UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

TIAGO RONIMAR FERREIRA LIMA

**Efeito de extratos de plantas no controle do estresse oxidativo em ovinos
confinados alimentados com dieta com elevada proporção de concentrado**

Pirassununga
2016

TIAGO RONIMAR FERREIRA LIMA

Efeito de extratos de plantas no controle do estresse oxidativo em ovinos confinados alimentados com dieta com elevada proporção de concentrado

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Leme

Pirassununga
2016

LL732e Lima, Tiago Ronimar Ferreira Efeito de extratos
e de plantas no controle do estresse oxidativo em
 ovinos confinados alimentados com dieta com
 elevada proporção de concentrado / Tiago Ronimar
 Ferreira Lima ; orientador Paulo Roberto Leme. --
 Pirassununga, 2016.

48 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Dorper. 2. Magnolia officinalis. 3. Macleaya
cordata. 4. Selênio. 5. Oxidação. I. Leme, Paulo
Roberto, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais que me deram todo apoio, que mesmo distantes fisicamente, estavam sempre presentes em meus pensamentos, me dando a força necessária para continuar nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por iluminar o meu caminho e me fazer chegar tão longe em meus objetivos.

À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos e que mesmos distantes sempre foram o meu alicerce, me dando motivos para lutar mais e mais.

À Universidade de São Paulo – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos pela oportunidade do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. Paulo Roberto Leme pela orientação, apoio, paciência e ensinamentos durante este trajeto, sendo de suma importância para o sucesso deste trabalho.

À Dr. Sarita Bonagurio Gallo pela orientação no manejo com os cordeiros, ajuda, conselhos e orientações que me ajudaram imensamente durante todo o período do mestrado.

À pós-doutoranda Alessandra Fernandes Rosa que me auxiliou com as análises de estresse oxidativo e vida de prateleira.

À InVivo – Nutrição e Saúde Animal pelo fornecimento dos peletes e extratos de plantas utilizados no experimento.

Ao Wilson Segal, proprietário da fazenda Três Rios, pelo inicial empréstimo e posterior venda dos animais utilizados no experimento.

Aos funcionários Ricardo, Dione, João, Ademilson, Valmir pelo auxílio na alimentação, transporte e manejo dos animais, bem como os funcionários do abatedouro escola pelo auxílio e paciência durante o abate e desossa dos animais.

Aos meus colegas de laboratório: Daniel, Madeline, Fabiane, Keni, Henrique, Juan, Juliana, Guilherme, Vicente, Fábio e Lina pelos momentos de alegria e descontração durante esta jornada.

Aos meus amigos e companheiros de todas as horas Thiago Bernardino, Evandro, Gustavo, Thaís Brochado, Patrícia, Beatrice, David e Rafael pelas festas e risadas mesmos durante vários momentos de cansaço e trabalho.

Aos meus estagiários Amanda, Ingrid, Lara, Matheus, Mariana e Gabriel pelo auxílio no manejo dos animais durante o período experimental.

Por último, mas de grande importância a minha namorada Thaís Costa que foi companheira, confidente, apoio, muitas e muitas vezes estagiária apesar de cursar Enfermagem, com grande paciência e muita vontade em tornar este experimento um sucesso. Te amo.

À todos que, direta ou indiretamente, ajudaram na medida do possível para o bom andamento desta pesquisa, o meu mais sincero muito obrigado.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Comitê de Ética em Pesquisa da FZEA

Pirassununga, 03 de maio de 2015
CEUA N 9864230215

Ilmo(a). Sr(a).
Responsável: Paulo Roberto Leme
Depto/Disc: Departamento De Zootecnia
Pesquisadores envolvidos: Tiago Ronimar Ferreira Lima - **executante** (fzea - Usp); Sarita Bonaguirio Gallo - colaborador (fzea - Usp);

Título do projeto: "Efeito de antioxidantes de extratos de plantas no controle do estresse oxidativo em ovinos confinados alimentados com dieta com elevada proporção de concentrado".

Parecer Consubstanciado da Comissão de Ética no Uso de Animais FZEA

O experimento será conduzido no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo. Serão utilizados 48 cordeiros Dorper x Santa Inês desmamados aos 60 dias, distribuídos em blocos casualizados em quatro tratamentos: ração controle, ração controle mais extrato das plantas *Magnolia officinalis* e *Macleaya cordata* (EP), controle + selênio + vitamina E, e ração controle mais Se + vit. E + EP. Serão quatro períodos experimentais de 14 dias, sendo 10 dias de adaptação e quatro dias de coleta. Será avaliada no sangue a capacidade antioxidante total, a capacidade oxidante total, níveis de glutathione peroxidase, catalase, peróxido de hidrogênio, malonaldeído e superóxido dismutase, todas usando kits comerciais específicos. Serão avaliados na carne aspectos como cor, maciez, pH, TBARS e tempo de prateleira. As variáveis analisadas permitirão compreender o controle do estresse oxidativo por parte do composto natural utilizado, possibilitando um melhor entendimento na fisiologia do animal, bem como a sua influência na estabilidade oxidativa da carne.

