

Biofertilizante de origem bovina na dosagem de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi utilizada antes da semeadura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Como resultado, a melhor produtividade foi obtida nos tratamentos que receberam o biofertilizante (GALBIATTI et al., 2011).

Trabalhos com biofertilizantes de origem bovina no cultivo de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) demonstraram que melhores rendimentos relacionados às trocas gasosas, como fotossíntese, transpiração e condutância estomática foram obtidos com o uso do biofertilizante (SILVA et al., 2011).

Ao utilizar biofertilizante de estrume de bovinos em mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), Cavalcante et al. (2010) observaram que o produto aplicado na superfície do substrato formou uma camada que impediu as perdas de água por evaporação, de modo que as células vegetais permaneceram por mais tempo túrgidas, comparadas às que não receberam o biofertilizante.

3.1.5. Análise econômica do uso de biodigestores na produção animal

Além da viabilidade técnica do uso do biodigestor (qualidade do biofertilizante e produção do biogás), a avaliação econômica é um importante instrumento para auxiliar no processo de decisão da adoção do sistema de digestão anaeróbia, bem como na manutenção deste nas estratégias de uso dos recursos energéticos dentro da propriedade.

Há disponíveis vários modelos e métodos para a avaliação econômica de projetos, dentre os quais está o fluxo de caixa descontado, um dos mais

utilizados, o qual considera despesas e receitas (saídas e entradas de caixa), e considera ainda o horizonte do projeto (período de análise), a vida útil do projeto, o custo de oportunidade de se entrar na atividade e a taxa mínima de atratividade, que corresponde ao retorno da atividade em relação ao custo de oportunidade (MACEDO & NARDELLI, 2008).

Assim, o método de fluxo de caixa é uma análise tradicional de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento, cuja principal característica baseia-se no fato de que não há como comparar quantias em prazos diferentes, uma vez que um mesmo montante tem valores diferentes em períodos diferentes, ou seja, as oportunidades atuais não se retornarão no futuro. Assim, o pressuposto do método é garantir que as entradas futuras deverão ser suficientes para pagar um empréstimo contraído hoje de valor igual ao investimento, ou pelo menos igualar os custos de oportunidade do capital (MACEDO & NARDELLI, 2008):

Aliado a este método estão os indicadores relativos a cada alternativa de investimento, sendo os principais (MACEDO & NARDELLI, 2008):

- Valor Presente Líquido (VPL): o VPL refere-se à diferença, no início do projeto (data presente), entre as entradas futuras geradas pelo projeto e os investimentos feitos. A melhor alternativa é a que apresenta maior VPL, dentre as que possuem VPL positivo.

- Taxa Interna de Retorno (TIR): o VPL de qualquer projeto diminui com o aumento da taxa de desconto. A TIR é a taxa de desconto que torna nulo o VPL de um determinado projeto, representando, assim, a taxa acima da qual o VPL do investimento torna-se negativo.

A avaliação econômica da implantação de biodigestores deve ser realizada considerando-se as particularidades de cada projeto, já que pode haver variação do tipo de material de construção, custos de mão-de-obra, uso da energia produzida, distância da fonte de resíduos e do local de utilização do biogás, valor da energia alternativa, região de implantação, necessidade de adaptações em equipamentos e instalações e uso ou comercialização do biofertilizante. Estes fatores podem variar de um sistema de produção para outro e seu conjunto determinará o sucesso da implantação do biodigestor (SANTOS, 2001). Acrescenta-se ainda a possibilidade de venda dos créditos de carbono e venda do excedente de energia elétrica (co-geração).

Após avaliar a viabilidade econômico-financeira da implantação de diferentes modelos de biodigestores em duas propriedades rurais produtoras de suínos, JUNGES et al. (2009) observaram que os indicadores resultaram em inviabilidade econômica para a propriedade que não realizava a venda de créditos de carbono, e viabilidade naquela que o fazia, com retornos já no segundo ano após a implantação do biodigestor. Também observaram que a produção de estrume é proporcional à viabilidade econômica e financeira da implantação de biodigestores convencionais, de forma que a baixa produção de estrume inviabiliza o projeto.

Há de se destacar que o uso dos subprodutos do processo (biogás e biofertilizante) são pontos cruciais para a viabilidade econômica. Cervi et al. (2010) em análise da viabilidade econômica de um sistema biointegrado para geração de eletricidade com o aproveitamento de estrume de suínos (consumo médio de energia elétrica de 17,1 kWh por dia), verificaram um fluxo de caixa negativo do primeiro ao décimo ano, resultando em indicadores de viabilidade

economicamente inviáveis, os quais os autores atribuíram à falta de dimensionamento técnico apropriado da demanda de energia frente à oferta de energia do grupo gerador. O sistema de produção de biogás em questão seria viável do ponto de vista econômico, se o consumo de energia elétrica for de 35 kWh por dia.

O estudo de viabilidade econômica é fortemente influenciado pelo valor do preço da energia e pela quantidade de energia fornecida pelo gerador. Quanto maiores esses parâmetros, maior será o custo evitado com a compra de energia da concessionária (SILVA et al. 2015). Os autores avaliaram o potencial energético encontrado com o uso de biodigestor operando com estrume de bovinos leiteiros, equinos e ovinos em uma pequena propriedade rural, e concluíram que o projeto era viável economicamente para a geração de energia elétrica, suprimindo a demanda dos equipamentos de ordenha e conservação do leite. O investimento se pagaria em 3,7 anos. Segundo os autores, a composição do biogás também interfere na eficiência do gerador, quanto maior a quantidade de metano, maior será a poder calorífico do combustível gerado.

Nos EUA a digestão anaeróbia como sistema de tratamento de estrume é uma opção economicamente viável apenas para produtores de leite com plantel maior que 500 vacas. Entretanto, 90% dos produtores americanos possuem menos que 200 animais, o que torna essa tecnologia economicamente inacessível para a vasta maioria das granjas leiteiras (Klavon et al., 2013).

Assim, os autores supracitados avaliaram a viabilidade econômica de digestores em pequena escala (100 a 250 vacas), em diferentes cenários, para

reavaliar o tamanho mínimo do plantel necessário para a adoção economicamente viável dos digestores. Os resultados da análise do fluxo de caixa mostraram que os custos totais de capital, custos de capital por vaca e custos líquidos por vaca diminuíram com o aumento do tamanho do rebanho. Entre os fluxos de receita existentes, o uso de sólidos digeridos como cama, produziu a maior receita, seguido de uso de biogás para aquecimento e/ou geração elétrica.

Os autores ainda observaram que nenhum cenário apresentou fluxo de caixa positivo nas condições assumidas (taxa de desconto de 8%, prazo de 20 anos). No entanto, seis dos 16 sistemas tiveram fluxos de caixa positivos quando 50% do rateio de gastos foi incluído na análise. Assim, o uso de sistemas de digestão anaeróbia economicamente viáveis são possíveis em granjas com plantel a partir de 250 vacas.

Para bovinos de corte, em estudo de caso de natureza exploratória descritiva em confinamento, Montoro et al. (2017) avaliaram a viabilidade econômica da implantação de biodigestores para tratamento dos resíduos, em distintos cenários, com plantéis de 300, 900 e 2700 cabeças. O investimento se mostrou viável para confinamento com plantel a partir de 200 cabeças, e altamente atrativo, com VPL superior ao investimento inicial, resultando em um índice de lucratividade de 112% (cenário para 900 cabeças), este elevado índice foi traduzido pela TIR que superou o custo financeiro em três vezes.

A análise da viabilidade econômico-financeira da implantação de um biodigestor para confinamento de bovinos de corte para 5000 animais (4 ciclos ao ano) realizada por Montoro et al. (2017) mostrou ser um investimento altamente viável, uma vez que a produção e uso do biogás e biofertilizante na

propriedade como fontes de receitas, resultaram em agregação de valor à atividade pecuária, confirmada pelo fluxo de caixa livre que permitiram recuperar o investimento em 3,8 anos, com uma TIR de 26,40%, superior à taxa mínima de atratividade. Os autores destacaram que o fluxo de caixa positivo no primeiro ano de operação e a recuperação rápida do investimento garantiriam ao produtor a rápida liquidez no fluxo financeiro da propriedade que utiliza fontes subsidiadas de financiamento para esse fim.

Já Calza et al. (2015), avaliaram os custos de implantação de diferentes modelos de biodigestores e concluíram que independente da capacidade do biodigestor, o modelo Indiano apresentou maior custo de construção e o Canadense apresentou o menor custo de produção de energia a partir do biogás, sendo o mais indicado para um plantel de 100 bovinos.

