

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

CARACTERIZAÇÃO QUALIQUANTITATIVA E
BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE
POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM
RAÇÕES CONTENDO DUAS FONTES DE MINERAIS E
NÍVEIS DE ÓLEO DE ALECRIM

Acadêmica: Kelly Cristina Nunes Carvalho

Aquidauana – MS
Fevereiro de 2015

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

CARACTERIZAÇÃO QUALIQUANTITATIVA E
BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE
POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM
RAÇÕES CONTENDO DUAS FONTES DE MINERAIS E
NÍVEIS DE ÓLEO DE ALECRIM

Acadêmica: Kelly Cristina Nunes Carvalho

Orientadora: Tânia Mara Baptista dos Santos

“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
Fevereiro de 2015

C324c Carvalho, Kelly Cristina Nunes

Caracterização quali-quantitativa e biodigestão anaeróbia de dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim/ Kelly Cristina Nunes Carvalho. Aquidauana, MS: UEMS, 2015. 58f.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2015.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tânia Mara Baptista dos Santos

1. Biodigestão anaeróbia 2. Minerais 3. Óleos essenciais I.
Título

CDD 23.ed. - 636.08527



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
PRODUÇÃO ANIMAL NO CERRADO-PANTANAL



KELLY CRISTINA NUNES CARVALHO

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 23/02/2015.

Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos (UEMS)
Orientadora.

Dra. Elis Regina de Moraes Garcia (UEMS)

Dr. Jorge de Lucas Junior (UNESP)

Ao melhor pai que Deus podia ter me dado. Obrigado por ter sido minha figura paterna, meu amigo e acima de tudo ter me ensinado que não importa os obstáculos, devemos sempre seguir em frente de cabeça erguida.

A você Lucimar Alcione Coene (*In memoriam*)

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado sabedoria, paciência, perseverança ao longo dessa caminhada.

À minha mãe Nilda, por ser essa mulher guerreira, que acredita em meu potencial e me incentiva em todas as decisões da minha vida.

Ao meu padrasto Lucimar (*in memoriam*) que, mesmo não estando mais presente em corpo, tenho certeza que de onde estiver está olhando por mim.

Ao meu namorado Alysson por todo amor, incentivo, ajuda, compreensão e companheirismo em todos os momentos.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de pós-graduação ao nível de mestrado.

À Prof^a. Dr^a. Tânia Mara Baptista dos Santos, pela orientação, carinho, respeito e apoio nas horas que mais precisei durante estes seis anos de orientação.

À Prof^a Dr^a Elis Regina de Moraes Garcia pela oportunidade de desenvolver uma parte do seu projeto.

À Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Fundect pela aprovação do projeto.

À Geisielly, Leide Daiana e professora Nanci pelo apoio durante todo o experimento, sem vocês tudo seria mais difícil.

Aos meus sogros Roque, Romilda e meu cunhado Aldrey, pelo apoio e carinho sempre.

À Paula Satiko minha amiga de todas as horas.

Aos amigos Rafael, Luciana, Adriana, Tia Cida, Luceno, Marcelo, Daiana, Andrei pelo apoio.

Aos meus familiares que sempre torcem pelo meu sucesso, obrigado,
pois sem família não somos nada.

SUMÁRIO

	“Página”
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	01
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
2.1 Objetivo Geral	03
2.2 Objetivos Específicos	03
3. REVISÃO DE LITERATURA	03
3.1 Minerais na nutrição de aves	03
3.2 Óleos essenciais na nutrição animal	05
3.3 Dejetos de aves	07
3.4 Biodigestão anaeróbia dos dejetos de aves	08
3.5 Fatores que afetam a biodigestão anaeróbia	10
4. REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO QUALIQUANTITATIVA DOS DEJETOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM RAÇÃO CONTENDO DIFERENTES FONTES DE MINERAIS E NÍVEIS DE ÓLEO DE ALECRIM	22
Resumo	22
Abstract	22
Introdução	23
Material e Métodos	24
Resultados e Discussão	26
Conclusão	29

Referências	29
CAPÍTULO 3 – BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES DE MINERAIS E NÍVEIS DE ÓLEO DE ALECRIM	31
Resumo	31
Abstract	31
Introdução	32
Material e Métodos	33
Resultados e Discussão	36
Conclusão	41
Referências	41
CAPITULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	43

SUMÁRIO DE TABELAS

	“Pagina”
Tabela 1. Composições percentual e calculada das rações experimentais	25
Tabela 2- Produção de dejetos (MS e MN) e coeficiente de resíduo (Cr) de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim	27
Tabela 3. Características físico-químicas dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim	28
Tabela 4- Composições percentual e calculada das rações experimentais	33
Tabela 5- Teores médios de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), potencial hidrogênionico (pH), nitrogênio total (N- total) e fósforo total (P total) dos afluentes dos biodigestores contínuos abastecidos com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim	34
Tabela 6- Valores de alcalinidade parcial (AP), alcalinidade intermediária (AI) e relação alcalinidade intermediária: alcalinidade parcial (AI:AP), nos afluentes e efluentes de biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim	36
Tabela 7- Valores médios de pH e nitrogênio amoniacal (N amoniacal) nos afluentes e efluentes de biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim	37
Tabela 8- Valores médios dos teores de nitrogênio total (N total) e fósforo total (P total) nos afluentes e efluentes de biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis	38

de óleo de alecrim

Tabela 9- Reduções de sólidos totais (ST) e de sólidos voláteis (SV), 39
em porcentagem, obtidas na biodigestão anaeróbia de dejetos de
poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes
de minerais e níveis de óleo de alecrim

Tabela 10- Produção e potenciais de produção do biogás em 39
biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras
comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de
minerais e níveis de óleo de alecrim.

Resumo

A nutrição adequada das aves é fundamental para a maximização da produção. Desta forma, estudos com diferentes fontes de minerais e óleo de alecrim se tornam interessantes, visto que estes aditivos potencializam o desempenho animal através da melhor absorção dos nutrientes presentes nas dietas. Como vantagem adicional a utilização destes aditivos proporciona diminuição da excreção de nutrientes e, conseqüentemente, menor impacto ambiental. Assim, este trabalho objetivou quantificar, caracterizar e avaliar a recuperação energética dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim. Para esse intento, foi conduzido no setor de avicultura de postura e Laboratório de Resíduo de Origem Animal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS/UUA) experimento dividido em duas etapas. O primeiro ensaio foi realizado com o intuito de avaliar os efeitos das fontes de minerais e da inclusão do óleo de alecrim sobre características qualiquantitativas dos dejetos gerados por poedeiras comerciais; e o segundo ensaio realizado para avaliar a estabilidade no processo de biodigestão anaeróbia e a produção de biogás dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim. Utilizaram-se 288 poedeiras comerciais da linhagem Hy line Brown durante o período de 112 dias, as quais receberam as seguintes dietas: T1- Ração contendo minerais inorgânicos (convencional) sem a adição de óleo de alecrim; T2- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de óleo de alecrim (100 mg kg^{-1}); T3- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de óleo de alecrim (200 mg kg^{-1}); T4- Ração contendo minerais orgânicos sem a adição de óleo de alecrim; T5- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de óleo de alecrim (100 mg kg^{-1}); T6- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de óleo de alecrim (200 mg kg^{-1}). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2×3 com medidas repetidas no tempo, sendo duas fontes minerais (inorgânica e orgânica) e três níveis de óleo de alecrim (0, 100 e 200 mg kg^{-1}). Os dejetos foram submetidos às análises quantitativas para determinação de produção de dejetos em kg MN, MS e Cr (kg resíduo/kg ovos), além de análises qualitativas para determinação

de ST, SV, pH, N- Total e P total. No segundo ensaio foram utilizados 12 biodigestores contínuos abastecidos com os mesmos dejetos do primeiro ensaio. Foram realizadas análises semanais do afluente e efluente mensurando-se os valores de pH, nitrogênio amoniacal (N amoniacal), alcalinidade parcial (AP), alcalinidade intermediária (AI) e a relação AP:AI e quinzenalmente análises para a quantificação da concentração de nitrogênio total (N) e a concentração de fósforo total (P). As fontes de minerais não influenciam na quantidade de dejetos excretados, no entanto influenciam nas características qualitativas de pH e P total. O óleo de alecrim no que diz respeito ao impacto ambiental não é recomendado, pois as aves apresentaram uma maior excreção de nutrientes no resíduo final. Dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com ração contendo minerais orgânicos apresentaram maior potencial de produção de biogás do que aves suplementadas com minerais inorgânicos, além de apresentarem maiores reduções de ST e SV, assim como a adição de até 200 mg kg⁻¹ de óleo de alecrim para aves poedeiras não oferecem riscos de falência no processo de biodigestão anaeróbia.

Palavras-chave: Impacto ambiental, Minerais, Quelatos, Óleos essenciais, *Rosmarinus officinalis*

Abstract

Proper nutrition of the birds is critical to maximizing production. Studies with different sources of minerals and rosemary oil is interesting, since these additives recommend maximum animal performance the better absorption of nutrients in the diets. As an additional advantage of the use of these additives results in the decrease of nutrients in the waste excretion and, consequently, less environmental impact. This work aimed to quantify, characterize and assess the energy recovery of waste laying hens fed diets containing different sources of minerals and rosemary oil levels. For this purpose, it was conducted in lay poultry sector and Animal Residue Laboratory of the State University of Mato Grosso do Sul / University Drive Aquidauana (UEMS / UUA) experiment divided into two stages. The first test was conducted in order to assess the effects of mineral sources and inclusion of rosemary oil on qualitative and

quantitative characteristics of manure generated by laying hens; and the second trial evaluating the stability of the anaerobic digestion process and the production of biogas from manure of laying hens fed different sources mineral and levels of oil of rosemary. We used 288 laying hens of Hy Brown line during the 112 days, which received the following diets: T1 ration containing inorganic minerals (conventional) without the addition of rosemary extract; T2 feed containing inorganic minerals with the addition of rosemary extract (100 mg kg^{-1}); T3 feed containing inorganic minerals with the addition of rosemary extract (200 mg kg^{-1}); T4 ration containing organic minerals without the addition of rosemary extract; T5- feed containing organic minerals with the addition of rosemary extract (100 mg kg^{-1}); T6- feed containing organic minerals with the addition of rosemary extract (200 mg kg^{-1}). The wastes were subjected to quantitative analysis to determine the production of waste in kg NM, DM, and Cw (kg residue/kg egg), as well as qualitative analyzes to determine TS, VS, pH, Total N and Total P. In the second trial 12 continuous digesters supplied with the same waste of the first test were used. Weekly analysis of influent and effluent were performed by measuring the values of pH, ammonia nitrogen (ammonium N), partial alkalinity (PA), intermediate alkalinity (IA) and ratio (IA:PA) and biweekly analysis to quantify the concentration of nitrogen total (N) is the total concentration of phosphorus (P). We used a completely randomized design with a 2x3 factorial with repeated measures design, with two mineral sources (inorganic and organic), three levels of rosemary oil (0, 100 and 200 mg kg^{-1}). The sources of minerals did not influence the amount of excreted manure, however influenced the qualitative characteristics pH e total phosphorus. The rosemary oil with regard to the environmental impact is not recommended because the birds showed an increased excretion of nutrients in the final residue. Droppings of laying hens fed organic minerals had greater potential for biogas production than birds supplemented with inorganic minerals, besides larger reductions in TS and VS as well as the addition of up to 200 mg kg^{-1} of rosemary oil for poultry layers do not present risks of bankruptcy in the anaerobic digestion process.

Keywords: Environmental impact, Essential oils, Minerals, chelates, *Rosmarinus officinalis*

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado fez com que a demanda por alimentos aumentasse de forma expressiva, obrigando o setor agropecuário a aumentar sua produção e encontrar alternativas que ocasionem aumento da produtividade sem onerar custos de produção para o produtor.

Um indício dessa necessidade está no aumento da densidade de criação das aves de forma a aperfeiçoar as instalações e reduzir os custos da atividade. Esse aumento na densidade populacional também leva ao acréscimo da produção de dejetos, que quando não tratados de maneira correta, podem acarretar graves problemas ambientais (FARIAS et al., 2012).

Para estes mesmos autores são necessárias adoções de métodos que permitam explorar ao máximo a produção animal, sem que isso cause grandes problemas ao meio, ou seja, é necessário que a produção de ovos acompanhe um modelo de produção sustentável.

Os dejetos de galinhas são mais ricos em nutrientes que os de outros animais domésticos, pois provém, na maioria das vezes, de aves criadas com rações concentradas e suas excretas apresentam maiores teores de nitrogênio, fósforo e potássio comparando-se com o total encontrado nas dejeções dos mamíferos. Verifica-se que o de galinha é de duas a três vezes mais concentrado em nutrientes, além de serem fontes de microrganismos, incluindo varias espécies patogênicas aos animais e ao homem (MORENG & EVANS, 1990).