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - FZEA/USP, na reunião de 15/04/2015, **ANALISOU** e **APROVOU** todos os procedimentos apresentados neste protocolo.

1. Comunicar toda e qualquer alteração do protocolo.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do protocolo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.
4. **Relatórios parciais** de andamento deverão ser enviados **anualmente** à CEUA até a conclusão do protocolo.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Daniele dos Santos Martins
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Universidade de São Paulo

Resumo

LIMA, T.R.F. **Efeito de extratos de plantas no controle do estresse oxidativo em ovinos confinados alimentados com dieta com elevada proporção de concentrado.** 2016. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2016.

O uso de dietas com elevado teor de concentrado para intensificar a produção de carne de ovinos pode influenciar a homeostase oxidativa do animal, com efeito no seu desempenho e na qualidade da carne. Para buscar meios alternativos, foram testados antioxidantes convencionais em comparação com extratos de plantas no controle do estresse oxidativo em cordeiros alimentados com dieta exclusiva de concentrado. Foram utilizados 48 cordeiros machos Dorper x Santa Inês com peso inicial de $20 \pm 1,49$ kg desmamados aos 60 dias e alojados em baias individuais e alimentados durante 60 dias com dieta exclusiva de concentrado, composta por 80% milho grão inteiro e 20% pelete proteico, com os tratamentos diferindo apenas na adição dos antioxidantes. Os tratamentos foram controle, sem adição de antioxidante, extrato de plantas com adição de 4 mg/kg de *Macleya cordata* e *Magnolia officinalis*, tratamento vitamina E e selênio nas quantidades 100UI/kg e 0,1 mg/kg, respectivamente e tratamento extrato de plantas + vitamina E e selênio, nas mesmas quantidades anteriores. A alimentação e a sobra foram pesadas diariamente para determinação de matéria seca e eficiência alimentar. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias para acompanhamento do desempenho. Foram perdidas duas parcelas experimentais. Durante o período experimental foram realizadas três colheitas de sangue para avaliação de parâmetros oxidativos e proteicos. Após o abate, foram retiradas amostras para análise em painel expositor refrigerado do *Longissimus dorsi* durante oito dias para influência da estabilidade oxidativa na cor. Houve influência no peso final, ganho diário, peso de carcaça e teor de Se no músculo *L.dorsi* para tratamentos com adição de vitamina E e Se. Não houve efeito de tratamento para proteínas sanguíneas, indicando que os animais estavam saudáveis durante o experimento. O uso de extrato de plantas teve efeito similar ao dos antioxidantes convencionais e pode ser usada no controle do estresse oxidativo.

Palavras-chave: Dorper, *Macleya cordata*, *Magnolia officinalis*, oxidação, selênio.

Abstract

LIMA, T.R.F. **Plant extracts effect on the control of oxidative stress in feedlot sheep fed diets with high concentrate.** 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2016.

The use of high concentrate diets to intensify sheep meat production can influence the oxidative homeostasis of the animal, influencing performance and meat quality. In order to find alternative antioxidants this experiment was carried out to test conventional antioxidants in comparison with plant extracts in the control of oxidative stress in lambs fed exclusively a concentrate diet. Forty-eight male lambs Dorper x Santa Inês with initial weight of 20 ± 1.49 kg weaned at 60 days and housed in individual pens were used. The animals were fed a concentrate diet consisting of 80% whole corn grain and 20% protein pellet, and the treatments differed only in the addition of the antioxidants during 60 days. The treatments were control, no added antioxidant, treatment with plant extract with inclusion of 4 mg / kg plant extract of *Macleya cordata* and *Magnolia officinalis*, treatment with vitamin E and selenium in amounts of 100 IU / kg and 0.1 mg / kg, respectively, and treatment plant extract + vitamin E and selenium, in the same previous amounts cited. The feed and orts were weighed daily to determine the dry matter intake and feed efficiency. The animals were weighed at the beginning of the experiment and every 14 days to and two experimental units were lost. During the trial three blood samples were taken for evaluation of oxidative and protein parameters. After slaughter, test samples were taken in refrigerated display panel *Longissimus dorsi* for eight days to study the influence of the oxidative stability in color. There was influence in the final weight, daily gain, carcass weight and Se in the *L.dorsi* muscle of the treatment with the addition of vitamin E and Se. There was no effect of the plants extract treatment in the blood proteins, indicating healthy animals. The use of plant extracts have antioxidant had effect similar to conventional antioxidants and can be used in the control of oxidative stress.