4. REFERÊNCIAS

ABIEC. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Perfil da Pecuária no Brasil – Relatório Anual 2016. Disponível em <http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>. Acesso em: out. 2017.

BONTURI, G. L; VAN DIJK, M. **Instalação de biodigestores em pequenas propriedades rurais: análise de vantagens socioambientais**. Disponível em: [http:// www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/BE310](http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/BE310). Acesso: jul.2017.

BRASIL/MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Terceiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. relatórios de referência: emissões de metano por fermentação entérica e manejo de dejetos de animais**. Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/publicacoes>. 2016. 150p.

CALZA, L. F.; LIMA, C. B.; NOGUEIRA, C. E. C.; SIQUEIRA, J. A. C. SANTOS, R. F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 990-997, 2015.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p.251-261, 2010.

CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. T., BUENO, O. C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suínica para geração de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.831-844, 2010.

COELHO, S. T.; Velásquez, S. M. S. G.; Silva, O. C.; Pecora, V.; Abreu, F. C. Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto. In: Congresso Brasileiro de Energia, 11, 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: PIPGE, 2006. 5p.

EPA - Environmental Protection Agency. **Inventory of U. S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks**: 1990–2009. Publication 430-R-11–005. EPA, Washington, DC. 2011.

EPA – Environmental Protection Agency. **Inventory of U. S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks**: 1990–2015. United States Environmental Protection Agency. Publication 430-P-17–001, Washington, DC. 2017, 633p. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/201702/documents/2017_complete_report.pdf. Acesso em: jun. 2017.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 167-177, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Disponível em: www.brasil.gov.br > Economia e Emprego > 2016 >. Acesso em: maio. 2017.

JUNGES, D. M.; KLEINSCHMITT, S. C.; SHIKIDA, P. F. A.; SILVA, J. R. Análise econômico-financeira da implantação do sistema de biodigestores no Município de Toledo (PR). **Revista de Economia**, v. 35, p. 7-30, 2009.

JUNQUEIRA, J. B.; CANGANI, M. T.; RONDINI, R.; LUCAS JUNIOR, J. **Utilização de biofertilizante e composto na produção de forragem**. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014 Centro de Convenções “Arquiteto Rubens Gil de Camillo”- Campo Grande -MS 27 a 31 de julho de 2014.

KLAVON, K. H.; LANSING, S. A.; MULBRY, W.; MOSS, A. R.; FELTON, G. Economic analysis of small-scale agricultural digesters in the United States. **Biomass and Bioenergy**, v. 54, p. 36–45, 2013.

LIMA, R. L. Crescimento de plantas de pinhão manso em função da adubação orgânica e mineral. In: Congresso brasileiro de mamona, 4º simpósio internacional de oleaginosas energética, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010, p. 528-534.

MACEDO, M. A. S.; NARDELLI, P. M.; **Utilizando opções reais na análise de viabilidade de projetos de investimento agropecuários**: Um ensaio teórico. Sociedade Brasileira de Economia. Administração e Sociologia Rural. Rio Branco- Acre, 2008.

MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; GIONBELLI, M. P.; PAULINO, P.V.R.; PAULINO, M.F. Exigências nutricionais de energia para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C., MARCONDES, M.I.;CHIZZOTTI, M.L.;PAULINO, P.V.R. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE. 2 ed. Viçosa: 2010. p. 85-100. 2010.

COSTA, M. S. S. M. **Caracterização dos dejetos de novilhos superprecoces: reciclagem energética e de nutrientes**. 2005. 126 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2005.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção** - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, 2010. v. 1 e 2.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. S.; SACHET, R. H.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1309-1316, 2009.

MOLLER, H. B.; SOMMER, S. G.; AHRING, B. K. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. **Biomass Bioenergy**, v.26, p.485-495, 2004.

MONTORO, S. B.; SANTOS, D. F. L., LUCAS JR, J. Análise econômica de investimentos que visam à produção de biogás e biofertilizante por meio de biodigestão anaeróbia na bovinocultura de corte. **Revista Eletrônica Mestrado em Administração**, v. 5, p. 23-34, 2013.

MONTORO, S. B.; SANTOS, D. F. L.; LUCAS JR, J. Economic and financial viability of digester use in cattle confinement for beef. **Engenharia Agrícola**, v. 37, p. 353-365, 2017.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 2000. 242p.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. Influência da relação volumoso: concentrado e do tempo de retenção hidráulica sob a biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.386-394, 2010.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 399-410, 2011.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, E. A. Biodigestão anaeróbia dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. Sistemas de produção animal e agronegócio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 1533-1538, 2012.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Fontes Alternativas de Nutrientes para Adubação de Pastagens**. XXI Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2004.

PAULINO, P. V. R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. 2006. 159f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

PINHEIRO, R. M. K. **Influência do grupo genético, condição sexual e uso de bioterápico, nas características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte**. 2007, 116p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Medicina Veterinária, Niterói, 2007.

REGADA FILHO, J. G, L; PEREIRA, E. S; VILLARROEL, A. B. S; PIMENTEL, P. G; FONTENELE, R.M; COSTA, M. R. G. F; MAIA, I. S. G; SOMBRA, W. A.

Efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and gain and evaluation of Small Ruminant Nutrition System model in Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2558-2564, 2011.

SANTOS, I. A.; NOGUEIRA, L. A. H. Estudo energético do esterco bovino: seu valor de substituição e impacto da biodigestão anaeróbia. **Revista Agroambiental**, v. 4, p. 41-49, 2012.

SANTOS, T. M. B. **Balanço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frango de corte**. 2001. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia - Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 383-389, 2011.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; MARIA, A. M. ARAÚJO. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p. 253-257, 2012.

SILVA, J. M.; SILVA, L. J.; TIAGO FILHO, G. L. **Avaliação do potencial e viabilidade econômica de aproveitamento energético de biogás em um biodigestor adaptado para uma pequena propriedade rural**. In: 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural - AGRENER, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2015, 10p.

TIETZ, C. M; SOARES, P. R. H; SANTOS, K. G. *Produção de energia pela biodigestão anaeróbia de efluentes: o caso da bovinocultura*. **Acta Iguazu**, v.2, p. 15-29, 2013.

TRANI, P. E. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2013, 16p.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 1.ed. Viçosa, Minas Gerais: Suprema, 2006. 141p.

XAVIER, C. A. N; LUCAS JÚNIOR, J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.212-223, 2010.



x Artículo/Article

☐ Nota corta/Short note

☐ Revisión/Revisión

☐ Carta al Editor/Letter to the Editor

☐ In Memoriam

Área de agroecología y desarrollo rural gadero/Area of agroecology and livestock rural development.

CAPÍTULO 2 – Bovinos de corte recebendo diferentes dietas: viabilidade econômica de biodigestores¹

Profitability of biogas and biofertilizer from beef cattle dung

PALAVRAS-CHAVE.

Biogás.

Dietas.

Estrume.

Lucratividade.

Payback.

ADDITIONAL KEYWORDS.

Biogas.

Diets.

Dung.

Profitability.

Payback.

¹ Redigido conforme normas da Revista Archivos de Zootecnia.

Resumo

Objetivou-se avaliar a viabilidade econômica de confinamentos de bovinos de corte, alimentados com dietas com diferentes relações volumoso: concentrado, considerando a implantação de biodigestores, a produção de biogás e de biofertilizante. As dietas continham 80, 60, 40 e 20% de volumoso e 20, 40, 60 e 80% de concentrado, respectivamente. Foram utilizados oito animais dos quais os estrumes foram quantificados e utilizados para abastecimento de biodigestores. Os biofertilizantes produzidos, de acordo com as dietas, foram analisados quanto aos teores de macro e micronutrientes. A viabilidade econômica foi avaliada por meio do Índice de Lucratividade (IL), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback. A produção de estrume diminuiu 100 g na matéria natural e 30 g na matéria seca para cada unidade percentual aumentada de concentrado na dieta. O aumento de concentrado na dieta levou ao aumento linear de fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, boro e cobre no estrume. Os IL variaram de 88 a 167%, com maior valor proveniente da dieta com 40% de concentrado. O VPL de cada cenário foi superior ao investimento inicial e a TIR chegou ao triplo da taxa de desconto. O Payback descontado variou de 3 a 4 anos. Conclui-se que todos os cenários avaliados apresentaram alta lucratividade e curto tempo de espera de retorno do capital investido.