Vários fatores podem influenciar a quantidade de nutrientes excretados nas fezes e urinas dos animais, destacando-se a qualidade dos alimentos, principalmente no que se refere à digestibilidade e disponibilidade de nutrientes, bem como o nível de nutrientes presentes na dieta.

A utilização de óleos vegetais e minerais orgânicos na ração vêm sendo utilizados como o intuito de melhorar o aproveitamento dos nutrientes, e manter a produção, podendo assim também reduzir o impacto ambiental causado por dejetos de poedeiras.

Acredita-se que os óleos vegetais possam estimular a produção de saliva e dos sucos gástricos e pancreáticos, beneficiando a secreção enzimática e atuando na modulação da microbiota e a manutenção da integridade do epitélio intestinal, causando assim melhora na digestibilidade dos nutrientes (BARRETO, 2007).

Os minerais orgânicos ou minerais quelatados tem sido estudados pela possibilidade de apresentarem melhor biodisponibilidade em relação aos minerais inorgânicos. Esses minerais proporcionam maior rapidez na absorção e seu transporte é facilitado, resultando em melhoria na vida útil das aves, na qualidade dos ovos, além de maior ganho de peso e maior taxa de crescimento em aves de corte (FIGUEREDO JUNIOR, 2010).

Partindo-se do pressuposto de que são mais facilmente absorvidos e retidos pelas aves, os minerais orgânicos podem ser adicionados a uma concentração muito mais baixa na dieta do que minerais inorgânicos, sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo e podem, potencialmente, reduzir a excreção de minerais, diminuindo a poluição ambiental (BOIAGO et al., 2007).

Além da nutrição, a utilização de biodigestores é uma importante ferramenta para auxiliar na redução do impacto ambiental causado pelos dejetos de poedeiras, pois, além de promover o tratamento dos resíduos, retorna ao sistema produtivo parte da energia que seria perdida, por meio do biogás (SANTOS et al., 2007).

A utilização de minerais orgânicos e óleos de plantas podem interferir na composição dos dejetos e, conseqüentemente na biodigestão anaeróbia como via de tratamento e/ou reciclagem de tais dejetos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Quantificar, caracterizar e avaliar a recuperação energética dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar os efeitos das fontes de minerais orgânicos e inorgânicos e níveis de inclusão do óleo de alecrim (0; 100 e 200 mg/kg) sobre a produção e características físico-químicas dos dejetos gerados por poedeiras comerciais;

Avaliar a estabilidade no processo de biodigestão anaeróbia e a produção de biogás dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com ração fontes de minerais orgânicos e inorgânicos e níveis de óleo de alecrim (0; 100 e 200 mg/kg).

3.Revisão de Literatura

3.1. Minerais na nutrição de aves

Para uma nutrição adequada das aves a fim de melhorar seu metabolismo e maximizar o desempenho, se torna necessário que estes animais recebam quantidades adequadas de nutrientes, incluindo os minerais que são de suma importância devido a sua participação em todos os processos bioquímicos corporais (PERUZZOLO, 2010).

Os minerais são considerados elementos essenciais para uma boa nutrição animal e são classificados de acordo com a sua concentração no tecido, o que indica sua necessidade orgânica. Eles são classificados em macro minerais (cálcio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cloro e magnésio) e em micro minerais ou elementos traços (ferro, zinco, cobre, iodo, manganês, cobalto e selênio) (BERTECHINI, 2006).

Na avicultura de postura os minerais mais críticos na ração são o cálcio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cloro e magnésio que são denominados macrominerais, pois entram em maior quantidade nas formulações de rações. Quando os minerais estiverem abaixo da necessidade das aves, aparecerão sintomas de deficiências nutricionais, e em excesso o crescimento pode ser retardado, a eficiência de antibióticos poderá ser afetada, vitaminas poderão ser destruídas e o dejetos destes animais poderá ter um poder poluente elevado (ARAUJO et al., 2008).

Desta forma, tem-se desenvolvido pesquisas com nutrição de aves com minerais quelatados ou minerais orgânicos, a fim de encontrar a maneira mais adequada de suplementação destes minerais.

Segundo Kiefer (2005) os quelatos ou minerais orgânicos apresentam alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade devido a seus compostos serem formados por íons metálicos, sequestrados por substâncias orgânicas como peptídeos, aminoácidos e complexos polissacarídeos.

Os minerais orgânicos disponíveis atualmente no mercado possuem diferentes características químicas e físicas, em decorrência do tipo de ligante utilizado e, conseqüentemente, geram diferentes respostas nutricionais (PESSÔA et al., 2012). Estes minerais são combinações de um ou mais minerais com substâncias orgânicas como, aminoácidos, carboidratos ou até mesmo proteínas e seu valor biológico pode aumentar consideravelmente quando os micro-elementos forem administrados na dieta na forma de um complexo orgânico (VEIGA & CARDOSO, 2005).

Segundo Junqueira (2008) o que chama a atenção nos minerais orgânicos é a sua maior biodisponibilidade podendo ser superior a 90%, enquanto os minerais que não possuem moléculas trans-quelatadas, são absorvidos em média de 10 a 18% pelos animais. A maior biodisponibilidade das formas orgânicas pode trazer benefícios para a nutrição das aves, tais como; maior taxa de crescimento, maior ganho de peso, maior produção de ovos, melhora na qualidade da carne e dos ovos, menor índice de mortalidade, menor estresse e menor impacto ambiental devido a menor excreção de nutrientes (SECHINATO et al., 2006)

Nas últimas duas décadas certos efeitos negativos dos minerais como excreção no ambiente, tornaram-se importantes. Nesse aspecto, o impacto do

fósforo (P) no ambiente ainda é o mais estudado, mas a contaminação por cobre (Cu), zinco (Zn) e outros minerais é também importante. Desta forma diminuir a excreção mineral pelas fezes das aves através de mudanças nutricionais (uso de minerais orgânicos) é uma estratégia de reduzir este impacto ambiental causado pela produção animal (CARVALHO, 2013).

Para amenizar o problema e proporcionar melhor metabolismo e desempenho dos animais, cada vez mais estudos tem sido desenvolvidos com minerais quelatados. A utilização destes tem como finalidade garantir a absorção do mineral do trato intestinal, sem entrar no processo de competição iônica (devido à pressão iônica da mucosa intestinal) normalmente determinada pela presença de maior concentração de íons minerais. Esta competição por carregadores iguais ou similares é a maior fonte de interferência no transporte dos metais no lúmen intestinal aos enterócitos (PERUZZOLO, 2010). O interesse no uso dos minerais quelatados também é estimulado por resultados de pesquisa que demonstram uma melhora no crescimento, reprodução e sanidade animal (JUNQUEIRA, 2008).

No entanto, os resultados ainda são contraditórios necessitando de mais estudos com o intuito de avaliar a resposta das aves aos minerais quelatados em relação aos minerais inorgânicos.

3.2. Óleos essenciais na nutrição animal

A remoção de promotores de crescimento antimicrobianos de dietas avícolas tem provocado uma busca por alternativas naturais adequadas, para combater o aumento do potencial para o desenvolvimento da doença bacteriana em bandos avícolas em crescimento, especialmente sob condições de média qualidade de gestão. A utilização de diversos materiais de plantas como suplemento dietético, incluindo ervas aromáticas, podem afetar positivamente a saúde de aves e sua produtividade (CROSS et al., 2007).

Os aditivos fitogênicos ou óleos essenciais de uso animal podem ser classificados como ervas (a planta toda ou suas partes) e botânicos (extratos e óleos essenciais) e, quando adicionados em rações, podem proporcionar melhor consumo de ração, aumento das secreções digestivas, atividades

antioxidativas e a eubiose (condição de equilíbrio da flora saudável) do trato gastrointestinal dos animais (GONZÁLEZ, 2008).

Os óleos essenciais são obtidos por fermentação e destilação a vapor d'água, por atividade enzimática seguida de destilação ou por extração com dióxido de carbono líquido, sob baixa temperatura e alta pressão. São compostos formados por substâncias voláteis, geralmente lipofílicas, compreendendo grupos químicos como hidrocarbonetos terpênicos, álcoois, ésteres, aldeídos, cetonas e óxidos em diferentes concentrações (LEE et al., 2004).

Brugalli (2003) comenta que, dentre os possíveis mecanismos de ação dos óleos essenciais no organismo animal, aponta-se alterações na microflora intestinal, aumento da digestibilidade e absorção de nutrientes através do estímulo a atividade enzimática, melhoria da resposta imune, controle na produção de amônia e modificações morfo-histológica no trato gastrointestinal.

O alecrim (*Rosmarinus officinalis*) é uma planta nativa da região mediterrânea (COUTO, 2006) e seus constituintes mais importantes são o ácido carnósico carnosal, ácido cafeico e seus derivados, tais como o ácido rosmarínico. Estes compostos tem atividade antioxidante poderoso (AL-KASSIE et al., 2011).

O alecrim é muito utilizado para poedeiras devido a sua função antioxidante. Radwan et al. (2008) constataram que a inclusão na ração de 1% de ervas– orégano (*Origanum sp.*), alecrim (*Rosmarinus officinalis L*) ou tomilho (*Thymus vulgaris*) – ou 0,5% de açafrão (*Cúrcuma Longa L.*) pode melhorar o desempenho produtivo das galinhas, beneficiar a estabilidade oxidativa dos ovos e reduzir a oxidação dos lipídios da gema durante o armazenamento.

Já a avaliação do aumento da digestibilidade e absorção de nutrientes do animal devido a sua utilização, assim como a redução do impacto ambiental devido a uma menor excreção de nutrientes via fezes, ainda são pequenas necessitando assim de maiores estudos

3.3. Dejetos de aves

Nas aves, o sistema urinário, ou excretor, está intimamente ligado ao sistema digestório no processo de excreção. Como não possuem bexiga, portanto não produzem urina aquosa, as aves excretam os uratos ou metabólitos sólidos, que são adicionados às fezes como uma mancha branca pastosa, composta por ácido úrico, em um valor superior a 80% do nitrogênio total presente nos dejetos, além de ser extremamente insolúvel em água (AUSTIC, 1990).

Nas granjas de postura comercial os dejetos de poedeiras podem ter diferentes características, dependendo da fase em que as aves se encontram. As aves em produção ficam alojadas em gaiolas suspensas e os dejetos gerados são depositados em baixo das gaiolas. Os dejetos de poedeiras são compostos principalmente por excretas, além de seus contaminantes, penas, ovos quebrados, restos de ração, larvas de moscas, água de bebida e solo, caso o piso não seja revestido.

A composição físico-química dos dejetos de poedeiras varia conforme o tipo de exploração, linhagem genética, densidade populacional das aves, tempo de permanência dos dejetos no galpão e conforme a composição da ração consumida (EGUTE, 2010).

De acordo com Steil (2001), os dejetos de poedeiras são constituídos por substratos complexos contendo matéria orgânica particulada e dissolvida como polissacarídeos, lipídios, proteínas, ácidos graxos voláteis, elevado número de componentes inorgânicos, bem como alta concentração de microrganismos patogênicos, todos de interesse na questão ambiental.

Dados relacionados à quantidade produzida de dejetos por ave e aos nutrientes que os compõem raramente evidenciam se estão expressos com base na matéria natural (MN) ou com base na matéria seca (MS) e não citam o tempo em que esses dejetos foram depositados sob as gaiolas até sua avaliação. Devido a isso, são encontrados valores distintos para o mesmo nutriente em dejetos de poedeiras (AUGUSTO, 2007).

Segundo Coelho & Everlengia (1973), Esteban (1978), Moreng & Evans (1990), Austic (1990), El Boushy & van der Poel (1994), Lesson et al.,

(2000), Manual hy-line (2005) e Augusto (2007), as aves produzem em média 0,11 kg/ave/dia de dejetos.

Uma poedeira consome em média 110 g de ração por dia, ou seja, 40.150 g de ração por ano. Considerando-se que a ave excreta cerca de 30% (MS) do que consome, tem-se uma produção de 0,033 kg MS de dejetos/poedeira/dia e 12 kg de MS de dejetos/poedeira/ano.

Com relação a umidade dos dejetos Leeson et al. (2000) distinguiram a quantidade de água presente nos dejetos de poedeiras conforme o tempo de armazenamento sob as gaiolas. Para tais autores nos dejetos frescos encontram-se 70% de água, enquanto nos dejetos acumulados durante um ano encontram-se 28% de umidade.

3.4. Biodigestão anaeróbia dos dejetos de aves.

A biodigestão anaeróbia é o tratamento mais utilizado para os dejetos gerados na produção de poedeiras, devido ao seu significativo potencial de produção de biogás. Outro fator relevante para a utilização da biodigestão é o elevado conteúdo de umidade dos dejetos, o que dificulta a condução de outros tipos de tratamento dos resíduos, exemplo a compostagem (LUCAS JR. & AMORIM, 2005).