Keywords: Dorper, *Macleya cordata*, *Magnolia officinalis*, oxidation, selenium.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição dos peletes e premix mineral (%)	23
Tabela 2. Composição da dieta (80% milho 20% pelete, em % na MS).....	24
Tabela 3. Dados de desempenho de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes	28
Tabela 4 pH e temperaturas de carcaça 1 e 24 horas após o abate de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes..	29
Tabela 5. Médias força de cisalhamento, perda por cocção e teores de selênio de L.dorsi de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes.....	30
Tabela 6. Parâmetros de luminosidade (L), intensidade de vermelho (a) e intensidade de amarelo (b) de L. dorsi de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes, mantidas em painel expositor refrigerado durante 8 dias.	30
Tabela 7. Parâmetros de estresse oxidativo para TBARS (MDA/ μ M), glutathione peroxidase (NMOL/MIN*ML-1) e superóxido dismutase (U/ml) de cordeiros confinados em dieta exclusiva com concentrado.	31
Tabela 8. Médias de índice de ruminite e morfologia de parede ruminal de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes.	32
Tabela 9. Níveis de proteínas (%) em soro de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes.....	32

LISTA DE SIGLAS

AGCC – ácidos graxos de cadeia curta

AH – abscesso hepático

AOL – área de olho de lombo

CA – conversão alimentar

CG – conteúdo gástrico

EA – eficiência alimentar

EGS – espessura de gordura subcutânea

EP – tratamento Extrato de Plantas

ES – tratamento vitamina E + Selênio

FC – força de cisalhamento

GMD – ganho médio diário

GPV – ganho de peso vivo

GPx – Glutathione Peroxidase

IMS – ingestão de matéria seca

kgMSI – Quilos de Matéria Seca Ingerida

MDA – Malonaldeído

MS – matéria seca

PAC – perda por cocção

PCF – peso de carcaça fria

PCQ – peso de carcaça quente

pH – potencial hidrogênionico

pH_{1h} – pH aferido 1 hora após o abate

pH_{24h} – pH aferido 24 horas após o abate

PR – perda por resfriamento

PV – peso vivo

PVI – peso vivo inicial

PVF – peso vivo final

RC – Rendimento de Carcaça

SOD – Superóxido Dismutase

T_{1h} – temperatura aferida 1 hora após o abate

T_{24h} – temperatura aferida 24 horas após o abate

TBARS – Ácido 2-Tiobarbitúrico

SUMÁRIO

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1Local.....	21
2.2 Animais	21
2.3 Dietas experimentais	22
2.4 Coletas de amostras e análises laboratoriais.....	24
2.5 Colheitas de sangue.....	24
2.6 Abate, mensurações na carcaça e coleta de amostras.....	25
2.7 Análises físicas da carne	26
2.8 Análise Estatística	26
3.RESULTADOS	28
4. DISCUSSÃO.....	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

INTRODUÇÃO

Estima-se que a quantidade de ovinos no Brasil seja de 17,6 milhões de cabeças (FAO, 2014). Apesar desse número, a demanda de carne ovina no país não é atendida, sendo necessário realizar a importação. Como a demanda não é suprida com animais jovens e de carne mais macia, se faz necessário o uso de animais mais velhos, que resultam em carnes mais duras e com “sabor de carneiro”. Visto a falta de produtos e o gasto com importação para atender o mercado interno, é necessário melhorar o manejo nutricional para aumentar a produtividade dos criadores de ovinos.

A terminação de cordeiros em sistema de confinamento se torna uma importante alternativa para maior produção de animais em menor período do tempo, pois dessa forma pode-se controlar a ingestão de matéria seca do animal visando maior produtividade, além de garantir maior lucro para o produtor (MARZALL et al., 2011).

O uso de dietas exclusivas de concentrado permite aumentar a produção de carne ovina, garantindo menor tempo para o abate devido alta eficiência alimentar e melhor uniformização da carcaça (CIRNE et al., 2013). Desde que o fornecimento dos grãos utilizados na preparação do concentrado seja de fácil aquisição, o uso deste tipo de manejo alimentar se torna interessante pela facilidade no fornecimento, limpeza dos cochos e armazenamento.

Apesar de beneficiar a produtividade animal e facilitar o seu fornecimento, dietas exclusivas em concentrados afetam o metabolismo e essa interferência pode liberar diversos compostos na circulação sanguínea, afetando a homeostase redox do organismo (CELI, 2010).

Para evitar a presença de estresse oxidativo no organismo do animal, o uso de antioxidantes como selênio e vitamina E se faz necessário, por atuarem combatendo os radicais livres que são gerados nesta situação. Em pequenas quantidades estes compostos são desejáveis, mas em quantidades acima do normal, sua ação se torna prejudicial (CELI, 2010).

Como meio alternativo no controle do estresse oxidativo, alguns princípios ativos extraídos de plantas podem ser utilizados, graças a sua capacidade de neutralizar os radicais livres presentes. Entre os vários compostos já descobertos, podemos citar o honokiol e seu isômero magnolol, e a sanguinarina, extraídos das plantas *Magnolia officinalis* e *Macleaya cordata*, respectivamente. Além de seus efeitos antioxidantes, esses princípios ativos possuem efeitos anti-inflamatórios, antifúngicos,

antimicrobianos, entre outros (BANG et al., 2000, BAI et al., 2003, PARK et al., 2004, KIM; CHO, 2008).