Summary

The aim was to evaluate the economical feasibility of feedlots considering beef cattle fed diets containing different forage to concentrate ratios, digester building, and biogas and biofertilizer production. The forage to concentrate ratios in the diets were 80:20, 60:40, 40:60 and 20:80. Eight animals were used in this study, from which the dungs were quantified and used to feed digesters. The biofertilizers generated according to the diets were analyzed for macro and micronutrient contents. The economical feasibility was evaluated through the Profitability Index (PI), Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Payback. Daily dung production decreased 100 g on fresh matter basis and 30 g on dry matter basis for each increased percentage point of concentrate in the diet. The increase of concentrate in the diet led to the linear increase of phosphorus, calcium, magnesium, sulfur, boron and copper in the dungs. The PI ranged from 88 to 167%, with higher value for diet containing 40% concentrate. The NPV of each scenario was higher than the initial investment and the IRR was three times higher than the discount rate. Discounted payback ranged from 3 to 4 years. Therefore, all scenarios evaluated showed high profitability and short-term for return on invested capital.

Introdução

O tratamento adequado do montante de estrume gerado nos confinamentos torna-se evidente por razões de mitigação de poluentes, otimização do uso dos recursos naturais pela recuperação energética e de nutrientes, redução de gastos com controle de pragas e doenças e aumento dos lucros advindos com o estabelecimento das razões anteriores.

O confinamento de bovinos é lucrativo quando é fornecida uma dieta que atende adequadamente as exigências nutricionais dos animais, valendo considerar ingredientes disponíveis na região, alimentos alternativos, alimentos que apresentem altos coeficientes de digestibilidade e que, em proporções ótimas, dão condições para que os animais apresentem altos desempenhos sem grandes esforços fisiológicos. Isso porque os custos com a alimentação dos animais é o segundo maior componente dos custos operacionais efetivos de um confinamento, abaixo apenas do custo de aquisição dos animais (Lopes et al., 2013, p. 472).

No entanto, o confinamento de bovinos pode ser ainda mais lucrativo se a energia e nutrientes remanescentes da dieta e presentes nos estrume forem remanejados e não perdidos para o meio, desperdiçadamente. Isso ocorre com o uso de biodigestores para produção de biogás e biofertilizante, os novos insumos, que reduzem os gastos com energia elétrica e adubos minerais.

Embora a tecnologia dos biodigestores seja antiga, apresenta custo elevado e sua implantação deve avaliada de caso a caso. Uma das formas de avaliação é por meio da análise de investimentos em que pode ser considerado o payback, que representa o tempo de recuperação do investimento, em anos; a taxa interna de retorno (TIR), em porcentagem; e o valor presente líquido (VPL), em valor monetário. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a produção de biogás e de biofertilizante por estrume de bovinos de corte confinados, recebendo dietas com diferentes relações volumoso: concentrado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS), setor de Bovinocultura de Corte, e laboratório de Resíduos de Origem animal. As coordenadas geográficas são Latitude 20° 28' S e Longitude 55 ° 48' W e Altitude 184 metros. Foram utilizados oito bovinos machos inteiros nelorados, com peso corporal inicial médio de 542 kg e com idade média de 24 meses.

Os animais experimentais permaneceram 56 dias em confinamento, alojados individualmente em baias com 6 m², contendo bebedouro e cocho em área coberta e pavimentada, situadas no Setor de Bovinocultura de Corte. Os animais foram alocados segundo um delineamento com dois quadrados latinos (4x4) simultâneos, com quatro períodos, quatro dietas e quatro animais em cada. As dietas experimentais diferiram quanto à relação volumoso:concentrado, que foi de 80:20 (20); 60:40 (40); 40:60 (60) e 20:80 (80). Desse modo, em cada período, um animal de cada quadrado latino recebeu uma das dietas.

As dietas foram constituídas de silagem de milho como volumoso e um concentrado comercial (LIPOMAX AC REAL H) formulado com milho, farelo de soja e ureia, com 14% de proteína bruta (PB). O fornecimento foi na forma de mistura total, *ad libitum*, de modo que as sobras diárias fossem cerca de 10% do ofertado. A

suplementação mineral foi fornecida em cocho separado, *ad libitum*. Cada período foi de 14 dias, em que os nove primeiros foram de adaptação dos animais às dietas e os cinco últimos, de coleta de dados.

Durante o período de coleta de dados, o estrume de cada animal foi colhido e ensacado logo que produzido, sem misturar à urina. A pesagem dos estrumes foi realizada às 8, 12 e 16 horas de cada dia em balança digital com capacidade de 150 kg. Uma amostra de estrume de cada animal, por dia, foi armazenada em freezer a -18 °C para análises posteriores.

Os estrumes foram quantificados em termos de matéria natural (MN) e matéria seca (MS). Para o último, foram consideradas as massas de estrume, na MN, e seus percentuais de sólidos totais (ST). As quantidades de estrume foram expressas em kg animal⁻¹ dia⁻¹. O efeito do nível de concentrado sobre a produção de estrume foi avaliado por meio de regressão linear e quadrática dos níveis de concentrado. O software SISVAR 5.6 (Ferreira, 2011, p. 1042) foi usado para análise dos dados.

No primeiro e terceiro períodos do experimento, os estrumes dos animais que receberam a mesma dieta foram homogeneizados e serviram de substratos para biodigestores, para a produção de inóculo e produção de biofertilizantes.

Para a produção de inóculos e biofertilizantes, foram utilizados 16 biodigestores construídos com tubos de PVC, com volume útil de 60 L. Os biodigestores possuíam duas partes distintas, o cilindro de fermentação, em que foram colocados os estrumes diluídos em água (substratos) e o cilindro em que o biogás foi armazenado, denominado de gasômetro. Embora os biodigestores fossem semicontínuos, como os descritos por Coca et al. (2016, p. 509), foram operados em batelada. O tempo de retenção para a produção de inóculos foi de 30 dias e de biofertilizantes, de 150 dias. Os biodigestores foram mantidos em temperatura ambiente, abrigados em laboratório. Todos os substratos foram formulados de modo a conter, aproximadamente, 4% de ST.

Para a produção de biofertilizantes, os substratos foram formulados com 10% da mistura de inóculos que apresentou 2,01% de ST, 1,88% de sólidos voláteis (SV) e pH de 6,31 (Tabela I).

Amostras de estrume, inóculos, substratos e biofertilizantes foram submetidas às análises dos teores de ST, SV, sólidos fixos (SF) e pH de acordo com a APHA (2012). Uma amostra de cada biofertilizante foi analisada quanto aos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no Laboratório Cerradolab em Maracaju-MS.

Os dados de macro e micronutrientes presentes nos biofertilizantes também foram submetidos à análise de regressão linear e quadrática.

Com os resultados da quantificação de estrumes e da qualidade dos biofertilizantes foi realizado um estudo de viabilidade econômica da implantação de biodigestores para o tratamento de estrume de bovinos de corte confinados. Os cenários avaliados envolveram as diferentes dietas fornecidas para 1000 animais, considerando-se a economia com o uso do biogás para a geração de energia elétrica e o uso do biofertilizante como fonte de N, P, K.

Para tanto, os biodigestores foram dimensionados e orçados segundo as quantidades geradas de estrume por cada dieta ofertada, ou seja, um sistema de digestão anaeróbia foi proposto para cada relação volumoso: concentrado na dieta.

Os custos da implantação de biodigestores tubulares de PVC para cada cenário foi obtido em empresa comercial (SANSUY S.A.). A construção do biodigestor incluiu a

construção de tanques de homogeneização, canaletas e lagoas para depósito de biofertilizante.

A produção de biogás de cada projeto foi estimada com base nos potenciais de produção de biogás obtidos por Orrico Júnior et al. (2012, p. 1536) e Costa et al. (2016, p. 521) em que dietas com relação volumoso: concentrado de 20:80, 40:60, 60:40 e 80:20 renderam 0,51; 0,49; 0,43 e 0,31 m³ kg⁻¹ de ST do estrume, respectivamente. A produção diária de energia elétrica com o biogás produzido pelos estrumes oriundos de cada dieta foi multiplicada por um fator correspondente à eficiência do motor gerador de 250 kVA, cuja potência seria de 200 kW e consumo de biogás de 100 Nm³ h⁻¹, funcionando por 12,24 horas dia⁻¹, conforme a Equação 1. Para se estimar o custo da energia elétrica rural foi considerado o valor praticado no estado de Mato Grosso do Sul, de R\$ 0,35 por kWh.