De relevância para a área de saneamento ambiental, verifica-se que através do processo de biodigestão anaeróbia torna possível obter resultados que demonstram a redução de impacto não somente pela redução dos sólidos existentes nos biodigestores, mas também pela redução de microrganismos de presença indesejável nos efluentes por possuírem caráter patogênico (LUCAS JR. & SANTOS, 2000).

Em síntese o processo de biodigestão contempla o conceito de reciclagem destes resíduos, bem como a própria redução dos impactos ambientais provocados por uma disposição final inadequada destes dejetos (TARRENTO & MARTINEZ, 2006). Nesse processo ocorre degradação da matéria orgânica em meio anaeróbio, nas quais vários microrganismos interagem e transformam compostos orgânicos complexos em produtos simples, principalmente nos gases metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) (ORRICO JUNIOR, 2007).

O processo de biodigestão anaeróbia e consequentemente produção de metano pode ser dividida em três fases, hidrólise, acidogênese e metanogênese. Na fase de hidrólise ocorre divisão de um composto com água, ocorrendo à transformação mediada por enzimas extracelulares dos compostos insolúveis e dos compostos solúveis mais simples como os monossacarídeos, os aminoácidos e os ácidos graxos. As bactérias que hidrolisam a matéria orgânica nesta fase são facultativas e anaeróbias estritas (GERARDI, 2003). Na fase de acidogênese, os microrganismos transformam os produtos resultantes da fase anterior em ácido acético, hidrogênio, dióxido de carbono e outros ácidos orgânicos como o propiônico e o butírico que devem ser convertidos em ácido acético. Na fase metanogênica, o ácido acético, o hidrogênio e o dióxido de carbono são convertidos em biogás pelas archeas metanogênicas (LIU et al., 2002).

De acordo com Tarrento & Martinez (2006), o biodigestor constitui-se de uma câmara fechada onde é colocado o material orgânico, em solução aquosa, onde sofre decomposição, gerando o biogás que irá se acumular na parte superior da referida câmara, e o biofertilizante que é o efluente líquido obtido da fermentação metanogênica da matéria orgânica e água (ARAÚJO et al., 2007).

O biogás se caracteriza por ser o produto final da biodigestão anaeróbia, e é composto principalmente de metano (54 a 80 %) e dióxido de carbono (20 a 45%) com pequenas quantidades de sulfeto de hidrogênio e pode ser utilizado em diversas aplicações na propriedade rural, tais como, incubadoras, geradores de energia elétrica, além do consumo doméstico. O uso do biogás traz ganhos econômicos devido à redução dos gastos com combustíveis, assim como ganhos ambientais por meio da troca de um combustível não renovável por um renovável (ORRICO JUNIOR, 2011).

O biofertilizante é o efluente líquido obtido da fermentação e pode ser utilizado como fertilizante agronômico promovendo a incorporação de nutrientes além de provocar melhorias nas propriedades físicas, biológicas e químicas do solo (ARAÚJO et al., 2007). Sua aplicação no solo tem apresentado efeito benéfico na redução da acidez do solo, ou seja, no aumento de pH e ainda, aumento do teor de P disponível, melhoria das propriedades físicas do solo e menor disseminação de plantas daninhas (MIRANDA, 2009).

3.5. Fatores que Afetam a Biodigestão Anaeróbia

Por se tratar de um processo biológico é necessário manter condições favoráveis para que ocorra a eficiência do processo, que pode ser afetado por vários fatores que podem ser favoráveis ou não, como a degradação do substrato, o crescimento e declínio dos microrganismos e a produção de biogás. Entre estes fatores podemos citar a temperatura, pH, presença de inóculo e nutrientes, composição do substrato, carga, porcentagem de sólidos totais e a interação entre os microrganismos envolvidos (ORRICO JUNIOR, 2007).

pH

Cada grupo de microrganismos tem um pH ótimo. Bactérias metanogênicas são extremamente sensíveis ao pH, sendo os valores ótimos para esse microrganismos entre 6,5 e 7,2. Os microrganismos fermentativos são um pouco menos sensíveis e podem sobreviver em uma ampla faixa de pH que vai de 4,0 a 8,5 (APPELS et al., 2008).

O aumento do pH durante a biodigestão anaeróbia está associado a oxidação de ácidos voláteis de cadeias curtas, como ácido acético, butírico e propiônico, de archeas metanogênicas e de amonificação do meio (STEIL, 2001).

O pH pode interferir no processo anaeróbio de forma direta, em que as suas variações afetam a atividade das enzimas, alterando suas estruturas proteicas, ou também, indiretamente, em que as mudanças do pH podem provocar a alteração de substâncias, aumentando a toxicidade do meio (CHERNICHARO, 1997).

Temperatura

A temperatura tem um efeito importante nas propriedades físico-químicas dos componentes encontrados na digestão substrato. Também influencia a taxa de crescimento e metabolismo de microrganismos e, portanto, a dinâmica populacional no reator anaeróbio. Metanogênicas acetotróficas são um dos grupos mais sensíveis às temperaturas crescentes. A degradação de

propionato e butirato também é sensível a temperaturas superiores 70°C (BORJA, 2011).

Para este mesmo autor, um aumento da temperatura tem vários benefícios, incluindo solubilidade crescente dos compostos orgânicos, reforça as taxas de reação químicas e biológicas, e aumento na taxa de mortalidade de patógenos (condições termófilas).

É importante manter uma temperatura de funcionamento estável em digestor, uma vez que as grandes flutuações de temperatura afetam as bactérias, especialmente as metanogênicas (APPELS et al., 2008).

Tempo de retenção hidráulica

O TRH está indiretamente relacionado com o teor de sólidos totais (ST) do substrato e se refere ao tempo em que uma carga de material a ser degradado permanece dentro do biodigestor (AUGUSTO, 2007).

O TRH é de fundamental importância por estar diretamente relacionado com a velocidade do processo de biodigestão anaeróbia o que, por sua vez, depende do tamanho do biodigestor (TREVIZAN, 2013).

Utilização de inóculo

A utilização de inóculo consiste em reutilizar parte do material que já passou pelo processo, capaz de fornecer ao novo substrato uma população adicional de microrganismos típicos da biodigestão anaeróbia.

A utilização de inóculo é justificada pela redução do tempo de início da operação do biodigestor até a estabilidade de funcionamento, o que está relacionado com a degradação do substrato. Assim, o uso de inóculo poderá antecipar o pico de produção de biogás e aumentar o número de microrganismos presente no interior do biodigestor (TREVIZAN, 2013).

Carga

Este é um importante parâmetro de controle de processo, especialmente quando a digestão é efetuada em modo contínuo, que é o mais comum de ser utilizado. Uma sobrecarga pode facilmente levar a falha do sistema. Isso pode acontecer se houver mistura inadequada dos resíduos, e pode causar aumento significativo na concentração de ácidos graxos voláteis,

que levam à queda acentuada no pH. Caso aconteça, a taxa de alimentação para o sistema deve de ser reduzida por tempo até que o processo volte ao normal (ABBASI et al., 2012).

Composição do substrato

Para que o processo de biodigestão ocorra é necessário que haja disponibilidade de certos nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e carbono que são essenciais.

Segundo Augusto (2007) a quantidade necessária de N e P para degradar a matéria orgânica depende da eficiência dos microrganismos em obter energia para a síntese, a partir de reações bioquímicas de oxidação do substrato orgânico.

A relação C/N 20/30 é considerada ótima para a biodigestão anaeróbica. Se a relação C/N é demasiadamente elevada, o nitrogênio é consumido rapidamente pelas metanogênicas para suprir as necessidades de proteínas e já não está disponível para reagir com o teor de carbono presente no material, como resultado, a produção de biogás fica deprimida (ABBASI et al., 2012).

O tipo de substrato pode acelerar ou retardar a produção de biogás, isto devido ao tempo de adaptação que os microrganismos necessitam para iniciar o processo (MIRANDA et al., 2006).

Alcalinidade

Capacidade tampão é muitas vezes referida como a alcalinidade na biodigestão anaeróbia, que é o equilíbrio de dióxido de carbono e de bicarbonato, que proporciona resistência às mudanças significativas e rápidas no pH, e a capacidade tampão é, por conseguinte, proporcional à concentração de bicarbonato (BORJA, 2011).

A alcalinidade do sistema sendo suficientemente elevada, ocorre o tamponamento do pH no reator, evitando assim que o acúmulo dos ácidos orgânicos voláteis resulte na queda de pH. Uma faixa de alcalinidade entre 2500 a 5000 mg CaCO_3/L é considerada desejável, no entanto se o processo for operado sem acúmulo de ácidos orgânicos, é possível trabalhar bem com valores da ordem de 500 a 1000mg (OLIVEIRA, 2004).

N- Amoniacal

A toxicidade da amônia é dependente da concentração do nitrogênio amoniacal e do pH, uma vez que o agente tóxico é o NH_3 e não o NH_4^+ . No entanto, quando a concentração de nitrogênio amoniacal excede cerca de 2,4 g/L, expresso em NH_4^+ , já começa a exercer efeito tóxico sobre lodos não aclimatados, independentemente do pH (SOUTO, 2009).

9. REFERÊNCIAS

ABBASI, T.; TAUSEEF, S.M.; ABBASI, S.A. **Biogas Energy**. SpringerBriefs in Environmental Science, 180p. 2012.

ACAMOVIC, T. & BROOKER, J.D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **Proceedings of the Nutrition Society**, 64: 403–412. 2005.

AL-KASSIE, G.A.M.; ABD-AL-JALEEL, R.A.; MOHSEEN, A.M. The effect of a mixture of anise and rosemary on broiler performance. **Agriculture and Biology Journal oh North America**, 2(9), p.1279-1282, 2011.

APPELS, L.; BAEYENS, J.; DEGRÈVE, J.; DEWIL, R. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. **Progress in Energy and Combustion Science** 34 , p.755–781, 2008.

ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, M. N.; NEVES, C. M. L.; SILVA, E. E. S. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.11, n.5, p.466–470, 2007.

ARAÚJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; ÂMANCIO, A. L. L.; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. Fontes de Minerais para Poedeiras, Areia – PB, **Acta Veterinária Brasilica**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

AUGUSTO, K.V.Z. 2007. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão**

anaeróbia. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 131p.

AUSTIC, R. E.; NESHEIM, M. C. Poultry production. **Philadelphia: Lea & Febiger**, 1990. p. 32.

BARRETO, M.S.R. **Uso de extratos vegetais como promotores de crescimento em frangos de corte.** Dissertação (Mestre em Agronomia)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

BERTECHINI, A. G., **Nutrição de Monogástrico**, Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras –UFLA, Editora: UFLA, 2006. 301p.

BOIAGO, M.M.; SOUZA, H.B.A.; SCATOLINI, A.M., et al. Características qualitativas da carne de peito de frangos de corte alimentados com diferentes fontes e concentrações de selênio. In: 44° Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal. **Anais...2007.**

BORJA, R. **Biogas Production.** Instituto de la Grasa, Seville , Spain, 785p. 2011.

BRUGALI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.

CARVALHO, L.S.S. Microminerais orgânicos em substituição a fonte inorgânica de minerais para poedeiras: efeitos sobre a produtividade e excreção mineral. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, ano. XI, n. 20, 2013.

CHERNICHARO, C.A.L. Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2.ed. Belo Horizonte: UFMG, p.31-97, 1997.

COELHO, F. S.; EVERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. p. 384.

COSTA, L.B.; TSE, M. I. P.; MIYADA, V. S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 589-595, 2007.

COUTO, M.E.O. Coleção de plantas medicinais aromáticas e condimentares. Pelotas : EMBRAPA Clima Temperado, 2006, 91p. (EMBRAPA Clima Temperado. Documentos , 157).

COWAN, M.M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, 12: 564–582. 1999.

CROSS, D.E.; MCDEVITT, R.M.; HILLMAN, K.; ACOMOVIC, T. The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. **British Poultry Science**, v.48, n.4, p.496-506, 2007.

EGUTE, N.S. **Estudo do processo para a aceleração da geração de amônia a partir de resíduos avícolas visando à produção de hidrogênio**. 2010.

134f. Dissertação (Mestrado em Ciência na Área de Tecnologia Nuclear-Materiais)- Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2010.

EL BOUSHY, A. R. Y.; van der POEL, A. F. B. **Poultry feed from waste: processing and use**. London: Chapman & Hall, 1994. p. 438.

ESTEBAN, J. M. L. **Manual de Avicultura**. Litexa, Portugal: Editorial Aedos., 1978. p. 384.

FARIAS, R.M.; ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; GARCIA, R.G.; CENTURION, S.R.; FERNANDES, A.R.M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de poedeiras coletados após diferentes períodos de acúmulo. **Ciência Rural**, v.42, n.6, jun, 2012.