A partir do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a mitigação do estresse oxidativo em cordeiros alimentados em dietas exclusiva de concentrado e seu efeito no desempenho e posterior característica da carne.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antioxidantes e oxidantes

Os alimentos, destinados a animais ou humanos, estão sujeitos à deterioração decorrente de mudanças químicas e de microrganismos no ambiente, visto que são substâncias com elevados valores nutricionais. Estas mudanças podem afetar o tempo de prateleira do produto, influenciando no seu consumo. Para evitar a deterioração, a indústria usa aditivos, mais especificamente os antioxidantes, que impedem a oxidação dos lipídios presentes no alimento.

Por definição, um antioxidante pode ser considerado qualquer substância com efeito inibitório ou retardatário da oxidação do substrato de maneira eficaz (SIES; STAHL, 1995). Eles podem ser usados tanto na ração quanto no produto final. Possuem função de prevenir a deterioração que ocorre por mudanças químicas e microbiológicas na carne, que é rica em nutrientes (DEVATKAL *et al.*, 2010). No que se refere ao produto final, a sua utilização é mais frequente em processados (mortadela, carne mecanicamente separada, empanados), sendo adicionados em pequenas quantidades. Mesmo assim, a sua eficiência é menor se comparada à adição de antioxidantes durante a alimentação animal, que ao sofrer metabolismo no organismo são depositados na membrana celular (KERYYY *et al.*, 1998). Os antioxidantes são classificados em primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos (BAILEY, 1996).

Antioxidantes primários possuem na sua estrutura compostos fenólicos responsáveis pela inativação ou remoção de radicais livres oriundos do metabolismo animal, doando átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia. O átomo de hidrogênio ativo do antioxidante é abstraído pelos radicais livres $R^\bullet$ e $ROO^\bullet$ com maior facilidade do que os hidrogênios alílicos (BAILEY, 1996). Podemos observar melhor seu modo de ação na figura 1.

Figura 1- Modo de ação dos antioxidantes primários, onde ROO e R: radicais livres; AH – antioxidante com átomo de hidrogênio ativo e A – radical inerte. Fonte: Frankel (1980)

Sinergistas apresentam reduzida ou nenhuma atividade antioxidante, mas ao serem utilizados em combinação com os antioxidantes primários, aumentam os efeitos destes. Os removedores de oxigênio impedem a propagação da auto oxidação pelo sequestro do oxigênio presente no meio, tornando este indisponível. As enzimas como superóxido dismutase, catalase e glicose oxidase entram na classificação de antioxidantes biológicos, removendo oxigênio ou compostos reativos que tem efeito maléfico aos tecidos do animal. Agentes quelantes e/ou sequestrantes se complexam com íons catalisadores da oxidação lipídica, como o cobre e ferro (BAILEY, 1996).

Todos compostos citados possuem função de prevenir grandes quantidades de radicais livres no organismo, mas, caso ocorra um desbalanço entre a quantidade de radicais e a de antioxidantes presentes, resultará em estresse oxidativo (CELI, 2010a). A geração de radicais livres é um processo fisiológico contínuo, e a sua presença em pequenas quantidades possuem importância no funcionamento do sistema imunológico, sendo eles utilizados para eliminar antígenos, ajudar células e tecidos na sua oxigenação e liberação do oxigênio presente na hemoglobina, apoptose, coagulação sanguínea e cicatrização, dentre outras.

O sistema enzimático é um meio de defesa presente no organismo, atuando contra a formação dos radicais livres durante o metabolismo do animal, como o peróxido de hidrogênio e o superóxido. Esse sistema possui diversas enzimas, como por exemplo a superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT) e a glutathione peroxidase (GPx). As enzimas glutathione e superóxido têm ação no controle dos radicais livres presentes na circulação, com produção influenciada por alterações no processo metabólico do animal.

A enzima superóxido dismutase (SOD) está presente nas células com metabolismo aeróbico, dada a sua importância na proteção antioxidantes contra as espécies reativas de oxigênio. Possui em seu grupo três tipos enzimáticos e cada um deles precisa de um metal específico (Cu-Zn, Fe e Mn) (MILLER, 2012). Ela é responsável pela catalisação do O_2^- em H_2O e O_2 e sua concentração é maior nos eritrócitos, coração, cérebro, células dos pulmões, entre outros. Ela age transformando dois ânions superóxidos em peróxido de hidrogênio, reação que é acelerada através desta enzima. Possui meia vida curta (menos de 10 minutos) e não consegue penetrar nas células (FUKAI; USHIO-FUKAI, 2011).