Energia elétrica (kWh)

$$= \text{estrume (kg de ST)} * \text{potencial (m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ ST)} * 2(\text{kWh m}^{-3})$$

Para estimar a produção de biofertilizante foram considerados que os substratos foram formados com os estrumes produzidos diariamente por 1.000 animais e diluídos em água para que a mistura contivesse 4% de ST. O volume de biofertilizante correspondeu ao mesmo volume de cargas diárias dos biodigestores e as quantidades de ST, aquelas obtidas nos biofertilizantes produzidos no presente trabalho. A partir dos dados de ST de cada biofertilizante e os teores de N, P e K apresentados, foi possível calcular os equivalentes NPK de fertilizantes comerciais, cujos orçamentos por quilograma do produto foram de R\$ 0,96 para sulfato de amônio contendo 20% de N; R\$ 1,16 para superfosfato simples com 18% de P₂O₅; R\$ 1,25 para cloreto de potássio com 60% de K₂O. As estimativas de produção anual de nutrientes pelos biofertilizantes foram de acordo com a Equação 2.

Nutriente (kg ano⁻¹)

$$= \text{ST no biofert. (kg)} * \text{nutriente no biofert. (\%)} \\ * \text{nutriente no fertilizante comercial (\%)} * 365$$

Estimados os gastos com o investimento do sistema de biodigestão anaeróbia e as receitas geradas pela economia que seria obtida com o uso do biogás e do biofertilizante, foram estimados os fluxos de caixa relevantes de cada projeto.

Segundo Montoro et al. (2017, p. 358) para a análise de projetos de implantação de biodigestores em confinamentos bovinos são realizados os cálculos de *Payback* descontado que representa o tempo de recuperação do investimento, dado em anos; a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL). De acordo com Assaf Neto (2005, p. 374) e Abensur (2012, p. 749-751) o VPL, a TIR e o *Payback* descontado são obtidos a partir das seguintes equações.

$$\text{Valor presente líquido} = \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{(1+i)^j} - DI \quad (3)$$

$$\text{Payback descontado} = \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{(1+i)^j} = DI \quad (4)$$

$$(5)$$

$$\text{Taxa interna de retorno} = \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{(1+i)^j} - DI = 0$$

em que:

P_j = fluxo de caixa líquido na data j ;

DI= desembolso inicial;

i = custo de capital ou taxa mínima de atratividade;

n = número de períodos.

Para a realização do cálculo do valor presente líquido foi necessário calcular a taxa de desconto (risco) do projeto. Para isso, tomou-se como base de cálculo o valor da principal receita do projeto, a energia elétrica.

A taxa de risco é considerada como sendo a taxa de remuneração do investidor pelo custo de espera, ou seja, a taxa que compense os riscos do investimento realizado. Para a determinação do valor do projeto em questão, no qual utilizou-se o fluxo de caixa livre e descontado o método para o cálculo da taxa de desconto é obtido pelo custo médio ponderado de capital – WACC (Damodaran, 2007, p. 25); (Montoro et al., 2017, p. 358).

Resultados e Discussão

O aumento do concentrado na dieta contribuiu para a redução ($P<0,05$) da produção de estrume que foi próxima de 100 g para estrume na MN e de 30 g para estrume na MS para cada unidade percentual aumentada de concentrado na dieta (Tabela II).

A maior produção de estrume dos animais que receberam mais volumoso é associada à menor digestibilidade da MS das dietas com maior percentual de volumoso. Dietas contendo mais volumoso apresentam maior quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) em relação às dietas com mais concentrado. Quanto maior o percentual de FDN na dieta, menor a digestibilidade dela (Orrico et al., 2012, p. 1.535; Møller et al., 2014, p. 37). A menor digestibilidade das dietas com mais volumoso implicam em maior excreção de componentes da dieta não aproveitados pelo animal, o que aumenta a quantidade de estrume produzido.

Houve efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis de concentrado na dieta sobre todas as características avaliadas nos biofertilizantes (Tabela III).

Biofertilizantes contendo máximos teores de ST (3,12%), SV (2,32%) e SF (0,82%) e máximo valor de pH (7,73) poderiam ser esperados para percentuais de concentrado na dieta de 51; 47; 62 e 68%, respectivamente. É provável que a discreta diferença entre os teores de ST, SV e SF dos biofertilizantes provenientes de cada dieta não afetaria os custos de aplicação de um ou outro biofertilizante. No entanto, as quantidades anuais de macro e micronutrientes podem ser diferentes, resultando em diferentes valores para os biofertilizantes. Apesar das diferenças no pH dos biofertilizantes, todos os valores foram considerados satisfatórios para o processo de digestão anaeróbia e para a adubação de plantas com os biofertilizantes.

Os teores de ST, SV, SF e os valores de pH dos biofertilizantes são relacionados com a utilização do substrato pelos microrganismos durante o processo de digestão anaeróbia, especificamente com a redução dos SV. Quando o substrato apresenta-se livre do acúmulo de compostos inibidores de metanogênicas, entre outros fatores, reduções de SV em torno de 50% podem ser esperadas e valores de pH entre 7,0 e 8,0; como os resultados obtidos no presente trabalho.

As quantidades de N e K nos biofertilizantes não se alteraram com o aumento de concentrado nas dietas ($P>0,05$) e as médias foram de 26 e 23 g kg⁻¹ (Tabela IV).

Observe-se que outras vias de excreção desses elementos são esperadas nos ruminantes, como a urina e o suor e, portanto, as quantidades de N e K nos estrumes não dependem apenas da dieta.

Ocorreram aumentos lineares ($P < 0,05$) nas concentrações de P, Ca, Mg e S à medida que a participação de concentrado na dieta aumentou. Efeito semelhante para o elemento fósforo foi observado por Costa et al. (2016, p. 525).

Não houve efeito linear ou quadrático ($P > 0,05$) do aumento do concentrado na dieta sobre as concentrações de Fe nos biofertilizantes e a média foi de 2.596 mg kg^{-1} (Tabela V). Para os elementos B e Cu, o aumento do concentrado na dieta provocou aumento linear ($P < 0,05$) nas suas concentrações. Efeito quadrático da dieta ($P < 0,05$) foi observado para as concentrações de Mn e Zn. De acordo com as equações de regressão, as concentrações máximas desses nutrientes seriam de 372 mg kg^{-1} para Mn e 177 mg kg^{-1} de Zn para percentuais de 70,35 e 66,84% de concentrado na dieta, respectivamente.

A maior produção de estrume por animais que receberam maior proporção de volumoso na dieta demandou maior volume de biodigestor (Tabela VI). Consequentemente, maior produção de biofertilizante, de macro e micronutrientes, pode ser esperada, principalmente em relação à dieta com 80% de concentrado ainda que esta tenha promovido maior concentração de P nos biofertilizantes (Tabela IV).

O equivalente sulfato de amônio e superfosfato simples apresentaram comportamento quadrático e, suas quantidades máximas nos biofertilizantes seriam de 132.046 e 162.721 kg ano^{-1} para os percentuais de 23 e 49% de concentrado nas dietas, respectivamente.

A estimativa da produção de biogás dos estrumes de animais que receberam 20% de concentrado foi próxima daquela dos estrumes de animais que receberam 80% (Tabela VII). O baixo rendimento de biogás por estrume de animais que receberam mais volumoso não foi, portanto, compensado pela maior produção de estrume. Isso pode ter ocorrido porque dietas com maiores proporções de concentrado apresentam menores quantidades de material lignocelulósico e, portanto, são mais degradáveis nos biodigestores em relação aos estrumes de animais que consomem mais volumoso (Orrico et al., 2012, p. 1.536).

Para a análise de viabilidade econômica do projeto avaliou-se quatro cenários com 1.000 bovinos corte que receberam diferentes ralações de volumoso: concentrado na dieta. Considerou-se, para a elaboração do fluxo de caixa descontado, os gastos com os investimentos em biodigestores, piso de concreto do confinamento e conjunto motogerador, as receitas de energia elétrica e macronutrientes do biofertilizante, os custos manutenção, mão de obra, equipamentos de proteção individual (EPI) e valor residual do sistema, o período de 10 anos correspondente a vida útil do biodigestor e do motogerador, a taxa de desconto de 8%, a qual representa o custo médio ponderado do capital (CAPM), referente ao uso de 90% de financiamento subsidiado pelo BNDS a partir do programa agricultura de baixo carbono (ABC) (8% juros) e 10% de capital próprio (13% ke), obtido a partir da taxa livre de risco, Selic (8,25%), o risco referente aos retornos de capital do mercado de energia elétrica (0,71 beta) e o prêmio de mercado de capitais brasileiro (9,32%).