FIGUEIREDO JUNIOR, J.P. **Níveis de minerais orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas**. Dissertação (Mestre em zootecnia)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

GERARDI, M. H. **The microbiology of anaerobic digester**. Nova Jersey: Wiley Interscience, 2003.

GONZÁLES, E. Uso de extratos vegetais e óleos essenciais na alimentação de frangos de corte. In: VII SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS AVESUI, **Anais...** Florianópolis, 2008.

HERNANDEZ, F., MADRID, J., GARCIA, V., ORENGO, J. & MEGIAS, M. D. Influence of two plant extracts on broiler performance, digestibility and digestive organ size. **Poultry Science**, 83, p.169–174, 2004.

JUNQUEIRA, O.M. Nutrição Animal. Quelatos na alimentação animal. Boletim técnico, 2008. Acesso em: 25 de Julho de 2014. Disponível em: <http://www.pedrovet.com.br/trabalhosC/Quelatosnaalimentacao.doc>.

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.3, p.206-220. 2005.

LEE, K. W.; EVERTS, H.; BEYNEN, A. C. Essential Oils in Broiler Nutrition. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 12, p. 738-752, 2004.

LESSON, S.; SUMMERS, J. D.; DIAS, G. J. **Nutricion aviar comercial**. Santa Fé de Bogotá: Gonzalo J. Diaz Gonzalez, 2000. 359p.

LIU, W. T.; CHAN, O. C.; FANG, H. H. P. Microbial community dynamics during start-up of acidogenic anaerobic reactors. **Water Resource**, v. 36, n. 13, p. 3203-3210, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135402000222>
Acessado em: 20 out. 2014. doi: 10.1016/S0043-1354(02)00022-2

LUCAS JR., J.; SANTOS, T.M.B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: SIMPÓSIO RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: CNPSA, 2000. p. 27-43.

LUCAS Jr. J.; AMORIM, A.C. Manejo de dejetos: fundamentos para a integração e agregação de valor. In: **Anais do ZOOTEC'2005**. Campo Grande, MS, 2005.

MANUAL HY-LINE, **Guia de manejo hy-line W-36**. Brasil: HY-LINE, 2003-2005. 23p. Disponível em: <www.hy-line.com.br>. Acesso em: 15 de Julho de 2014.

MELLOR, S. Herbs and spices promote health and growth. **Pig Progress**, v.16, n.4, 2000.

MIRANDA, A. P.; AMARAL, L. A.; LUCAS JUNIOR, J. Influência da temperatura na biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos e suínos. **In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**. 2006.

MORENG, R. E.; EVANS, J. S. **Ciência e produção de aves: aquecimento, criação, alojamento, equipamentos e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. p. 143-178.

OLIVEIRA, H. A. **Aumento de escala de um sistema de tratamento de esgoto doméstico utilizando reator aeróbio com biodisco, precedido de reator anaeróbio tipo fluxo ascendente**. 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Processos Industriais) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2004.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P. **Biodigestão anaeróbia e compostagem de dejetos de suínos, com e sem separação de sólidos**. 2007. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P. biodigestão anaeróbia dos dejetos de suínos e bovinos e utilização do biofertilizante no capim piatã. 2011. 100f. Tese

(Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

PERUZZOLO, R. S. **Utilização de minerais quelatados na avicultura**. 2010. 47p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Porto Alegre, 2010.

PESSÔA, G.B.S.; TAVERNARI, F.C.; VIEIRA, R.A.; ALBINO, L.F.T. Novos conceitos em nutrição de aves. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.755-774, 2012.

RADWAN, L.N.; HASSAN, R.A.; QOTA, E.M.; FAYEK, H.M. Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.134-150, 2008.

SANTOS, T.M.B.; LUCAS JUNIOR, J.; SILVA, F. M. Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptado para utilizar biogás como combustível. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p. 658-664, 2007.

SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, V.43, n.2, p.159-166, 2006.

SOUTO, G. D. A. B. **Lixiviados de aterros sanitários brasileiros – estudos de remoção do nitrogênio amoniacal por processo de arraste com ar (“stripping”)**. 2009. 371f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009.

STEIL, L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos.** 2001. 109f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

TARRENTO, G.E.; MARTINEZ, J.C. Análise da implantação de biodigestores em pequenas propriedades rurais, dentro do contexto da produção limpa. **In:** XIII SIMPEP. Bauru, SP, 2006.

TREVIZAN, P.S.F. **Produção de biogás por dejetos de suínos em terminação suplementados com ractopamina.** 2013. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2013.

VEIGA, J.B.; CARDOSO, E. C. 2005. **Criação de Gado leiteiro na Zona Bragantina versão Eletrônica.** Acesso em 12 de outubro de 2014. Disponível em: <http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/leite/gadoleiteirozonabragantina/paginas/apresentação.htm>.

WILLIAMS, P.; LOSA, R. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. **World Poultry – Elsevier**, 17, p.14-15, 2000.

CAPÍTULO 2 – Caracterização qualiquantitativa dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis óleo de alecrim.

Qualiquantitative characterization of waste laying hens fed diets containing two sources of minerals and levels of rosemary oil.

Carvalho, K.C.N.; Santos, T.M.B.

Redigido conforme normas da Revista Semina: Ciências Agrárias.

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de minerais e níveis do óleo de alecrim na dieta sobre as características qualiquantitativas dos dejetos gerados por poedeiras comerciais. O experimento foi realizado no setor de avicultura de postura e Laboratório de Resíduo de Origem Animal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Os dejetos foram provenientes de 288 poedeiras comerciais da linhagem Hy Line Brown (poedeiras semipesadas) com 30 semanas de idade, durante o período de 112 dias, colhidas segundo as diferentes dietas a que as aves foram submetidas. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x3 com medidas repetidas no tempo (16 repetições), sendo duas fontes minerais (inorgânica e orgânica) e três níveis de inclusão de óleo de alecrim (0, 100 e 200 mg kg⁻¹). Semanalmente os dejetos foram coletados, pesados e guardados em sacos plásticos identificados para os cálculos de produção de dejetos e Cr e, realização de posteriores análises de ST, SV, pH, N-total e P total. As fontes de minerais interferiram nas características qualitativas dos dejetos, já o maior nível de óleo de alecrim interferiu nas características quantitativas e qualitativas do dejetos gerado. Do ponto de vista ambiental o mineral orgânico é recomendado, pois o dejetos apresenta menores valores de ST, pH e N-total e P total, demonstrando seu menor poder poluente. O óleo de alecrim não é recomendado porque as aves apresentaram maior produção de dejetos na MN e maior excreção de nutrientes no resíduo final.

Palavras-chave: Coeficiente de resíduo, Mineral orgânico, Produção de dejetos, *Rosmarinus officinalis*.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of different sources of minerals and levels of rosemary oil in the diet on the qualiquantitative characteristics of waste generated by commercial layers. The experiment was conducted in lay poultry sector and Animal Residue Laboratory of the State University of Mato Grosso do Sul. The waste came from 288 laying hens Hy Line Brown (semi-heavy layers) at 30 weeks of age, during the period of 112 days, taken at different diets to which they were submitted. Completely randomized design was used with a 2x3 factorial with repeated measures, two mineral sources (inorganic and organic) and three

levels of inclusion of rosemary oil (0, 100 and 200 mg kg⁻¹). Weekly waste products were collected, weighed and stored in plastic bags identified for calculations of production waste and Cw, and subsequent analyzes of TS, VS, pH, total-N and total phosphorus. The sources of minerals only interfere in the qualitative characteristics of the waste, since the highest levels of rosemary oil interfered with quantitative and qualitative characteristics of the waste generated. From an environmental point of view organic mineral is recommended because the manure has lower TS, pH and total-N and total phosphorus, showing its lower polluting power. As for the rosemary oil levels 100 and 200 mg kg⁻¹ are not recommended since the birds showed a higher production of the NM waste, and increased excretion of nutrients in the final waste.

Keywords: Production of waste, Production of manure, Sesidue coefficient, *Rosmarinus officinalis*

Introdução

A produção de aves moderna vem apresentando progressos nos últimos 50 anos no que diz respeito à nutrição, podendo estes avanços nutricionais serem atribuídos a inúmeros fatores, tais como o uso de vitaminas sintéticas, enzimas, e aminoácidos (incluindo conceito de proteína ideal), desenvolvimento de um grande número de programas alimentares para satisfazer as exigências especiais durante o ciclo de produção e de linhas genéticas, e adição de macro e micro elementos às dietas.

Desta forma, recentemente os minerais quelatados têm sido objetivo de várias pesquisas na produção avícola, e os resultados indicam uma clara tendência para melhor aproveitamento e maior biodisponibilidade dos nutrientes (CARVALHO, 2012). Os minerais quelatados são uma mistura de elementos que são ligados a um carregador que pode ser um aminoácido ou um polissacarídeo. Esses minerais normalmente possuem preços mais elevados que os minerais inorgânicos, mas se espera que ocorra melhora no desempenho das aves e na absorção de nutrientes das dietas (FERNANDES, 2013).

A utilização de plantas aromáticas também tem sido estudada com o intuito de melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelas aves. O alecrim (*Rosmarinus officinalis*) pode apresentar atividade antioxidante de modificação da microbiota intestinal, melhora na digestibilidade e na absorção dos nutrientes (BRUGALLI, 2003).

Estes estudos correlacionados à nutrição são importantes, visto que a digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes, assim como o nível de nutrientes presentes na dieta, podem influenciar na quantidade de nutrientes excretados nas fezes.

A geração de dejetos é um fenômeno inevitável e que ocorre diariamente no âmbito da exploração animal, em particular na avicultura de postura, e esses resíduos constituem-se, se não forem manejados e tratados corretamente, em ameaça ao meio ambiente. Segundo Augusto (2005), as primeiras ações a serem tomadas são a quantificação e a caracterização dos dejetos. A quantificação implica no direcionamento do manejo a ser adotado ao passo que a caracterização do dejetos, podem-se tomar decisões mais racionais com relação à sua aplicação.

Objetivou-se avaliar com o presente trabalho o efeito de duas fontes de minerais e níveis do óleo de alecrim sobre as características quali-quantitativas dos dejetos gerados na produção de poedeiras comerciais.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura de postura e no Laboratório de Resíduos de Origem Animal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Aquidauana, onde as coordenadas geográficas são Latitude 20° 28' S e Longitude 55° 48' W e Altitude de 184 metros.

Os dejetos foram provenientes de 288 poedeiras comerciais da linhagem Hy line Brown (poedeiras semipesadas) com 30 semanas de idade, durante o período de 112 dias (quatro ciclos de 28 dias). As aves foram alojadas duas a duas, em gaiolas de arames galvanizados com quatro divisões de 25 x 40 x 45 cm, em galpão experimental convencional de postura com cobertura de telhas de fibrocimento no setor de avicultura.

Os bebedouros utilizados foram do tipo canaleta, com água corrente percorrendo toda a extensão frontal das gaiolas. Os comedouros de madeiras foram dispostos sob os bebedouros um para cada unidade experimental. Os bebedouros foram lavados diariamente e a ração foi fornecida à vontade às 8h00 e às 16h00.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x3 com medidas repetidas no tempo, sendo duas fontes minerais (inorgânica e orgânica), três níveis de inclusão de óleo de alecrim (0, 100 e 200 mg kg⁻¹). As repetições consistiram das semanas de coleta dos dejetos (16 semanas).

As rações experimentais foram baseadas em milho e farelo de soja e formuladas para serem isoenergéticas e isonutrientes (Tabela 1), de forma a atenderem as exigências nutricionais das aves segundo Rostagno et al. (2011). A suplementação do óleo de alecrim foi realizada juntamente com a adição do suplemento mineral e vitamínico às rações. Os minerais utilizados na forma orgânica foram: Cu, Fe, Mn, Zn (complexo metal – aminoácido) e Se (selênio levedura).

Os diferentes níveis de inclusão dos suplementos mineral e vitamínico contendo minerais inorgânicos ou orgânicos ocorreram em função das diferenças nas concentrações dos minerais das fontes utilizadas. As aves foram adaptadas por 15 dias às dietas experimentais.

Os tratamentos foram:

- T1- Ração contendo minerais inorgânicos (convencional) sem a adição de óleo de alecrim;
- T2- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de óleo de alecrim (100mg kg⁻¹);
- T3- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de óleo de alecrim (200mg kg⁻¹);
- T4- Ração contendo minerais orgânicos sem a adição de óleo de alecrim;
- T5- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de óleo de alecrim (100mg kg⁻¹);
- T6- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de óleo de alecrim (200mg kg⁻¹)

Tabela 1. Composições percentual e calculada das rações experimentais.