A glutathione (GSH), da mesma forma que a SOD, está presente em altas concentrações nos organismos aeróbicos. Desempenha papel importante no controle

dos radicais livres, por ter em sua estrutura um grupamento tiol e este lhe conferir capacidade antioxidante (BALD et al., 2004) e na biotransformação e eliminação de xenobióticos (JOSEPH et al., 1997). Para que a sua atividade protetora de redução dos radicais livres seja mantida, ela precisa ser regenerada após sua oxidação de GSH à GSSG através do ciclo catalítico (Figura 2). As enzimas Glutathione Oxidase (GO) e Glutathione Peroxidase (GPx) catalisam a oxidação da GSH em GSSG e a Glutathione Redutase (GR) tem função de regenerar a GSH através da GSSG com gasto de NADPH.

Figura 2. Ciclo catalítico da Glutathione (Huber *et al.*, 2008)

Considerado um importante sistema enzimático contra os radicais livres, as GSH-Px estão presentes em muitos tecidos animais. Possui um resíduo de selenocisteína no seu sítio ativo, demonstrando o papel fundamental do selênio na atividade enzimática (HUBER *et al.*, 2008).

Selênio e vitamina E na nutrição animal

O selênio (Se) é um mineral essencial para humanos e animais, pois está presente na formação da selenocisteína, que é o componente estrutural central de várias enzimas (ARTEEL; SIES, 2001), além de ser importante na defesa antioxidante e função imune do hospedeiro. Uma das enzimas do qual faz parte é a glutathione peroxidase (GSH-Px), que tem como função a catálise da redução do lipídio e do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) para compostos menos prejudiciais ao organismo. Possui função de ativação da enzima selênio-dependente deiodinase, que é responsável por converter o hormônio tireoidiano T4 na sua forma mais ativa T3 (BECKETT et al., 1987). Sua deficiência pode causar doenças musculares como degeneração nutricional

muscular ou doença do músculo branco (BEYTUT; KARATAS; BEYTUT, 2002), redução da atividade da GPx e suprimir a reprodução. A sua ausência no organismo possui efeitos graves na produção e na saúde do animal, com elevadas taxas de morte resultantes de degeneração do miocárdio (RAMÍREZ et al., 2001a). Ocorrerá também interferência na atividade da GSH-Px, o que resulta em dano direto nas membranas celulares através da peroxidação (HEFNAWY & TORTORA-PÉREZ, 2010).

O selênio existe de diversas formas na dieta, desde seleno-metionina e seleno-cisteína, ou na forma de selenito ou selenato, que são as formas mais utilizadas para suplementação (ROOKE; ROBINSON; ARTHUR, 2004). Comparando o efeito de fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na suplementação de cordeiros, Kumar *et al.*, (2009) observaram melhores ganhos médio de peso para os grupos suplementados com Se, sendo que a forma orgânica atingiu melhor ganho se comparado com a forma inorgânica (110 e 98,2g, respectivamente); além de observar maior atividade da GPx sanguínea nos cordeiros com suplementação de Se, garantindo assim melhor condição antioxidativa.

Ao testar a resposta de bezerros alimentados com dieta com baixo teor de selênio à suplementação deste mineral nas formas inorgânica e enriquecido com levedura, Nicholson *et al.* (1991) observaram melhor ganho de peso e melhor relação ganho: consumo em vacas leiteiras e bezerros de corte suplementados com 1 mg Se/kg de MS do que os alimentados com dieta controle (0,26 mg Se/kg de MS).

Avaliando o efeito de diferentes fontes de selênio em cordeiros alimentados com dieta a base de cevada, Alimohamady et al. (2013) constatou que houve um aumento na digestibilidade da matéria seca, orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido dos animais tratados com suplementação de selênio levedura.

Ao testar os efeitos da suplementação com Se em cordeiros desmamados em área com deficiência em Se, o grupo suplementado demonstrou maior peso vivo em comparação com o grupo controle, e aumentou a atividade da GSH-Px no plasma, comprovando a eficiência do Se em aumentar a quantidade desta enzima (CELI et al., 2010).

Swecker Jr. et al. (1989) avaliando a resposta humoral do sistema imune em bezerros desmamados, constatou que a suplementação com selênio podia melhorar o desempenho do animal indiretamente por melhorar o seu sistema imune, dando-lhe condições de suportar o ambiente estressante de criação intensiva.

A vitamina E ou tocoferol é uma vitamina lipossolúvel que possui função principal de atuar como antioxidante no organismo contra os radicais livres formados no metabolismo normal. Esta vitamina pode ser encontrada em outras formas, sendo todos derivados do toco, com a forma mais comum e biologicamente ativa nos alimentos a α -tocoferol. Além da sua ação antioxidante, podemos citar: inibição da peroxidação natural dos ácidos graxos poliinsaturados nas camadas lipídicas da membrana; componentes estruturais das células; síntese de PGF₂- α ; auxílio na manutenção estrutural e da integridade de músculos esqueléticos, cardíacos, lisos e sistema imunológico (ZEOULA & GERON, 2006).