Os gastos com os investimentos nos sistemas de biodigestão foram maiores com o aumento da relação volumoso: concentrado nas dietas devido o maior volume de estrumes gerados (Tabela VIII). A menor receita, estimada na conversão do biogás em energia elétrica, foi obtida quando os animais receberam 80% de concentrado. Mas a maior quantidade de estrume gerada por dietas com mais volumoso (80, 60 e 40%) promoveu maiores receitas com o biofertilizante.

Os quatro cenários estudados apresentaram viabilidade econômica. Dentre todos os cenários analisados economicamente o de 40% de concentrado foi o que apresentou maior índice de lucratividade, de 167% sobre o capital investido, demonstrando que os lucros do sistema de biodigestão anaeróbia estão diretamente relacionados com a quantidade e qualidade do estrume, resultando em um aumento nas receitas geradas e consequentemente um maior retorno financeiro para o projeto (Figura 1).

Pôde-se observar que os maiores gastos com investimentos foram nos cenários com 60 e 80% de volumoso, ocasionado pela maior quantidade de estrumes gerados pelos animais que receberam alimentação com uma elevada quantidade de fibras. No entanto, mesmo com investimentos de aproximadamente R\$1.500.000,00 os lucros foram extremamente expressivos.

Observa-se que os VPL dos cenários analisados apresentaram valores maiores que os investimentos iniciais de cada projeto, entregando elevados índices de lucratividade de 88% a 167%, elucidados pelas TIR que superam a taxa de desconto dos projetos em três vezes. Corroboram com as viabilidades dos projetos o período de *Payback* descontado de 3 a 4 anos (Tabela IX).

Se os micronutrientes fossem considerados no orçamento de capital, o tempo de recuperação dos investimentos seriam ainda menores. Isso é importante porque o fertilizante comercial não é acompanhado de todos os macros e micronutrientes presentes nos biofertilizantes, tampouco de seus efeitos como condicionadores do solo e contribuintes de matéria orgânica.

Conclusão

O aumento de concentrado na dieta de bovinos confinados reduz a produção de estrume e gera biofertilizantes mais ricos em fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, boro e cobre. No entanto, o aumento de volumoso nas dietas implica em maior quantidade de substrato disponível para produção de biofertilizante e maior volume de biogás.

Os quatro cenários analisados apresentaram viabilidade econômica para implantação de um sistema de biodigestão anaeróbia para geração de energia elétrica e biofertilizante. Todos os projetos trouxeram retornos financeiros satisfatórios, o triplo do esperado com a taxa de desconto, alta lucratividade e curto tempo de espera de retorno do capital investido.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul – FUNDECT, pelo apoio financeiro à pesquisa.

Bibliografia

Abensur, E.O 2012, 'Um modelo multiobjetivo de otimização aplicado ao processo de orçamento de capital', *Gestão & Produção*, v. 19, p. 747-758. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2012000400007>

American Public Health Association – APHA 2012, 'Standard methods for the examination of water and wastewater', 21th ed., Washington: APHA.

Assaf Neto, A 2005, 'Finanças corporativas e valor', 2 ed., São Paulo: Atlas, pp. 374-392.

- Coca, F.O.C.G, Xavier, C.A.N, Andrade, W.R, Arruda, L.D.O, Gonçalves, L.M.P, Kiefer, C & Santos, T.M.B 2016, 'Produção de biogás com estrume de suínos – efeito da energia líquida e ractopamina da dieta', *Archivos de Zootecnia*, v. 65, p. 507-512. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/1918/1392>
- Costa, M.S.S.M, Lucas Júnior, J, Costa, L.A.M & Orrico, A.C.A 2016, 'A highly concentrated diet increases biogas production and the agronomic value of young bull's manure', *Waste Management*, v. 48, p. 521-527. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15301471>
- Damodaran, A 2007, 'Valuation approaches and metrics: a survey of the theory and evidence', *Foundations and Trends in Finance*, v. 1, p. 693-784. <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/papers/valuesurvey.pdf>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>/ Acesso Jul de 2017.
- Ferreira, D. F 2011, 'Sisvar: a computer statistical analysis system', *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Lopes, M.A, Ribeiro, A.D.B, Nogueira, T.M, Demeu, A.A & Barbosa, F.A 2013, 'Análise econômica da terminação de bovinos de corte em confinamentos no estado de Minas Gerais: estudo de caso', *Revista Ceres*, v. 60, p. 465-473. <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/4007>
- Møller, H.B, Moset, V, Brask, M, Weisbjerg, M.R & Lund, P 2014, 'Feces composition and manure derived methane yield from dairy cows: influence of diet with focus on fat supplement and roughage type', *Atmospheric Environment*, v. 94, p. 36-43. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231014003562>
- Orrico Junior, M.A.P, Orrico, A.C.A, Lucas Júnior, J, Sampaio, A.A.M.S, Fernandes, A.R.M & Oliveira, E.A 2012, 'Biodigestão anaeróbia dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta', *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 1533-1538. <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v41n6/30.pdf>
- Montoro, S. B, Lucas Júnior, J & Santos, D. F L 2017, 'Economic and financial viability of digester use in cattle confinement for beef', *Engenharia Agrícola*, v. 37, p. 353-365. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n2p353-365/2017>

Tabela I – Componentes e características dos substratos de biodigestores operados com estrume de bovinos de corte confinados que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.

Table I – Coumpounds and chacteristics of substrates of digesters fed with dung from confined beef cattle fed different forage: concentrate ratio in the diet.

Componentes	Concentrado na dieta (%)			
	20	40	60	80
Estrume ¹ (kg)	15,26	13,11	13,09	9,46
Água (kg)	38,74	40,89	40,91	44,54
Inóculo (kg)	6,00	6,00	6,00	6,00
Sólidos totais (%)	4,46±0,28	4,15±0,21	4,11±0,01	3,33±0,39
Sólidos voláteis (%)	3,97±0,25	3,66±0,19	3,52±0,01	2,70±0,31
Sólidos fixos (%)	0,49±0,03	0,49±0,03	0,59±0,00	0,63±0,07
pH	6,22±0,12	6,34±0,07	6,53±0,02	6,57±0,04

¹Sólidos totais do estrume: 17,70; 20,60; 20,62 e 28,55%, respectivamente.

385 Tabela II – Produção de estrume de bovinos de corte (kg animal⁻¹ dia⁻¹) que receberam
 386 diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.
 387 Table II – Dung production (kg animal⁻¹ day⁻¹) of beef cattle fed different forage:
 388 concentrate ratio in the diet.

Produção de estrume	Concentrado na dieta (%)				Equação	R ²	Valor de P	CV (%)
	20	40	60	80				
MN	18,18	17,55	15,36	11,75	$y=21,07-0,1074x$	0,9119	0,0001	19,09
MS	4,09	3,77	3,00	2,40	$y=4,78-0,0292x$	0,9781	0,000	22,43

389 CV:Coeficiente de variação; MN: Matéria Natural; Matéria Seca: MS

390

Tabela III - Características dos biofertilizantes produzidos com estrume de bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.

Table III – Characteristics of biofertilizers produced with dung from beef cattle fed different forage: concentrate ratio in the diet.

Parâmetros	Concentrado na dieta (%)				Equação	R ²	Valor de P	CV (%)
	20	40	60	80				
ST (% MN)	2,60	2,96	3,17	2,61	$y=1,62+0,0588x-0,0006x^2$	0,9215	0,0000	5,56
SV (% MN)	2,04	2,17	2,38	1,82	$y=1,34+0,0413x-0,0004x^2$	0,7925	0,0000	5,43
SF (% MN)	0,56	0,78	0,79	0,79	$y=0,30+0,0173x-0,0001x^2$	0,9387	0,0000	5,87
pH	7,43	7,54	7,80	7,68	$y=7,08+0,0189x-0,0001x^2$	0,8127	0,0304	1,37

CV: Coeficiente de variação; ST: Sólidos Totais; SV: Sólidos Voláteis; SF: Sólidos Fixos; Matéria Natural

Tabela IV – Macronutrientes (na MS, g kg⁻¹) em biofertilizantes produzidos com estrume de bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.

Table IV – Macronutrient contents (on DM basis, g kg⁻¹) in biofertilizers produced with dung from beef cattle fed different forage: concentrate ratio in the diet.