Ingredientes	Mineral inorgânico			Mineral orgânico		
	Óleo de alecrim (mg/kg)**					
	0	100	200	0	100	200
Milho, grão		62,08			62,08	
Farelo de soja, 45%		25,34			25,34	
Óleo de soja		0,45			0,45	
Calcário calcítico		9,97			9,97	
Fosfato bi cálcico		1,09			1,09	
L-lisina HCl		0,01			0,01	
DL-metionina		0,22			0,22	
Sal comum		0,49			0,49	
Suplemento mineral e vitamínico*		0,15			0,35	
Inerte		0,20			0,00	
Total		100,00			100,00	
Valores calculados						
EM (kcal/kg)		2.750			2.750	
PB (%)		17,00			17,00	
Metionina + cistina digestíveis (%)		0,704			0,704	
Lisina digestível (%)		0,774			0,774	
Cálcio (%)		4,20			4,20	
Fósforo disponível (%)		0,30			0,30	
Ácido linoléico (%)		1,60			1,60	

*Composição por kg de ração: Vitamina A, 7.500 UI; Vitamina D₃, 2.000 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K₃, 1,8 mg; Ácido nicotínico, 25 mg; Ácido pantotênico, 10 mg; Vitamina B₆, 1,7 mg; Vitamina B₁₂, 0,0013 mg; Biotina, 0,05 mg; Colina, 220 mg; Cu, 11 mg; Fe, 35 mg; I, 1,1 mg; Mn, 77 mg; Se, 0,33 mg; Zn, 72 mg.

**A adição do óleo de alecrim foi realizada em substituição ao veículo inerte diretamente no suplemento mineral e vitamínico.

As coletas das excretas foram realizadas por meio de lonas colocadas embaixo das gaiolas. Uma vez por semana as lonas eram colocadas embaixo das gaiolas, deixadas por um período de 24 horas e por fim coletadas as excretas, pesadas, identificadas e armazenadas em congelador a temperatura de -12°C para análises posteriores.

Para a determinação da produção de dejetos foi retirado excesso de ovos quebrados, penas e ração. Após cada coleta foi determinado o potencial hidrogeniônico (pH) de cada amostra e realizadas análises de verificação dos teores de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), nitrogênio (N total) e fósforo (P total).

A produção de dejetos, expressa em kg ST ave⁻¹ dia⁻¹, foi calculada com os dados de pesagem dos dejetos (kg), número de aves alojadas, número de dias e teor de sólidos totais (ST) encontrado nos dejetos, como segue:

$$\text{Produção ST.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1} = ((\text{peso dejetos (kg)}/\text{aves})/\text{dia}) \times \text{ST}(\%)$$

Para se verificar a eficiência do animal em transformar o alimento em produto final (kg ovos), em detrimento ao excretado, foi calculado o coeficiente de resíduo (Cr), no qual se considerou a quantidade total de esterco produzido (base seca) em relação à produção de ovos em massa (kg kg⁻¹).

Foram realizadas análises dos teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) segundo APHA, AWWA, WPCF (2005). Amostras dos dejetos coletados foram levadas à estufa com circulação forçada de

ar, à temperatura de 65°C até atingirem peso constante para obtenção dos teores de ST. Para a determinação de SV, o material seco em estufa foi levado à mufla em cadinhos de porcelana previamente tarados, e mantidos a temperatura de 575°C por 2 horas, o material resultante foi pesado em balança analítica ($\pm 0,0001\text{g}$), obtendo-se o peso das cinzas ou matéria mineral.

O N total foi determinado por meio da utilização do destilador de micro-Kjeldahl, conforme metodologia descrita por SILVA (2002).

Os teores de P total foram determinados pelo método colorimétrico, conforme metodologia descrita por MALAVOLTA (1991).

Os dados foram analisados estatisticamente pelo software livre R, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey utilizando-se 5% de significância.

Resultados e Discussão

As fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim não interferiram ($P > 0,05$) na produção de dejetos na MS (Tabela 2). Na MN houve interação ($P < 0,05$) entre o mineral inorgânico e os níveis de óleo de alecrim, em que o nível 200 mg kg^{-1} apresentou maior produção de dejetos na MN ($0,118\text{ kg dia}^{-1}\text{ ave}^{-1}$).

Tabela 02- Produção de dejetos (MS e MN) e coeficiente de resíduo (Cr), por galinhas poedeiras alimentadas com duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Variável	Mineral	Níveis de óleo de alecrim (mg kg^{-1})				Valor de P			CV (%)
		0	100	200	Média	Mineral	Alecrim	Interação	
Produção kg dia^{-1} ave^{-1} (MS)	Inorgânico	0,025	0,025	0,027	0,026	0,689	0,123	0,118	13,99
	Orgânico	0,025	0,026	0,025	0,025				
	Média	0,025	0,025	0,026	0,026				
Produção kg dia^{-1} ave^{-1} (MN)	Inorgânico	0,111b	0,107b	0,118a	0,112	0,381	0,041	0,017	11,13
	Orgânico	0,109	0,117	0,114	0,114				
	Média	0,110	0,112	0,116	0,113				
Cr (kg de dejetos kg ovos ⁻¹)	Inorgânico	0,46	0,45	0,48	0,47	0,869	0,843	0,268	6,4
	Orgânico	0,46	0,48	0,46	0,46				
	Média	0,46	0,46	0,47	0,46				

Letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Valores mais altos para MN com a ingestão de 200 mg kg^{-1} de óleo de alecrim, pode ser devido a uma maior ingestão de água pelos animais. Os resultados encontrados para a produção de dejetos na MN foram superiores ao encontrado por Augusto (2007) trabalhando com dejetos de poedeiras em diferentes sistemas de criação ($0,06\text{ kg por ave dia}^{-1}$).

Para a produção de dejetos na MS Augusto (2007) trabalhando com dejetos de um dia de poedeiras criadas em sistema convencional, obteve uma média de $0,017\text{ kg de dejetos por ave dia}^{-1}$, sendo este valor abaixo do encontrado no presente trabalho. A quantificação do dejetos é de suma importância para a produção

animal, pois implica no direcionamento do manejo a ser adotado para o resíduo gerado, evitando assim impacto ambiental.

As fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim não interferiram ($P>0,05$) no Cr. Obteve-se Cr médio de 0,46 (kg de dejetos kg ovos⁻¹) valores próximos aos encontrados por Orrico Jr. et al. (2011) trabalhando com dejetos de poedeiras (0,40 kg de dejetos kg ovos⁻¹).

Lautentiz et al. (2009) encontraram o Cr para frangos de corte de 0,85 kg de cama kg PV⁻¹, valor este superior ao encontrado no presente trabalho, demonstrando que as poedeiras são mais eficientes na transformação do alimento em produto que os frangos de corte. Quando comparadas com suínos as poedeiras também demonstram maior eficiência, já que Orrico Junior (2011) encontrou um Cr médio para suínos de 2,47 kg de dejetos PV⁻¹.

Não houve interação ($P>0,05$) entre fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim para ST e SV. As diferentes fontes de minerais não interferiram ($P>0,05$) na composição dos dejetos frescos das aves sobre os teores de ST, SV e N-total (Tabela 3). Houve diferença ($P<0,005$) entre os níveis de óleo de alecrim, onde os níveis de 100 e 200 mg kg⁻¹ apresentaram os maiores valores de ST 22,67 e 22,40% respectivamente. Para SV, houve diferença entre os níveis de óleo de alecrim ($P<0,009$), o nível de 100 mg kg⁻¹ apresentou o maior teor 17,27%.

Observaram-se médias de 22,27% ST e 16,92% de SV, valores estes inferiores ao encontrado por Augusto (2007) 31% de ST e Ortiz et al. (2010) 26,50 % ST e 19,83% SV.

Os teores de sólidos voláteis encontrados demonstraram que o dejetos produzido apresentou grande quantidade de matéria orgânica, já que 76% do conteúdo de ST eram voláteis, este alto conteúdo de MO pode ser favorável a causar impactos ambientais, quando não tratados adequadamente, sendo que grandes quantidades de matéria orgânica, em corpos d'água, causam morte de organismos aquáticos, devido ao oxigênio presente na água serem utilizado para degradação da matéria orgânica presente no resíduo.

Houve interação ($P<0,001$) entre as fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim, para o pH em que os valores de pH para o mineral inorgânico foram maiores em todos os níveis de óleo de alecrim em relação ao mineral orgânico. Já os valores de pH para os níveis de óleo de alecrim dentro do mineral inorgânico, os níveis de 0 e 200 mg kg⁻¹ foram os que apresentaram os maiores valores 5,62 e 5,65, respectivamente. Para os minerais orgânicos em relação aos níveis de óleo de alecrim, o nível de 0 mg kg⁻¹ foi o que apresentou o maior valor de pH, 5,52.

O pH é um parâmetro crítico em esterco de aves, devendo ser analisado e controlado para evitar acidificação do meio. O pH dos dejetos de aves influencia o processo de volatilização da amônia na atmosfera. A taxa de volatilização é baixa, quando o pH é inferior a 7. Segundo Kiehl (1998), a matéria orgânica crua, de origem vegetal ou animal é naturalmente ácida a não ser que tenha recebido contaminações de material alcalino como calcários ou cinzas.

Desta forma os valores de pH são importantes para a caracterização do resíduo produzido na avicultura, pois interferem na decomposição do dejetos, através do crescimento dos microrganismos responsáveis pela degradação, seja, de forma natural ou através de algum método de tratamento.

Para N- total não houve interação ($P>0,05$) entre as fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim. Para P total houve interação ($P<0,006$) ao nível de 100 mg kg^{-1} de óleo de alecrim, em que o mineral inorgânico apresentou maior concentração de fósforo que o mineral orgânico.

Ortiz et al. (2010) trabalhando com dejetos de poedeiras alimentadas com diferentes granulometrias de milho, encontraram 5,37% de N- total, valor este próximos ao encontrado no presente trabalho (5,59%). Para P total os mesmos pesquisadores encontraram 1,32%, sendo este valor inferior ao encontrado no trabalho que teve média de 2,06% P total.

Tabela 03- Características físico-químicas dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e diferentes níveis de óleo.

Variável	Mineral	Nível de Óleo de Alecrim (mg kg^{-1})				Valores de P			CV (%)
		0	100	200	Média	Mineral	Alecrim	Interação	
ST (%)	Inorgânico	21,72	22,91	22,53	22,39	0,052	0,005	0,174	2,06
	Orgânico	21,75	22,43	22,28	22,15				
	Média	21,73b	22,67a	22,40a	22,27				
SV (%)	Inorgânico	16,35	17,22	17,04	16,87	0,492	0,009	0,858	2,42
	Orgânico	16,56	17,32	17,05	16,98				
	Média	16,45c	17,27a	17,05b	16,92				
pH	Inorgânico	5,62aA	5,45bA	5,65aA	5,58	<0,001	<0,001	0,001	1,86
	Orgânico	5,52aB	5,37cB	5,45bB	5,45				
	Média	5,57	5,42	5,56	5,51				
N-Total (%)	Inorgânico	5,51	5,83	6,05	5,79	0,090	0,054	0,138	4,95
	Orgânico	5,62	5,32	5,80	5,58				
	Média	5,56	5,57	5,92	5,58				
P-Total (%)	Inorgânico	2,09	2,15A	2,01	2,08	0,044	0,138	0,006	2,67
	Orgânico	2,05	2,01B	2,07	2,04				
	Média	2,07	2,08	2,04	2,06				

Letras minúsculas/ minúsculas na linha/coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os teores de nitrogênio e fósforo são importantes no que diz respeito à poluição do ambiente, pois quando se usa dejetos de animais como adubo, é preciso saber que eles não trazem apenas benefícios, mas também, alguns problemas, que serão mais ou menos graves, dependendo dos tipos de dejetos, das quantidades aplicadas, do número de aplicações, além dos tipos de solos e de plantas.

Nos países com produção animal intensiva a avaliação da quantidade de nitrogênio que esta sendo incorporado no solo assume importância porque ao longo do tempo os depósitos de nitrato em água profundas tornaram-se cada vez maior. O nitrogênio é removido do solo como nitrato, que ao contrário a amônia não permanece fixa ao solo sendo volatilizada, assumindo importância na contaminação do ar e no efeito estufa já que afeta a camada de ozônio. A contaminação da água de beber com nitrato ocorre em áreas com alta densidade animal pela deposição de esterco em cobertura (SOUZA, 2004).

Segundo Segnfredo (2001), além do nitrogênio o fósforo também apresenta risco de contaminação ambiental, visto que a aplicação dos dejetos nas lavouras, levando-se em conta as repetidas aplicações de grandes quantidades nas mesmas áreas, causa poluição das águas, por causa do excesso de fósforo que fica no solo, uma vez que as plantas não são capazes de absorver as quantidades aplicadas através dos dejetos.

Quanto maiores as quantidades de fósforo acumulado no solo, maiores são os riscos de perdas desse elemento por erosão.