Alves de Almeida et al., (2015) avaliaram os efeitos da suplementação com sementes de girassol e vitamina E para cordeiros confinados constataram um aumento da concentração da vitamina E, acompanhando de uma redução na peroxidação lipídica. Já González-Calvo *et al.* (2015) testaram os efeitos da suplementação com vitamina E e pastejo em alfafa durante engorda, observaram que a vitamina, se suplementada por um curto período, pode ter efeito regulatório para a transcrição de genes relacionados com o metabolismo lipídico no músculo de cordeiros.

Awawdeh, Talafha, Obeidat, (2015) ao testarem a injeção pós-parto de vitamina E e Se no desempenho de ovelhas e seus cordeiros, não encontraram efeitos significativos desta suplementação na mudança de peso vivo, rendimento de leite e composição ou na taxa de crescimento e peso à desmama dos cordeiros.

A combinação de selênio e vitamina E para ovelhas sob condição térmica estressante é capaz de reduzir a perda de peso, aumentar a concentração de Se no soro e capacidade antioxidante total no plasma, indicando que a suplementação com Se e vitamina E podem amenizar o estresse térmico (ALHIDARY *et al.*, 2015). Da mesma forma observada por Chauhan *et al.* (2015), que testaram doses supra nutricionais de Se e vitamina E no controle do estresse térmico, oxidativo e balanço ácido-base. Estes autores também comprovaram o efeito positivo da suplementação no controle térmico e redução nos parâmetros de estresse oxidativo (metabolitos reativos de oxigênio no plasma) e aumento no potencial antioxidante.

Honokiol e magnolol

Na busca de compostos alternativos para utilização na nutrição animal, o uso de metabólitos de plantas ganhou bastante atenção, como óleos essenciais e funcionais ou extratos de plantas. Estas são uma fonte rica para suprir o homem com valiosos

compostos bioativos (TAYEL; EL-TRAS, 2012). No que se refere a substituição ou complementação da defesa antioxidante e sistema imune, diversos extratos podem ser usados, entre eles o honokiol e seu isômero magnolol.

A molécula de honokiol possui em sua estrutura dois grupos fenólicos (Figura 3), que confere a ela propriedades antioxidantes similares à vitamina E (KIM et al., 2013). Contêm dois grupos alil, que aumentam a afinidade do honokiol e magnolol através células endoteliais (ZHAO; LIU, 2011).

Figura 3: o magnolol e honokiol podem ser isolados de sua mistura pela reação com 2,2-dimetoxipropano, levando a formação do magnolol. Então o magnolol e o honokiol são isolados por cromatografia de coluna. Finalmente, o magnolol é obtido pela hidrolisagem do magnolol cetal (ZHAO; LIU, 2011).

O honokiol é um composto extraído de ervas medicinais da china, com forte efeito antioxidante na inibição da Peroxidação nas mitocôndrias do coração e no fígado (JEN-HWEY et al., 1997). Também possui efeito de vasodilatação, propriedades antiangiogênica e antitumoral (DIKALOV; LOSIK; ARBISER, 2008), anti-inflamatória (KIM et al., 2008), no tratamento da diabetes e suas complicações e na medicina tradicional chinesa e japonesa usada para tratamento de diversas doenças, incluindo febre, dor de cabeça, ansiedade, trombose, diarreia e anemia, graças às suas propriedades antitrombótica, antidepressiva e antibacterianas (KIM et al., 2013).

A capacidade anti-inflamatória do honokiol foi estudada por Liou et al., (2003), que ao submeter os neutrófilos periféricos isolados de ratos na presença e ausência de honokiol, constatou uma redução na atividade enzimática da NADPH oxidase em 40%, inibiu também outras duas enzimas geradoras de espécies reativas de oxigênio (mieloperoxidase e ciclooxigenase) em 20% e 70%, respectivamente e aumentou a

atividade da glutathione peroxidase em 30%. Seu efeito inibitório de inflamação também foi comprovado por Wei et al., (2015) que testaram o efeito protetor do magnolol na inflamação em epitélio mamário de ratas com indução de mastite, confirmando o seu uso contra processo inflamatório e bactérias.

Ao examinar a capacidade preventiva do honokiol contra a oxidação de proteína de baixa densidade (LDL), Ou et al., (2006) constataram que ele previne a modificação molecular decorrente da oxidação induzida por cobre, atenuou a citotoxicidade da oxLDL, geração de ROS e subsequente colapso potencial da membrana mitocondrial.

Apesar de amplamente estudados para medicina humana, o honokiol e magnolol não possuem a mesma quantidade de pesquisas para animais de produção. Com suas características anti-inflamatórias, antibióticas e antioxidantes, a sua utilização na produção animal pode resultar em melhores condições à animais criados intensivamente e em ambientes estressantes.