Nutriente	Concentrado na dieta (%)				Equação	R ²	Valor de P	CV (%)
	20	40	60	80				
Nitrogênio	27,48	24,08	25,83	25,55	y=26,74-0,0201x	0,1390	0,5824	12,38
Fósforo	9,80	12,18	14,28	15,83	y=7,97+0,1009x	0,9915	0,0001	11,73
Potássio	19,50	31,75	14,88	27,63	y=21,56+0,0375x	0,0160	0,7908	52,76
Cálcio	25,78	53,25	61,53	76,88	y=13,96+0,8079x	0,9482	0,0000	13,05
Magnésio	3,95	8,58	5,35	11,00	y=2,74+0,0896x	0,5300	0,0058	33,18
Enxofre	7,23	7,83	9,75	9,40	y=6,44+0,0423x	0,8534	0,0033	12,12

CV: Coeficiente de variação

Tabela V – Micronutrientes (na MS, mg kg⁻¹) em biofertilizantes produzidos com estrume de bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.

Table V – Micronutrient contents (on DM basis, mg kg⁻¹) in biofertilizers produced with dung from beef cattle fed different forage: concentrate ratio in the diet.

Nutriente	Concentrado na dieta (%)				Equação	R ²	Valor de P	CV (%)
	20	40	60	80				
Ferro	2.549	2.584	2.631	2.619	$y=2472+4,2181x-0,0292x^2$	0,9406	0,7358	5,22
Boro	25	29	29	34	$y=22,25+0,1413x$	0,8809	0,0101	14,14
Cobre	122	153	185	218	$y=89,38+1,5975x$	0,9997	0,0000	7,40
Manganês	225	304	379	362	$y=76,06+8,42x-0,0598x^2$	0,9726	0,0236	11,64
Zinco	154	164	181	173	$y=127,19+1,48x-0,0111x^2$	0,8766	0,0061	3,18

CV: Coeficiente de Variação.

Tabela VI – Estimativas da produção de biofertilizantes e seus equivalentes em fertilizantes comerciais, para 1.000 bovinos de corte, que receberam diferentes relações de volumoso: concentrado na dieta.

Table VI – Estimates of the biofertilizer production and their equivalents in commercial fertilizers for 1,000 animals fed different forage: concentrate ratios in the diet.

	Concentrado na dieta (%)			
	20	40	60	80
Carga do biodigestor (kg dia ⁻¹) ¹	102.250	94.250	75.000	60.000
Volume útil do biodigestor (L) ²	3.067.500	2.827.500	2.250.000	1.800.000
Volume do biodigestor (m ³)	3.500	3.000	2.500	2.000
Produção de biofertilizante (L dia ⁻¹)	102.250	94.250	75.000	60.000
Matéria seca do biofertilizante (kg dia ⁻¹) ³	2.659	2.790	2.378	1.566
Equivalente sulfato de amônio (kg ano ⁻¹)	133.326	122.601	112.075	73.021
Equivalente superfosfato simples (kg ano ⁻¹)	120.981	157.789	157.654	115.114
Equivalente cloreto de potássio (kg ano ⁻¹)	37.844	64.661	25.825	31.586

¹Diluição para 4% de ST (kg ST dia⁻¹/0,04). ²Carga diária * tempo de retenção hidráulica de 30 dias.

³Com base nos ST dos biofertilizantes (Tabela III).

Tabela VII– Estimativa da produção de biogás e energia elétrica, para 1.000 bovinos de corte que receberam diferentes relações volumoso: concentrado na dieta.

Table VII – Estimates of the biogas production and electric power generation from dung of 1,000 animals fed different forage: concentrate ratios in the diet.

Parâmetros	Concentrado na dieta (%)			
	20	40	60	80
Produção de estrume (kg dia ⁻¹)	18.180	17.550	15.360	11.750
Matéria seca do estrume (kg ST dia ⁻¹)	4.090	3.770	3.000	2.400
Potencial de produção de biogás (m ³ kg ⁻¹ ST _{adic}) ¹	0,31	0,43	0,49	0,51
Produção de biogás (m ³ dia ⁻¹)	1.268	1.621	1.470	1.224
Equivalente diário de energia elétrica (kWh) ²	2.536	3.242	2.940	2.448
Equivalente anual de energia elétrica (kWh)	925.567	1.183.403	1.073.100	893.520

¹Valores obtidos com base nos trabalhos de Orrico Jr. et al. (2012) e Costa et al. (2016). ²Equivalente energia elétrica (kWh) = produção de biogás * 2. Motor gerador de 250 kVA, potência de 200 kW, consumo de 100 Nm³ h⁻¹, funcionando por 12,24 horas dia⁻¹.

Tabela VIII– Valores dos investimentos com o sistema de biodigestão, conjunto motogerador e piso do confinamento, e receitas com o biogás e biofertilizante gerados, dos quatro cenários analisados, em reais (R\$).

Table VIII – Investment costs for anaerobic digestion systems, motor generator set and confinement floor, and the revenues from biogas and biofertilizer for each analysed scenario, in reais (R\$).

	Concentrado na dieta (%)			
	20	40	60	80
Biodigestor ¹	639.937,50	684.375,00	560.812,50	536.250,00
Motogerador 250 KVA	552.857,00	552.857,00	552.857,00	552.857,00
Piso de concreto	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00
Receita anual de energia elétrica ²	323.948,45	414.191,05	375.585,00	312.732,00
Receita anual de macronutrientes ³	311.312,69	376.330,47	318.330,66	239.784,39
Receita anual total do sistema	635.261,14	790.521,52	693.915,66	552.516,39

¹Sansuy[®]. Conjunto biodigestor, lagoa e separador de sólidos. ²Preço da energia rural (R\$/kWh): 0,35.

³Preço (R\$/kg) do sulfato de amônio: 0,96; superfosfato simples: 1,16 e cloreto de potássio: 1,25. .

437 Tabela IX- Indicadores de viabilidade econômica dos quatro cenários analisados.
 438 Table IX – Economical viability indicators for each analysed scenario.

Cenários	Concentrado na dieta (%)			
	20	40	60	80
Valor presente líquido ¹ (R\$)	1.637.270,63	2.573.646,89	2.097.812,53	1.227.308,57
Taxa interna de retorno (%)	27,84	36,67	33,79	24,37
<i>Payback</i> descontado (anos)	4	3	3	4

439

440

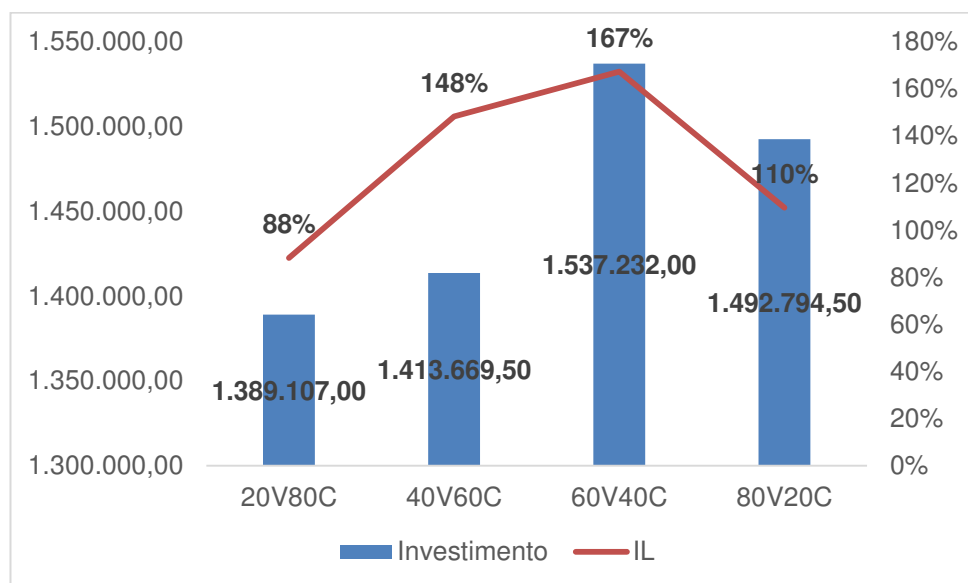


Figura 1. Resultados de índices de lucratividade (IL) relacionados com os investimentos dos quatro cenários analisados.

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das formas de reduzir o custo de produção da carne bovina é a otimização do uso dos recursos naturais, dentre os quais, os alimentos. Após passagem pelo trato digestório dos animais, os alimentos transformados em estrume, continuam apresentando energia e nutrientes passíveis de aproveitamento.

Quando os alimentos, concentrados ou volumosos, fazem parte da dieta em diferentes proporções, interferem na qualidade do estrume, na quantidade de substrato disponível para alimentar biodigestores, na quantidade e qualidade de biogás e de biofertilizante e, conseqüentemente, no tempo para pagamento do investimento em biodigestores.

Biodigestores para grupos de 1.000 animais confinados poderiam ser pagos antes da troca da lona superior, cuja superfície é depreciada devido contração, dilatação e radiação solar constantes. Vale ressaltar que em eventual troca de lona, o valor será recuperado rapidamente.