Conclusão

As fontes de minerais não influenciam na quantidade de dejetos excretados por galinhas poedeiras, no entanto influenciam nas características qualitativas ST, SV, pH, P total. Do ponto de vista ambiental o mineral orgânico é recomendado, pois o dejetos apresenta menores valores de ST, pH e N-total e P total, demonstrando seu menor poder poluente. Já para o óleo de alecrim os níveis 100 e 200 mg kg⁻¹ não são recomendados já que os dejetos das aves apresentam maior poder poluente para o ambiente.

Referências

- APHA. AWWA. WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 21th ed. Washington: 2005. 1368p.
- AUGUSTO, K. V. Z. Manejo de dejetos em granjas de postura comercial. In: Trabalho apresentado na Conferência Apinco de 2005.
- AUGUSTO, K.V.Z. 2007. *Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 131p.
- SEGANFREDO, M.A. *Os dejetos de animais podem causar poluição também nos solos de baixa fertilidade e nos solos profundos, como aqueles da região dos cerrados*. Concórdia, SC: Embrapa suínos e aves, 2001, 4p. (Embrapa suínos e aves. Comunicado técnico, 292.)
- FERNANDES, M.N.S. Metabolismo dos zinco na nutrição de frangos de corte e suas respostas no desempenho e no sistema imune. *Nutrim*, artigo 194, v.11, n.2, p.2287-2299, 2013. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO_194.pdf. Acesso em: 15 de agosto de 2014.
- KIEHL, E. J. *Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba: E.J. Kiehl. 1998.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V.; SGAVIOLI, S. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com ração contendo fitase e baixos níveis de fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.10, p.1938-1947, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Micronutrientes, uma visão geral. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS / CNPq, 1991. p. 1-33.
- 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, n.2, pp. 399-410, 2011.

ORTIZ, F.C.G.; CAPPI, N.; SANTOS, T.M.B.; SILVA, P.P. *Teores de fósforo, nitrogênio e sólidos em dejetos de poedeiras alimentadas com milho com diferentes granulometrias*. 5º Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal, Corumbá- MS, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELLE, J. GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2011, 252p.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A. C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235p, 2002.

SOUZA, M.N. 2004. *Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável*. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 393p.

CAPÍTULO 3 – Biodigestão anaeróbia de dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Anaerobic digestion of waste laying hens fed diets containing two sources of minerals and rosemary oil levels.

Carvalho, K.C.N.; Santos, T.M.B.

Redigido conforme normas da Revista Semina: Ciências Agrárias.

Resumo

Objetivou-se avaliar a estabilidade no processo de biodigestão anaeróbia e a produção de biogás dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim. Foram utilizados 12 biodigestores contínuos com volume útil de 7,5 L. Os biodigestores foram operados com tempo de retenção hidráulica de 30 dias, com cargas diárias por 90 dias com 5% de sólidos totais. Os dejetos foram provenientes de 288 poedeiras comerciais da linhagem Hy Line Brown (poedeiras semipesadas) com 30 semanas de idade, durante o período de 112 dias, colhidas segundo as diferentes dietas a que as aves foram submetidas. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x3 com medidas repetidas no tempo, sendo duas fontes minerais (inorgânica e orgânica), três níveis de óleo de alecrim (0, 100 e 200 mg kg⁻¹). Foram realizadas análises semanais do afluente e efluente mensurando-se os valores de pH, nitrogênio amoniacal (N amoniacal), alcalinidade parcial (AP), alcalinidade intermediária (AI) e a relação AP:AI, quinzenalmente análises para a quantificação da concentração de nitrogênio total (N) e a concentração de fósforo total (P) e diariamente coletados dados de produção de biogás, para calcular o potencial de produção de biogás do dejetos. Dejetos poedeiras alimentadas com minerais orgânicos apresentam maior potencial de produção de biogás, além de apresentar maiores reduções de ST e SV, assim como a adição de até 200 mg kg⁻¹ de óleo de alecrim para poedeiras não oferece riscos de falência no processo de biodigestão anaeróbia.

Palavras-chave: biodigestores contínuos, biogás, fitoterápico, mineral.

Abstract

It aimed to evaluate the stability of the anaerobic digestion process and biogas production of commercial laying waste fed diets containing different sources of minerals and rosemary oil levels. 12 continuous bench digesters with a volume of 7.5 L. The digesters were operated with hydraulic retention time of 30 days, daily loads for 90 days with 5% total solids were used. The waste came from 288 laying hens Hy Line Brown (semi-heavy layers) at 30 weeks of age, during the period of 112 days, taken at different diets to which they were submitted. Is used completely randomized design with a 2x3 factorial with repeated measures, two mineral sources (inorganic and organic) and three levels of rosemary oil (0, 100 and 200 mg kg⁻¹). Weekly

analysis of influent and effluent were performed by measuring the values of pH, ammonia nitrogen (ammonium N), partial alkalinity (PA), intermediate alkalinity (IA) and ratio (IA:PA) and biweekly analysis to quantify the concentration of nitrogen total (N) and the concentration of total phosphorus (P) and collected daily biogas production data to calculate the biogas production potential of manure.. Wastes of laying hens fed organic minerals had greater potential for biogas production than birds supplemented with inorganic minerals, besides larger reductions in TS and VS as well as the addition of up to 200 mg kg⁻¹ of rosemary oil for poultry layers do not present risks of bankruptcy in the anaerobic digestion process.

Keywords: Biogas, Continuous digesters, Herbal, Mineral

Introdução

A grande evolução da avicultura brasileira, o consequente aumento da produção de resíduos, bem como as exigências impostas pela União Européia quanto ao controle da excreção de poluentes, resultam na busca de novos conceitos relativos à nutrição animal e tratamento dos resíduos.

Para se obter uma boa nutrição é necessário que o animal receba quantidades adequadas de nutrientes e os minerais são considerados de grande importância para as aves, pois participam de todos os processos bioquímicos corporais (SECHINATO et al., 2006).

Tradicionalmente, os minerais são incluídos nas dietas em sua forma inorgânica, ou seja, associados a sais inorgânicos como sulfatos, cloretos, carbonatos e óxidos, podendo estes, durante o processo de digestão ser recombinados com outros componentes da dieta e formar complexos insolúveis que são excretados via fecal (PERUZZOLO, 2010).

Atualmente os minerais quelatados vêm sendo utilizados na nutrição a fim de melhorar o metabolismo e o desempenho das aves, pois estes minerais têm como finalidade garantir a absorção do mineral no trato intestinal, sem entrar no processo de competição iônica (PEREIRA et al., 2013).

As plantas aromáticas também vêm sendo estudadas para a nutrição das aves dentre elas está o alecrim (*Rosmarinus officinalis*), que cada vez mais está se tornando importante devido à sua atividade antimicrobiana, efeitos estimulantes sobre o sistema digestivo das aves através de aumento de suas enzimas digestivas e melhora a utilização dos produtos digestivos através do reforço da função hepática (BRUGALLI, 2003).

Assim como os minerais quelatados, as plantas aromáticas têm como objetivo secundário menor excreção de nutrientes via fezes, tentando desta forma conciliar nutrição adequada com menor impacto ambiental causado pela produção animal.

As questões ambientais hoje provocam cada vez mais interesse e preocupação a todos que se envolvem com a atividade avícola, uma vez que os dejetos de poedeiras comerciais têm potencial para gerar danos ambientais se não forem devidamente tratados (SILVA e PELÍCIA, 2012).

De relevância para a área de saneamento ambiental, verifica-se que através do processo de biodigestão anaeróbia torna possível obterem-se resultados que demonstram a redução de impacto não somente pela redução dos sólidos existentes nos biodigestores, mas também pela redução do número

microrganismos de presença indesejável nos efluentes por possuírem caráter patogênico (LUCAS JR. e SANTOS, 2000). Acrescenta-se que o processo apresenta como subproduto, além do biogás, o biofertilizante.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a estabilidade no processo de biodigestão anaeróbia e a produção de biogás dos dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Resíduos de Origem Animal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Aquidauana, onde as coordenadas geográficas são Latitude 20° 28' S e Longitude 55° 48' W e Altitude de 184 metros.

Foram utilizados 12 biodigestores contínuos de bancada, construídos em policloreto de polivinila (PVC), com volume útil de 7,5 L de substrato em fermentação. Os biodigestores foram constituídos de duas partes distintas, uma câmara de fermentação e o gasômetro.

Os dejetos foram provenientes de 288 poedeiras comerciais da linhagem Hy Line Brown (poedeiras semipesadas) com 30 semanas de idade, durante o período de 112 dias (quatro ciclos de 28 dias). As aves foram alojadas duas a duas, em gaiolas de arames galvanizados com quatro divisões de 25 x 40 x 45 cm, em galpão convencional de postura com cobertura de telhas de fibrocimento, no galpão experimental localizado no Setor de Avicultura da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul- Unidade Universitária de Aquidauana.

Foi utilizado bebedouro tipo canaleta, com água corrente percorrendo toda a extensão frontal das gaiolas. Os comedouros de madeiras foram dispostos sob os bebedouros um para cada unidade experimental. Os bebedouros foram lavados diariamente e a ração foi fornecida a vontade às 8h e às 16h.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x3 com medidas repetidas no tempo, sendo duas fontes minerais (inorgânica e orgânica), três níveis de óleo de Alecrim (0, 100 e 200 mg kg⁻¹). As repetições consistiram das semanas do ensaio de biodigestão.

As rações experimentais foram baseadas em milho e farelo de soja e formuladas para serem isoenergéticas e isonutrientes (Tabela 4), de forma a atenderem as exigências nutricionais das aves segundo Rostagno et al. (2011). A suplementação do óleo de alecrim foi realizada juntamente com a adição do suplemento mineral e vitamínico às rações. Os minerais utilizados na forma orgânica foram: Cu, Fe, Mn, Zn (complexo metal – aminoácido) e Se (selênio levedura).

Os diferentes níveis de inclusão dos suplementos mineral e vitamínico contendo minerais inorgânicos ou orgânicos ocorreram em função das diferenças nas concentrações dos minerais das fontes utilizadas.

Os tratamentos foram:

T1- Ração contendo minerais inorgânicos (convencional) sem a adição de óleo de alecrim;

T2- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de óleo de alecrim (100 mg kg⁻¹);

- T3- Ração contendo minerais inorgânicos com a adição de óleo de alecrim (200 mg kg⁻¹);
 T4- Ração contendo minerais orgânicos sem a adição de óleo de alecrim;
 T5- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de óleo de alecrim (100 mg kg⁻¹);
 T6- Ração contendo minerais orgânicos com a adição de óleo de alecrim (200 mg kg⁻¹).

Tabela 4. Composições percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes	Mineral inorgânico			Mineral orgânico		
	Óleo de alecrim (mg kg ⁻¹)**					
	0	100	200	0	100	200
Milho, grão		62,08			62,08	
Farelo de soja, 45%		25,34			25,34	
Óleo de soja		0,45			0,45	
Calcário calcítico		9,97			9,97	
Fosfato bi cálcico		1,09			1,09	
L-lisina HCl		0,01			0,01	
DL-metionina		0,22			0,22	
Sal comum		0,49			0,49	
Suplemento mineral e vitamínico*		0,15			0,35	
Inerte		0,20			0,00	
Total		100,00			100,00	
Valores calculados						
EM (kcal kg ⁻¹)		2.750			2.750	
PB (%)		17,00			17,00	
Metionina + cistina digestíveis (%)		0,704			0,704	
Lisina digestível (%)		0,774			0,774	
Cálcio (%)		4,20			4,20	
Fósforo disponível (%)		0,30			0,30	
Ácido linoléico (%)		1,60			1,60	

*Composição por kg de ração: Vitamina A, 7.500 UI; Vitamina D₃, 2.000 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K₃, 1,8 mg; Ácido nicotínico, 25 mg; Ácido pantotênico, 10 mg; Vitamina B₆, 1,7 mg; Vitamina B₁₂, 0,0013 mg; Biotina, 0,05 mg; Colina, 220 mg; Cu, 11 mg; Fe, 35 mg; I, 1,1 mg; Mn, 77 mg; Se, 0,33 mg; Zn, 72 mg.

**A adição do óleo de alecrim foi realizada em substituição ao veículo inerte diretamente no suplemento mineral e vitamínico.

As coletas das excretas foram realizadas em de lonas colocadas embaixo das gaiolas. Uma vez por semana e deixadas por um período de 24 horas e por fim coletadas as excretas, pesadas, identificadas e armazenadas em congelador a temperatura de -12°C para posterior ensaio de biodigestão anaeróbia.