Estresse oxidativo

Durante a conversão de nutrientes em energia para o animal, ocorre a liberação dos radicais livres. Estes atuam no sistema imune, combatendo os antígenos no sistema fisiológico, sendo a sua ação regulada por antioxidantes, que evitam o aumento na quantidade destes compostos. Esses radicais, também conhecidos como Espécies Reativas ao Oxigênio (ERO) são altamente reativos na oxidação de agentes que destroem os micro-organismos ou outras células. Os principais ERO são divididos em dois grupos: os radicais como a hidroxila ($\text{HO}^\bullet$), superóxido (O_2^-), peroxila ($\text{ROO}^\bullet$) e alcooxila ($\text{RO}^\bullet$); e o grupo não-radicalar com os compostos oxigênio, peróxido de hidrogênio e ácido hipocloroso (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

O triplete de oxigênio (molécula de oxigênio com três possíveis valores de spins) é um bioradical com seus dois elétrons de valência mais externos ocupando orbitais separados com spins paralelos. Para oxidar um átomo ou molécula não radical, o triplete de oxigênio necessitaria reagir com um parceiro para prover um par de elétrons com spins paralelos que se encaixe nas orbitais dos elétrons livres. Como não é possível essa interação graças à disposição oposta dos spins, há uma limitação das ligações possíveis da molécula de oxigênio triplete com a maioria das moléculas orgânicas (APEL; HIRT, 2004). Porém, ele pode ser convertido em formas ainda mais reativas, como a formação do oxigênio singlete, peróxido de hidrogênio e radical hidroxila (KLOTZ, 2002).

O peróxido de hidrogênio apesar de não ser por definição um radical livre, é um metabólito do oxigênio com potencial efeito danoso, pelo fato de estar presente na reação que origina o radical hidroxila (OH). Sua geração ocorre no organismo através da dismutação do ânion-radical superóxido por enzimas oxidases ou pela β -oxidação (Barreiros et al., 2006). O peróxido possui vida longa e capacidade de atravessar membranas lipídicas se ligar-se as proteínas conectadas ao Fe^{++5} , se tornando altamente tóxico para as células (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

A radical hidroxila ($\text{HO}^\bullet$) é considerada a ERO mais reativa, o que a torna mais danosa às células normais do organismo. Sua alta reatividade se dá pela rápida ligação deste radical com metais e até mesmo outros radicais no local de sua formação. Devida esta característica, se por acaso o radical hidroxila se ligar ao DNA e este possuir um metal fixado em sua estrutura, ocorrerá mudanças nas bases do DNA, gerando mutações deste. Também há a possibilidade de inativação de proteínas por oxidar os grupos sulfidrilas e as pontes de dissulfeto, além de iniciar o processo de lipoperoxidação das membranas (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

A formação do radical $\text{HO}^\bullet$ se baseia em dois mecanismos principais: através da homólise da água por exposição à radiação ionizante ou através da reação de H_2O_2 com metais de transição (HALLIWELL, 1992).

O superóxido possui função oxidante irrelevante, pois se encontra na forma inativa, diferente dos outros radicais livres. Mas sua importância se dá na formação de peróxido de hidrogênio através da reação de dismutação de duas moléculas de superóxido através da enzima superóxido dismutase, e o peróxido se não eliminado do organismo através das peroxidases e catalases pode gerar radicais hidroxilas, com elevada ação deletéria no organismo (HALLIWELL *et al.*, 2000).

Acredita-se que o estresse oxidativo tenha um papel importante na regulação da atividade metabólica de alguns órgãos e na produtividade de animais em fazendas. Ele resulta quando os pró-oxidantes (radicais livres) superam a quantidade dos antioxidantes presentes na alimentação (CELI, 2010a). Se a quantidade de antioxidantes estiver acima ou igual à de oxidantes, as células normais do animal estão protegidas. Mas, se por algum motivo, houver um desequilíbrio entre elas, aumentando a quantidade de oxidantes, ocorrerá o estresse oxidativo, que pode afetar o animal, seja na sua condição sanitária ou produtiva (CELI *et al.*, 2010b). Animais submetidos a dietas com elevados teores energéticos estão mais susceptíveis a este estresse, devido à elevação no nível metabólico.

Apesar de seus benefícios, se em elevada quantidade, sua ação começa a danificar as células do animal, mais especificamente nos ácidos graxos poliinsaturados das membranas fosfolipídicas da célula, resultando em oxidação destes e alterações na qualidade da carne, seja ela exudativa ou de nutrientes (Olivo, 2006). O produto final da peroxidação lipídica é o malonaldeído (MDA), sendo um dos biomarcadores usados para mensuração do estresse oxidativo. Este é mensurado através da análise de Substâncias Reativas ao Ácido 2-tiobarbitúrico (ou TBARS, do inglês *thiobarbituric acid reative substances*) que, apesar de ter o produto principal o MDA, também mensura uma mistura complexa de compostos de cadeia curta (alcanos), insaturados (alcenos e alcadienos) e aldeídos monofuncionais.