Os cenários avaliados foram viáveis considerando apenas o NPK presente nos biofertilizantes. É possível que o prazo para recuperação do investimento fosse mais curto se demais macro e micronutrientes dos biofertilizantes fossem considerados. Além disso, tais biofertilizantes poderiam ser utilizados na produção de forrageiras nutricionalmente exigentes, o que reduziria o custo com a alimentação dos animais.

Outras vantagens importantes da implantação de biodigestores em confinamentos se relacionam com a não acumulação de estrume na área; a redução de formação de poeira e odor desagradável; a redução de emissões de metano e amônia; redução da lixiviação pontual de nitrogênio e fósforo; bem-estar dos animais e trabalhadores; além da possibilidade de melhorar o *marketing* do produto final.

- ☐ Artículo/Article
- ☐ Nota corta/Short note
- ☐ Revisión/Revisión
- ☐ Carta al Editor/Letter to the Editor
- ☐ In Memoriam



Elija un área/Choose an area.

Título original del manuscrito/Manuscript original title (Format/Formato: Escriba el título para su manuscrito (100 caracteres máximo)/Write a title (100 characters maximum))

Escriba un título en el idioma secundario (100 caracteres máximo)/Write a title on a secondary language (100 characters maximum)

^{1,2,3}Autores/Authors (Formato/Format: Apellido (formato oración) seguido de coma, Iniciales separadas por puntos, sin espacios. Los autores deben ir separados por punto y coma y el ultimo, llevara delante e, and, y, o et, según el idioma en que este escrito el trabajo. El autor de correspondencia se identificara con un superíndice @, mientras que la afiliación de los autores será numerada del uno en adelante como un superíndice de igual modo./Surname (Sentence format) followed by a comma, capitals separated with commas, without gaps. The authors must be separated by semicolon and the last one will carry e, and, y or et, depending on the language in which the manuscript is written. The correspondence author will be identified with an @ superindex, while the authors' affiliation will be numbered starting from one on as a superindex as well. Ejemplo: ¹Navas, F.G.; ^{1,2}Delgado, J.V. and/y/et/e ²Nogales, S.)

¹Institución/Institution (Formato/Format: Las direcciones de los autores han de ser Institucionales (lugar de trabajo) NO deben incluir ni títulos NI cargos, tampoco son necesarios los datos postales como calle, numero, distrito o código postal. SOLO INSTITUCIÓN, CIUDAD Y PAÍS separadas por punto. Los autores que pertenezcan a un mismo centro deben agruparse bajo la misma dirección identificada con un número índice, especificando sus peculiaridades (por ejemplo, correo electrónico), dentro de dicho índice, con letras. El autor de correspondencia se identificara con el símbolo @ y el email correspondiente junto a la dirección que le corresponda./The addresses of the authors must be institutional (work place). They must NOT include titles, charges, not even postal data such as the Street, number, district o post code. ONLY INSTITUTION, CITY/TOWN/VILLAGE and COUNTRY separated with a dot. The authors who will belong to the same institution must bear the same address, which will be identified by the same number from one on. Specifying further data such as email, within such index, with letters. The correspondence author will be identified with a @ sign and the corresponding email next to the correspondent address.)

²Institución/Institution (Ejemplo: ¹Departamento de genética. Universidad de Córdoba. Córdoba. España. bhargava@uco.es).

@Email de correspondencia/Correspondence Email
(Ejemplo:archivosdezootecnia@uco.es).

Palabras clave (Formato/Format: Palabras Clave. Las palabras clave son adicionales (no estarán incluidas en el título) y serán explícitas de otros aspectos de interés tratados en el trabajo. No deben elegirse palabras sin contenido muy concreto y bien delimitado. Estas palabras tienen gran importancia ya que se incorporan en los distintos motores de búsqueda y bases de datos. PALABRAS CLAVE ADICIONALES, PALABRAS CHAVE ADICIONAIS, MOTS-CLÉS SUPPLÉMENTAIRES, PAROLE CHIAVE AGGIUNTIVE, ADDITIONAL KEYWORDS. Separadas por punto. Deben presentarse en el idioma principal del trabajo y uno de los otros idiomas (obligatoriamente uno de ellos será Inglés)./Keywords. The keywords are additional (Will not be included in the title) and will be explicit from other interest aspects dealt with within the manuscript. Words without very precise content and well delimited must NOT be chosen. These words bear a lot of importance as they are charged onto the search engines and databases. PALABRAS CLAVE ADICIONALES, PALABRAS CHAVE ADICIONAIS, MOTS-CLÉS SUPPLÉMENTAIRES, PAROLE CHIAVE AGGIUNTIVE, ADDITIONAL KEYWORDS. Separated by stops. Must be presented in the main language of the manuscript and another one (It is compulsory that English is one of them).

Ejemplo:

Primera palabra.

Segunda palabra.

Tercera palabra.

Cuarta palabra.

Quinta palabra.

Palabras clave segundo idioma (Formato/Format: Palabras Clave. Las palabras clave son adicionales (no estarán incluidas en el título) y serán explícitas de otros aspectos de interés tratados en el trabajo. No deben elegirse palabras sin contenido muy concreto y bien delimitado. Estas palabras tienen gran importancia ya que se incorporan en los distintos motores de búsqueda y bases de datos. PALABRAS CLAVE ADICIONALES, PALABRAS CHAVE ADICIONAIS, MOTS-CLÉS SUPPLÉMENTAIRES, PAROLE CHIAVE AGGIUNTIVE, ADDITIONAL KEYWORDS. Separadas por punto. Deben presentarse en el idioma principal del trabajo y uno de los otros idiomas (obligatoriamente uno de ellos será Inglés)./Keywords. The keywords are additional (Will not be included in the title) and will be explicit from other interest aspects dealt with within the manuscript. Words without very precise content and well delimited must NOT be chosen. These words bear a lot of importance as they are charged onto the search engines and databases. PALABRAS CLAVE ADICIONALES, PALABRAS CHAVE ADICIONAIS, MOTS-CLÉS SUPPLÉMENTAIRES, PAROLE CHIAVE AGGIUNTIVE, ADDITIONAL KEYWORDS. Separated by stops. Must be presented in the main language of the manuscript and another one (It is compulsory that English is one of them).

Ejemplo:

Primera palabra.

Segunda palabra.

Tercera palabra.

Cuarta palabra.

Quinta palabra.

Resumen

RESUMEN, RESUMO, RESUMÉ, SOMMARIO, SUMMARY. Debe Incluir lo principal de la investigación, describir el propósito del estudio, citar la metodología empleada muy sucintamente, resaltar los resultados principales y conclusiones principales. No incluir citas bibliográficas. Debe ser sucinto, informativo, explícito e inteligible para comprender el trabajo sin necesidad del texto y al propio tiempo, inducir a la lectura del trabajo completo por los científicos a quienes pueda interesar. Sin puntos y aparte. Su extensión debe ser de unos 1400 caracteres como máximo./ **RESUMEN, RESUMO, RESUMÉ, SOMMARIO, SUMMARY.** It MUST include the key points of the research, describe the aim of the study, briefly cite the used methodology, and highlight the main results and conclusions. It must NOT include bibliographic references. It must be brief, informative, explicit and intelligible to understand the work without the need for reading the whole document and at the same time, induce the reading of the whole paper for the scientist for whom it may be of interest. Without full stops. It must be 1400 characters long maximum.

Summary

RESUMEN, RESUMO, RESUMÉ, SOMMARIO, SUMMARY. Debe incluir lo principal de la investigación, describir el propósito del estudio, citar la metodología empleada muy sucintamente, resaltar los resultados principales y conclusiones principales. No incluir citas bibliográficas. Debe ser sucinto, informativo, explícito e inteligible para comprender el trabajo sin necesidad del texto y al propio tiempo, inducir a la lectura del trabajo completo por los científicos a quienes pueda interesar. Sin puntos y aparte. Su extensión debe ser de unos 1400 caracteres como máximo./ RESUMEN, RESUMO, RESUMÉ, SOMMARIO, SUMMARY. It MUST include the key points of the research, describe the aim of the study, briefly cite the used methodology, and highlight the main results and conclusions. It must NOT include bibliographic references. It must be brief, informative, explicit and intelligible to understand the work without the need for reading the whole document and at the same time, induce the reading of the whole paper for the scientist for whom it may be of interest. Without full stops. It must be 1400 characters long maximum.