Os dejetos utilizados apresentaram teores médios de ST de 22,27% e de SV de 16,92% (Tabela 5). Os afluentes de partida foram formulados para conter aproximadamente 5% de ST. Cada biodigestor recebeu 1,450 kg de dejetos e 6,050 kg de água e o tempo de partida foi de 30 dias. Com 12 dias verificou-se a queima do biogás em todos os biodigestores. Após o tempo de partida, os biodigestores foram operados com cargas diárias contendo 0,114 kg de dejetos e 0,386 kg de água, por 90 dias.

Tabela 5- Teores médios de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), potencial hidrogênionico (pH), nitrogênio total (N- total) e fósforo total (P total) dos efluentes em biodigestores contínuos abastecidos com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Variável	Mineral	Nível de Óleo de Alecrim (mg kg ⁻¹)			
		0	100	200	Média
ST (%)	Inorgânico	5,11	5,08	5,06	5,08
	Orgânico	5,02	5,02	5,07	5,04
	Média	5,06	5,05	5,06	5,06
SV (%)	Inorgânico	3,84	3,85	3,90	3,86
	Orgânico	3,91	3,92	3,85	3,89
	Média	3,88	3,89	3,88	3,88
pH	Inorgânico	5,74	5,73	5,72	5,73
	Orgânico	5,72	5,65	5,71	5,69
	Média	5,73	5,69	5,72	5,71
N-Total (%)	Inorgânico	5,14	5,09	5,83	5,35
	Orgânico	5,03	5,49	5,38	5,30
	Média	5,09	5,29	5,61	5,33
P-Total (%)	Inorgânico	2,67	2,54	2,38	2,53
	Orgânico	2,54	2,31	2,47	2,44
	Média	2,61	2,43	2,43	2,49

Durante o ensaio foram coletadas amostras do afluente e efluente, diariamente, para determinação dos teores de ST e SV, seguindo metodologias descritas por APHA, AWWA, WPCF (2012).

Foram realizadas análises semanais do afluente e efluente mensurando-se os valores de pH por meio de potenciômetro digital, nitrogênio amoniacal (N amoniacal) determinado segundo a metodologia descrita por APHA, AWWA, WPCF (2012), e os valores de alcalinidade parcial (AP), alcalinidade intermediária (AI) e alcalinidade total (AT) conforme Ripley et al. (1986) e Jenkins et al. (1991).

Quinzenalmente foram realizadas análises dos afluentes e efluentes para a quantificação da concentração de nitrogênio total (N) pelo método semimicro Kjeldhal, conforme Silva & Queiroz (2002), e a concentração de fósforo total (P) pelo método colorimétrico, conforme metodologia de Malavolta et al. (1991).

As produções de biogás foram calculadas com base no deslocamento do gasômetro medido com uma trena de 50 cm. Após cada leitura, os gasômetros foram zerados realizando-se a descarga do biogás. Para a correção do volume de biogás, utilizou-se a expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac, onde:

$$\frac{V_0 P_0}{T_0} = \frac{V_1 P_1}{T_1}$$

Sendo que:

V0= volume do biogás corrigido, m³;

P0= pressão corrigida do biogás (10332,2745 mm H₂O)

T0= temperatura corrigida do biogás (298,15 K)

V1= volume do gás no gasômetro,

P1= 10293+22= 10315 mm de H₂O

T1= temperatura do biogás no instante da leitura, K.

Considerando-se a pressão atmosférica de Aquidauana igual a 10315 mm de água e pressão conferida pelos gasômetros de 22 mm de água, obtém-se como resultado a seguinte expressão, para correção do volume de biogás: $V_0 = (V_1/T_1) * 297,6515$.

Após a leitura do volume produzido foi verificada a temperatura com o uso de um termômetro digital colocado na saída do biogás, até a estabilização do mesmo. Quinzenalmente foram realizados testes de queima do biogás por meio de um bico de Bunsen acoplado à saída de biogás com o intuito de monitorar a estabilidade do processo, visto que as sobrecargas dos biodigestores podem levar ao acúmulo de ácidos voláteis e excessiva quantidade de dióxido de carbono no biogás, condição na qual o mesmo não queima.

Os potenciais de produção de biogás por kg de dejetos adicionados (MN) foram calculados utilizando-se os dados de produção total de biogás de cada tratamento e as quantidades de dejetos e de ST e SV adicionados durante o processo. Os valores foram expressos em m³ de biogás por kg de dejetos, ST e SV adicionados.

Os dados foram analisados estatisticamente pelo software livre R, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey utilizando-se 5% de significância.

Resultados e discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os tratamentos para AP do afluente (Tabela 6). Houve diferença ($P < 0,008$), nos valores de AP no afluente para as diferentes fontes de minerais, onde o mineral inorgânico apresentou o maior teor de AP 33,58 mg CaCO₃ L⁻¹. Houve interação ($P < 0,030$) para AP no efluente, entre as diferentes fontes de minerais no nível de 100 mg kg⁻¹ de óleo de alecrim, no qual o mineral inorgânico apresentou o maior valor de alcalinidade parcial (AP) 7119 CaCO₃ L⁻¹.

Tabela 6. Valores de alcalinidade parcial (AP), alcalinidade intermediária (AI) e relação alcalinidade intermediária: alcalinidade parcial (AI:AP), nos afluentes e efluentes de biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras alimentadas com duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Variável	Mineral	Nível de Óleo de Alecrim (mg kg ⁻¹)				Valores de P			CV (%)
		0	100	200	Média	Mineral	Alecrim	Interação	
AP mg CaCO ₃ L ⁻¹	Afluente	Inorgânico	24,75	25,62	50,37	0,008	0,301	0,126	146,39
		Orgânico	23,63	0,00	6,50				
		Média	24,19	12,81	28,44				
	Efluente	Inorgânico	7108	7119A	6956	0,022	0,290	0,030	5,59
		Orgânico	6872	6536B	7056				
		Média	6990	6827	7006				
AI mg CaCO ₃ L ⁻¹	Afluente	Inorgânico	3029,1	2927,8	2799,9	<0,001	0,214	0,052	10,02
		Orgânico	2640,1	2469,4	2704,6				
		Média	2834,6	2698,6	2752,4				
	Efluente	Inorgânico	2568,3	2751,1A	2800,4A	<0,001	0,900	0,044	12,31
		Orgânico	2492,9	2281,5B	2313,1B				
		Média	2530,6	2516,3	2556,8				
AI:AP	Afluente	Inorgânico	32,78	33,76	20,09	0,223	0,476	0,176	132,93
		Orgânico	27,55	0,00	26,31				
		Média	30,16	16,88	23,30				
	Efluente	Inorgânico	0,36	0,39	0,40	0,004	0,903	0,058	13,18
		Orgânico	0,37	0,35	0,33				
		Média	0,36	0,37	0,37				

Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Não houve interação ($P>0,05$) entre os minerais e os níveis de inclusão de óleo de alecrim na AI do afluente. Para os valores de AI constatou-se diferença ($P<0,001$) para o afluente com relação às fontes de minerais, em que o mineral inorgânico apresentou maior valor que o mineral orgânico.

Houve interação ($P<0,044$) entre os níveis de óleo de alecrim e as fontes de minerais na AI do efluente, no qual o mineral inorgânico apresentou os maiores valores de AI nos níveis de 100 e 200 mg kg⁻¹ de óleo de alecrim, com 2751,1 e 2800,4 mg CaCO₃ L⁻¹, respectivamente.

Para a relação AI:AP no afluente, não houve a interação ($P>0,05$) entre os tratamentos. Já para o efluente, houve diferença ($P<0,04$) na relação AI:AP, onde o mineral inorgânico apresentou a maior relação 0,39. Para a relação AI:AP nos efluentes observou-se valor médio de 0,37. De acordo com Ripley et al. (1986), valores de AI:AP superiores a 0,3 indicam a ocorrência de distúrbios no processo anaeróbico. Por outro lado, Chernicharo (1997) ressalta que devido a particularidades de cada afluente, é possível ocorrer estabilidade no processo com valores diferentes a 0,3.

Os tratamentos não influenciaram nos valores de pH do afluente e efluente (Tabela 7). Os valores de pH dos efluentes estão dentro da faixa ideal de pH, de 6,8 a 7,2 (Yadvika et al., 2004).

Houve interação ($P<0,002$) para o N amoniacal do afluente entre as duas fontes de minerais no nível de 200 mg kg⁻¹ de óleo de alecrim, onde o mineral orgânico apresentou o maior valor. Já para o efluente, se observou interação ($P<0,001$) entre as duas fontes de minerais no nível de 100 mg kg⁻¹ de óleo de alecrim, onde o mineral orgânico apresentou o menor valor 2550,1 mg L⁻¹, entre o mineral orgânico e os níveis de óleo de alecrim também ocorreu interação, onde os níveis 0 e 100 mg kg⁻¹ apresentaram os menores valores de N amoniacal.

Tabela 7. Valores médios de pH e nitrogênio amoniacal (N amoniacal) nos afluentes e efluentes de biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e diferentes níveis de inclusão de óleo de alecrim.

Variável	Mineral	Nível de Óleo de Alecrim (mg kg ⁻¹)				Valores de P			CV (%)
		0	100	200	Média	Mineral	Alecrim	Interação	
pH	Afluente	Inorgânico	5,74	5,73	5,72	0,260	0,502	0,613	1,86
		Orgânico	5,73	5,65	5,71				
		Média	5,73	5,69	5,71				
	Efluente	Inorgânico	7,20	7,20	7,19	0,649	0,929	0,917	0,98
		Orgânico	7,20	7,18	7,18				
		Média	7,20	7,19	7,18				
N- Amoniacal mg l ⁻¹	Afluente	Inorgânico	558,6	599,4	484,8B	0,249	0,725	0,002	17,24
		Orgânico	594,9	511,9	624,8A				
		Média	576,8	555,6	554,8				
	Efluente	Inorgânico	2681,5	2753,0A	2786,6	<0,001	<0,001	<0,001	3,61
		Orgânico	2550,0b	2550,1bB	2701,1a				
		Média	2672,8	2651,6	2743,9				

Letras minúsculas/maiúsculas na linha/coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As menores concentrações de N amoniacal encontrados no afluente podem ser explicadas pela composição dos dejetos que dependem do aproveitamento dos nutrientes dos alimentos consumidos pelos animais.

O N amoniacal resultante da degradação de compostos nitrogenados durante o processo de biodigestão anaeróbia é benéfico e serve como fonte de nitrogênio e como tamponante, evitando mudanças

de pH (Ripley et al., 1986; Chernicharo, 1997). No entanto, altas concentrações inibem o processo por ser tóxico para as arqueas metanogênicas. De acordo com Chen et al. (2008), concentrações de N amoniacal de até 1.000 mg L^{-1} podem não ter efeito adverso nos processos anaeróbios.

No presente trabalho os valores de alcalinidade e pH como parâmetros indicadores do equilíbrio e da estabilidade do processo apresentaram-se satisfatórios, sem oferecer riscos de falência do processo de biodigestão anaeróbia. Já os valores de N amoniacal do efluente estão muito acima do recomendado, mas ainda assim estes valores não inibiram nem prejudicaram o processo de biodigestão.

Não houve interação ($P>0,05$) entre as fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim para o N-total. As fontes de minerais não apresentaram efeito sobre os teores de N-total (Tabela 8). Para o afluente os níveis de inclusão de óleo de alecrim apresentaram efeito ($P<0,004$), em que o nível 0 mg kg^{-1} apresentou o menor valores 5,12 % de N- total. Para o efluente os níveis de óleo de alecrim não apresentaram efeito ($P>0,05$) sobre o N-total.

Não houve interação ($P>0,05$) entre as fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim para o P total. No afluente as fontes de minerais, e os níveis de óleo de alecrim não apresentaram efeitos ($P>0,05$) sobre a porcentagem de P total. Já para o efluente houve diferença ($P<0,001$) para as fontes de minerais, no qual o mineral orgânico apresentou menor porcentagem de P total 1,52%.

Ocorreu redução nos teores de N e P do afluente para o efluente no presente estudo com média de 39,37% para N total e 75,0% para o P total.

Augusto (2007), trabalhando com biodigestores batelada abastecidos com dejetos de poedeiras criadas em sistema convencional, encontrou uma redução de 97,87 % de P total.

As concentrações de N nos efluentes estão relacionadas com as concentrações iniciais de N nos dejetos que originaram os afluentes, bem como com a degradação dos compostos nitrogenados durante a biodigestão anaeróbia e a sua utilização pelos microrganismos, o que explica a redução do N-total ocorrido no presente estudo.

Ocorrem diferentes formas de perdas de N no sistema, dentre as quais tem significativa importância à volatilização de amônia (NH_3) e/ou desnitrificação. A volatilização de NH_3 depende da concentração de NH_4^+ e NH_3 em solução, que por sua vez são altamente dependentes do pH (HENRY et al, 1999). Quanto mais alto for o pH maior será a quantidade volatilizada de NH_3 , isto explica os altos valores de N amoniacal encontrados nos efluentes e os baixos valores de N total.