Introducción/Introduction

Introducción. Debe ser breve. Se enfocará sobre los antecedentes y situación actual del objeto del estudio, justificando el interés del mismo en Producción Animal y explicitando claramente al final los objetivos del trabajo./Introduction. MUST be brief. It will focus on the antecedents and the current situation of the aim of the study, justifying the interest in it for animal production, making clearly explicit the purposes of the study in the end.

Material y Métodos/Material and Methods

Material y métodos. La experiencia se debe detallar suficientemente para permitir que cualquier otro investigador pueda replicarla, incidiendo especialmente sobre los aspectos singulares de la experiencia. Se deben evitar detalles metodológicos, procedimientos, etc. que estén recogidos en trabajos previos suficientemente difundidos. Es preciso indicar la referencia bibliográfica de la metodología que se sigue. Evitar citar obras de difícil localización. Deben ser, especialmente en este caso, lo suficientemente detallados para que puedan ser reproducidos por otros investigadores. No obstante, en cualquier caso hay que referenciar suficientemente el tamaño de la muestra, la edad, el sexo, la raza-variedad, la procedencia de los animales, características de los alimentos, situaciones experimentales y, en general, todo aquello que pudiera afectar a los resultados obtenidos. Deben reseñarse las mediciones y controles realizados, así como las condiciones medioambientales en las que se desarrolla la experiencia. En el caso de animales en cautividad hay que detallar el manejo (frecuencia de la limpieza, tamaño y composición del grupo, etc.) y las instalaciones utilizadas (tamaño, temperatura, etc.). En el apartado de metodología se ha de incluir la descripción de los procedimientos estadísticos utilizados./Material and Methods. The experience MUST be detailed sufficiently in order to allow any other researcher to repeat it, especially highlighting the particular aspects of the experience. Methodological, proceedings details, among others that may be contemplated in previous widely distributed works MUST be avoided. It is

necessary to point out the bibliographic reference of the methodology that is followed. Difficult access or location references **MUST** be avoided. They **MUST** be, especially if it was the case, sufficiently detailed in order for them to be replicated by other researchers. Notwithstanding, in any case the sample size, the age, the sex, the breed, variety, origin, feed characteristics, experimental situations, and in general everything which could affect the obtained results **MUST** be sufficiently referenced. Measurements and controls implemented, as well as the environmental conditions in which the experience is developed **MUST** be referenced. In the case of captive animals handling and husbandry (cleaning frequency, size and group composition, among others) and the facilities used (size, temperature, etc.). In the Methodology paragraphs, the description of the statistical processes carried out **MUST** be included.

Resultados/Results

Resultados. Incluir solamente los resultados relevantes en relación con las hipótesis señaladas en la introducción y que van a ser consideradas en la discusión. El texto debe apoyarse y complementar las tablas (citarlas numeradas por orden de alusión a ellas en números Romanos) o figuras (citarlas numeradas por orden de alusión a ellas en números arábigos) sin repetir la información que ellas contienen./**Results.** Only include the relevant results concerning the hypothesis introduced in the introduction and which will be considered in the discussion. The text **MUST** rely and be complemented with tables (Cite them following the reference order with Roman numbers) or figures (Cite them following the reference order with Arabic numbers) without repeating the information they gather.

Discusión/Discussion

Discusión. El propósito principal de la discusión (que puede unirse al capítulo de Resultados si así se estima oportuno) es comentar la significación de los resultados y fijarlos en el contexto de trabajos previos. La discusión debe ser sucinta y no especulativa debiendo conducir a las conclusiones del trabajo./**Discussion.** The main aim of the discussion (which can be presented conjointly with the Results section if the authors wished to do it) is to comment the signification of the results and attach them to the context of the previous works. The discussion **MUST** be brief and without speculations, aiming at drawing the conclusions of the work.

Conclusion/Conclusions

Conclusión. Debería derivarse de la Discusión y puede incluir cualquier implicación o implicaciones derivadas como un paso lógico o inferencia directa de los resultados del estudio del que se informa y otros hallazgos relacionados de los investigadores mencionados en la discusión. Conclusion(s) should come from the Discussion section and can include any implication(s) derived as a next logical step or inference directly from the results of the study reported and other related findings from investigators mentioned in the Discussion.

Agradecimientos/Ackowlegments

Agradecimientos: Los autores deberán declarar explícitamente la fuente de financiación de la investigación y podrán agradecer brevemente cualquier colaboración, reconociendo el trabajo de instituciones o personas cuyas contribuciones no justifiquen

la autoría. Se recomienda que aparezca el nombre, la filiación y la colaboración prestada (asesoría científica, recogida de datos, etc.). La fuente de financiación de la investigación debe aparecer explícitamente en los agradecimientos, reconociendo el apoyo y especificando la naturaleza del mismo (proyecto de investigación, apoyo material, etc.)./Acknowledgements. The authors MUST explicitly declare the funds resource for the research and will be able to briefly acknowledge any contribution, recognizing the work of Institutions or people whose contributions do NOT justify their authorship. It is recommended to include the name, the affiliation and the collaboration lent (scientific advisory, data collection, etc.). The fund resource of the research MUST explicitly appear in the acknowledgements, recognizing the support and specifying its nature (research project, material support, etc.)

Bibliografía/Bibliography

En el texto/In text:

(Cochrane 2007, p. 117) o “....Cochrane (2007, p. 117)”

Cuando sean tres o más. Las citas de referencia en el texto pueden ser, por ejemplo (When three or more. The reference cites could be:

“.... Seeley et al. (2011, p. 143)...” o también/or as well: (Seeley et al. 2011, p. 143).

Se debe comprobar que todas las referencias que aparecen en el texto están en el apartado de Bibliografía y viceversa, y que estén bien referenciados (autores, año, título, revista, volumen, páginas, etc.). Se deben comprobar cuidadosamente las referencias de idiomas extranjeros./Se debe comprobar que todas las referencias que aparecen en el texto están en el apartado de Bibliografía y viceversa, y que estén bien referenciados (autores, año, título, revista, volumen, páginas, etc.). Se deben comprobar cuidadosamente las referencias de idiomas extranjeros/The fact that all the references registered in the text appear in the *bibliography* section and viceversa under the correct format (authors, year, title, journal, issue, pages, etc.). Foreign language references MUST be checked carefully.

La relación de bibliografía citada se presentará ordenada alfabéticamente por autores y siguiendo las normas incluidas en https://www.uco.es/ucopress/images/ojs/az/documents/Harvard_Complete.pdf

Un autor/One author:

Jackson, A 2007, 'New approaches to drug therapy', *Psychology Today and Tomorrow*, vol. 27, no. 1, pp. 54-9.

Dos autores/Two authors:

Kramer, E & Bloggs, T 2002, 'On quality in art and art therapy', *American Journal of Art Therapy*, vol. 40, pp. 218-31.

Tres o más autores/Three or more authors:

Elo, A, Ervasti, J, Kuosma, E, & Mattila, P 2008, 'Evaluation of an organizational stress management program in a municipal public works organization', *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 13, no. 1, pp. 10-23.

Cabeceras de tablas y figuras/Table and Figure captions (cada una se envía en archivos separados/must be sent in spare files each)

Tabela III. Composição dos custos de produção da criação de avestruz, em %, na condição de incubação dos ovos em incubatório próprio ou terceirizado. (Production costs composition of the ostrich farm, in %, for condition incubation of eggs on their own or outsourced hatchery).

Figura 1. Investimento inicial, em R\$, e casais reprodutores, em quantidades, necessários para implantação de uma criação de avestruzes com incubatório próprio ou terceirizado. (Initial capital, in reais, and breeding pairs, in amounts, necessary to ostrich farm implantation with own or outsourced hatchery).

Preparando las Tablas y Figuras (Preparing Tables and Figures)

Incluya los pies para cada figura y tabla presente en el manuscrito de manera ordenada en el fichero individual para cada una de ellas por separado. LAS FIGURAS Y TABLAS SERÁN ENVIADAS EN ARCHIVOS POR SEPARADO PARA CADA UNA DE ELLAS DE MANERA QUE SE IDENTIFIQUEN FACILMENTE/Include the footnotes for each and every figure and table present in you manuscript in order in the single file for each of them, according to their order of appearance in the text and its translation into English or the secondary language when the Main language is English already. FIGURES AND TABLES WILL BE SENT IN SEPARATE FILES EACH IN A WAY THEY CAN BE EASILY IDENTIFIABLE.

Nombrando Tablas y Figuras y Formato (Naming and formatting Tables and Figures)

Figura1.png (Figure1.png)

TablaI.docx (TableI.docx)

Carta al Editor/Letter to the Editor

Cuerpo de Carta al Editor/Letter to the Editor Body.