Tabela 8. Valores médios dos teores de nitrogênio total (N total) e fósforo total (P total) nos afluentes e efluentes de biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Variável	Mineral	Nível de Óleo de Alecrim (mg kg ⁻¹)				Valores de P			CV (%)
		0	100	200	Média	Mineral	Alecrim	Interação	
N- Total (%)	Afluente	Inorgânico	5,14	5,17	5,95	5,42	0,381	0,004	0,085
		Orgânico	5,10	5,38	5,43	5,30			
		Média	5,12b	5,28ab	5,69a	5,36			
	Efluente	Inorgânico	2,10	2,09	2,33	2,17	0,112	0,742	0,076
		Orgânico	2,14	2,05	1,96	2,05			
		Média	2,12	2,07	2,14	2,11			
P- Total (%)	Afluente	Inorgânico	2,54	2,54	2,33	2,47	0,248	0,150	0,181
		Orgânico	2,48	2,29	2,45	2,41			
		Média	2,51	2,41	2,39	2,44			
	Efluente	Inorgânico	1,72	2,35	2,36	2,14A	<0,001	0,057	0,072
		Orgânico	1,51	1,52	1,53	1,52B			
		Média	1,62	1,93	1,95	1,83			

Letras minúsculas/maiúsculas na linha/coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Não houve interação para a redução de sólidos totais entre os minerais e os níveis de óleo de alecrim (Tabela 9). Observou-se diferença ($P < 0,001$), para a redução de sólidos totais entre as fontes de minerais, onde mineral orgânico apresentou maior porcentagem de redução 85,42%. Os níveis de óleo de alecrim não apresentaram efeitos sobre a redução de sólidos totais.

Tabela 9. Reduções de sólidos totais (ST) e de sólidos voláteis (SV), em porcentagem, obtidas na biodigestão anaeróbia de dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e diferentes níveis de óleo de alecrim.

Variável	Mineral	Nível de Óleo de Alecrim (mg kg ⁻¹)				Valores de P			CV(%)
		0	100	200	Média	Mineral	Alecrim	Interação	
Redução de ST (%)	Inorgânico	83,16	80,34	79,95	81,15B	<0,001	0,680	0,121	4,77
	Orgânico	84,56	85,93	85,76	85,42A				
	Média	83,86	83,13	82,86	83,28				
Redução de SV (%)	Inorgânico	89,92	87,71	86,83	88,15B	0,005	0,549	0,052	3,26
	Orgânico	89,48	91,11	90,59	90,39A				
	Média	89,70	89,41	88,71	89,27				

Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Não houve interação ($P > 0,05$) para a redução de sólidos totais entre os minerais e os níveis de óleo de alecrim. Para a redução de sólidos voláteis houve diferença ($P < 0,005$), onde o mineral orgânico apresentou a maior porcentagem de redução 90,39%. Os níveis de óleo de alecrim não apresentaram efeitos sobre a redução de sólidos voláteis.

As reduções de ST e SV apresentaram médias de 83,28% e 89,27% de redução, demonstrando que a biodigestão foi eficiente na degradação de compostos.

A elevada redução de SV está ligada a alta produção de biogás que ocorreu no presente trabalho visto que os sólidos voláteis referem-se à matéria orgânica presente no resíduo passível de transformação, sendo os substratos para as bactérias metanogênicas e responsáveis diretos pela produção de biogás (Oliveira, 2006).

Valores próximos de redução de ST e SV foram encontrados por Augusto (2007) trabalhando com biodigestores batelada com dejetos de poedeiras provenientes de sistemas de criação convencional, onde encontrou uma redução de ST e SV de 89,82% e 82,0%.

As fontes de minerais influenciaram a produção de biogás (Tabela 10). Constatou-se diferença ($P < 0,01$) para as fontes de minerais, onde o mineral orgânico apresentou maior produção de biogás $0,18 \text{ m}^3$. Os níveis de óleo de alecrim não apresentaram efeitos sobre a produção de biogás.

Tabela 10. Produção e potenciais de produção do biogás em biodigestores contínuos operados com dejetos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Variável	Mineral	Nível de Óleo de Alecrim (mg kg ⁻¹)				Valores de P			CV(%)
		0	100	200	Média	Mineral	Alecrim	Interação	
Produção de Biogás m ³	Inorgânico	0,16	0,16	0,16	0,16B	0,011	0,973	0,396	4,47
	Orgânico	0,18	0,17	0,17	0,18A				
	Média	0,17	0,17	0,17	0,17				
Potencias m ³ kg ⁻¹	Dejeto	Inorgânico	1,38cB	1,48bB	1,50aB	<0,001	<0,001	<0,001	5,27
		Orgânico	1,61aA	1,61aA	1,55bA				
		Média	1,50	1,56	1,53				
	ST Adicionados	Inorgânico	0,40bB	0,43aB	0,43aB	<0,001	0,252	<0,001	5,80
		Orgânico	0,48aA	0,46bA	0,45bA				
		Média	0,44	0,44	0,44				
	SV Adicionados	Inorgânico	0,54	0,56	0,55	<0,001	0,982	0,116	7,35
		Orgânico	0,61	0,59	0,59				
		Média	0,57	0,58	0,58				

Letras minúsculas/maiúscula na linha/coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observou-se interação ($P < 0,001$) para o potencial de produção de biogás do dejeto, entre as fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim. Entre o mineral inorgânico e os níveis de óleo de alecrim, o nível 200 mg kg^{-1} foi o que apresentou maior potencial do dejeto. Comparando os níveis de óleo de alecrim com as fontes de minerais, o mineral orgânico foi o que apresentou maior potencial de produção de biogás do dejeto.

Houve interação ($P < 0,001$) para o potencial de produção de biogás de ST adicionados, entre as fontes de minerais e os níveis de óleo de alecrim. Entre o mineral inorgânico e os níveis de óleo de alecrim, os níveis 100 e 200 mg kg^{-1} foram os que apresentaram maior potencial por kg de ST adicionados $0,43 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Já entre o mineral orgânico e os níveis de óleo de alecrim, o nível 0 mg kg^{-1} foi o que apresentou o maior potencial de ST adicionados $0,48 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Dentro de cada nível de óleo de alecrim observou-se que a fonte de mineral orgânica foi o que apresentou maior potencial de produção de biogás por kg de ST adicionados. Não houve interação ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o potencial de produção de biogás por SV adicionados. Observou-se diferença ($P < 0,001$) entre as fontes de minerais, onde o mineral orgânico apresentou maior potencial de produção biogás por kg de SV adicionados de $0,60 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Não houve efeito dos níveis de óleo de alecrim no potencial de produção de biogás por kg de SV adicionados.

Steil (2001) encontrou potenciais de produção de biogás em m^3 por kg de ST adicionados, obtidos a partir de resíduos de aves de postura sem a utilização de inóculo, de $0,3828 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ de ST. No mesmo trabalho o autor verificou potencial de produção de biogás de $0,5495 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ de SV adicionado, $0,0243 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ de substrato e $0,9087 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ de SV reduzidos.

O potencial de produção de biogás encontrado por Primiano (2002), quando abasteceu biodigestores com dejetos de poedeiras, com e sem inóculo, foi de, respectivamente, 0,019 m³kg⁻¹ e 0,024 m³kg⁻¹ substrato, 0,315 m³kg⁻¹ e 0,377 m³kg⁻¹ ST adicionado, 0,460 m³kg⁻¹ e 0,560 m³kg⁻¹ SV adicionado, 0,590 m³kg⁻¹ e 1,060 m³kg⁻¹ SV reduzido e 0,12 m³kg⁻¹ e 0,10 m³kg⁻¹ de dejetos.

Augusto (2007) encontrou potenciais de produção de biogás em m³ por kg de ST adicionados, obtidos a partir de resíduos de aves de postura criados em sistema convencional de 0,2829 m³kg⁻¹ de ST. No mesmo trabalho a autora verificou potencial de produção de biogás de 0,3553 m³kg⁻¹ de SV e 0,0079 m³kg⁻¹ de substrato e 0,4476 m³kg⁻¹ de SV reduzidos.

Conclusão

A utilização de fontes de minerais orgânica e inorgânica, assim como a adição de até 200 mg kg⁻¹ de óleo de alecrim nas rações de poedeiras não oferecem riscos de falência no processo de biodigestão anaeróbia. Dejetos de poedeiras alimentadas com minerais orgânicos apresentam maior potencial de produção de biogás.

Referência

- APHA.AWWA.WPCF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21th ed. Washington, 2012. 1496 p.
- AUGUSTO, K.V.Z. 2007. *Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 131p.
- BRUGALI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.
- CHEN, Y.; CHENG, J. J.; CREAMER, K.S. Inhibition of anaerobic digestion process: A review. *Bioresource Technology*, v. 99, n.10, p. 4044–4064, 2008. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852407001563>> Acessado em: 10 de outubro de 2014.
- CHERNICHARO, C.A.L. *Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG. 1997. 379 p.
- HENRY, C.; SULLIVAN, D.; RYNK, R.; DORSEY, K.; COGGER, C. *Managing nitrogen from biosolids*. Northwest Biosolids Management Association, Washington, 1999. Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/v18/Avcomportvert.htm>>. Acesso em 18 de janeiro de 2015.
- JENKINS, S. R.; MORGAN, J. M.; ZHANG, X. Measuring the usable carbonate alkalinity of operating anaerobic digesters. *Journal Water Pollution Control Federation*, v. 63, n. 1, p. 28-34, 1991.

- LUCAS JR., J.; SANTOS, T.M.B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: SIMPÓSIO RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia. *Anais...* Concórdia: CNPSA, 2000. p. 27-43.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Micronutrientes, uma visão geral. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS / CNPq, 1991. p. 1-33.
- ORTIZ, F.C.G.; CAPPI, N.; SANTOS, T.M.B.; SILVA, P.P. *Teores de fósforo, nitrogênio e sólidos em dejetos de poedeiras alimentadas com milho com diferentes granulometrias*. 5º Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal, Corumbá- MS, 2010.
- PEREIRA, A.A.; SILVA, W.N.; GRIEP JUNIOR, D.N.; FERREIRA, D.A.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, L.P.; SILVA, W.A.; SILVA, J.A.O. Minerais quelatados na alimentação das aves. *Revista Eletrônica de Pesquisa Animal*, v.01, n.01, p.39-50, 2013.
- PERUZZOLO, R. S. *Utilização de minerais quelatados na avicultura*. 2010. 47p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Porto Alegre, 2010.
- PRIMIANO, I. P. *Biodigestão anaeróbia de dejetos da avicultura de postura: uso de inóculo em biodigestores batelada*. 2002. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2002.
- RIPLEY, L. E.; BOYLE, W. C.; CONVERSE, J. C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. *Journal Water Pollution Control Federation*, Alexandria, v. 58, n. 5, p. 406-411, 1986.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELLE, J. GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2011, 252p.
- SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com micros minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.43, n.2, p.159-166, 2006.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A. C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235p, 2002.
- SILVA, G. H. R.; NOUR, E. A. A. Reator compartimentado anaeróbio/aeróbio: sistema de baixo custo para tratamento de esgotos de pequenas comunidades. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 2, p. 268-275, 2005.
- SILVA, H.W.; PELÍCIA, K. Manejo de dejetos sólidos de poedeiras pelo processo de biodigestão anaeróbica. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.2, n.1, p.151-155, 2012.

STEIL, L. *Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos*. 2001. 109f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

YADVIKA, S.; SREEKRISHNAN, T. R.; KOHLI, S.; RANA, V. Enhancement of biogás production from solid substrates using different techniques – a review. *Bioresource Technology*, v. 95, n. 1, p. 1-10, 2004.

CAPITULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista de produção, caracterização e aproveitamento dos dejetos, a adição de minerais orgânicos na dieta de galinhas poedeiras é interessante, visto que as aves excretam menor quantidade de dejetos, que estes apresentam menores quantidades de N e P, e produzem mais biogás.

O óleo de alecrim não é interessante para a alimentação de galinhas poedeiras com relação a questão ambiental, já que os dejetos destes animais apresentaram maior poder poluente. Para o processo de biodigestão o óleo de alecrim não interferiu no processo.

Uma vez que a composição do biogás pode variar conforme a composição do substrato e, considerando-se que os minerais orgânicos melhoram o aproveitamento dos nutrientes pelos animais, faz-se necessária a avaliação da composição do biogás gerado produzido por dejetos de galinhas poedeiras alimentadas com duas fontes de minerais e níveis de óleo de alecrim.

Para estudos futuros sugere-se testar outros óleos essenciais e também trabalhar com número maior de níveis de inclusão de óleo de alecrim para galinhas poedeiras para que se consiga fazer uma análise de regressão e encontrar o nível ideal de inclusão deste óleo na dieta.