Na pecuária de corte, os efeitos estão concentrados na qualidade da carne, podendo afetar também no desempenho reprodutivo. Para que o produto cárneo mantenha a sua qualidade até ser entregue na mesa do consumidor, é necessária que a mesma possua capacidade de resistir aos processos deteriorantes de seus nutrientes, como a oxidação lipídica e proteica. Para isso, é necessária a adição de antioxidantes no produto *post mortem*, garantindo um maior tempo de prateleira. No entanto, Kerry et al. (1998) relatou que os antioxidantes incorporados na membrana celular possuem melhor eficácia no controle oxidativo do que aqueles adicionados após o abate. Com isso, a adição de antioxidantes ou compostos que possuam tal efeito na dieta se torna uma alternativa com melhor resposta no controle oxidativo, por exemplo, minerais como o selênio ou cobre, vitaminas E e C, entre outros.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1Local

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP.

2.2 Animais

Todos os procedimentos com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Área Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos com número 9864230215.

Inicialmente foram utilizados 48 cordeiros Dorper x Santa Inês, machos não castrados, recém-desmamados, com idade média de 60 dias e peso vivo médio inicial de $20 \pm 1,49$ kg. Os animais foram identificados com colares e distribuídos por bloco e tratamento em baias experimentais individuais de acordo com o peso vivo inicial (PVI) e, assim que iniciado o experimento, os animais receberam uma dose de vermífugo. Os cordeiros foram mantidos no confinamento experimental da Universidade em baias individuais (1,10m x 1,2m) com piso de estrado de madeira, cocho de plástico reforçado e bebedouros automáticos (Figura 4).

Figura 4 – Cordeiros alocados em baias experimentais individuais.

Os cordeiros foram adaptados à dieta e ao galpão de confinamento por sete dias. Finalizado a adaptação, os animais foram alimentados duas vezes ao dia *ad libitum* às 07h00 e às 16h00 com água à vontade. O nível de oferta para o primeiro dia de confinamento foi de 4% do peso vivo em matéria seca da dieta e a seguir o nível de oferta foi ajustado para 10% das sobras para manter o consumo *ad libitum*. A sobra de alimentos foi retirada diariamente durante os primeiros dias de confinamento, sendo que após este período passaram a ser retiradas três vezes por semana antes do trato da manhã, fazendo-se a média do consumo para cada baia. Isso está embasado no fato de que o baixo teor de umidade (<13%) da ração total, presente na dieta de alto concentrado, permitiu que a reposição de alimento sobre a sobra pudesse ser feita sem que fossem observados efeitos negativos sobre a nova ração oferecida naquele dia.

Devido à perda de duas unidades experimentais (dois cordeiros com urolitíase), foram avaliados estatisticamente os dados de 46 animais.

2.3 Dietas experimentais

Os animais foram alimentados por 60 dias, com uma dieta padrão com 100% concentrado composta por milho grão inteiro e pelete proteico na proporção 80:20, mudando apenas a adição dos antioxidantes utilizados: tratamento controle (Ctr), tratamento com a adição do extrato de plantas (ExP) com a adição dos extratos das plantas *Magnolia officinalis* e *Macleaya cordata*, na quantidade de 4 mg/kg de PV, tratamento Se + Vit. E (SeE), com a adição de 0,1 mg/kg de MS de selênio e 100 UI/kg de MS de vitamina E e tratamento SeE + ExP, com a adição de Se, vit. E e EP, nos mesmos níveis que os tratamentos anteriores (Tabela 1). A composição química dos alimentos utilizados neste estudo e os nutrientes do pelete proteico mineral encontram-se nos Tabelas 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1. Composição dos peletes e premix mineral (%)

Ingredientes pelete	Ctr	ExP	SeE	SeE+ExP
Farelo de trigo	35	35	35	35
Germe de milho	5.318	5.318	5.318	5.318
Farelo de arroz gordo	10	10	10	10
Farelo de soja	21.136	21.136	21.136	21.136
Farelo algodão	10	10	10	10
Fosfato bicalcico microgranulado	0.645	0.645	0.645	0.645
Calcario cinza	5.332	5.332	5.332	5.332
Cloreto de sodio	0.186	0.186	0.186	0.186
Bicarbonato de sodio	1.5	1.6	1.7	1.8
Ureia	5	5	5	5
Aglutinante	0.5	0.6	0.7	0.8
Filito amarelo	3.882	3.882	3.882	3.882
Ingredientes Premixes				
Calcário cinza	54,143	53,343	52,685	51,885
Vitamin A 1000	0,167	0,167	0,167	0,167
Vitamin D3 500	0,054	0,054	0,054	0,054
Vitamin E 50	-	-	1,214	1,214
Ferro sulfato	0,889	0,889	0,889	0,889
Manganês monóxido	2	2	2	2
Zinco sulfato mono	5,715	5,715	5,715	5,715
Quelato de cromo	0,4	0,4	0,4	0,4
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015
Veiculo	35	25	35	25
Extrato de plantas	-	10,8	-	10,8
PM cobalto	0,334	0,334	0,334	0,334
PM Iodo	1,283	1,283	1,283	1,283
PM Selênio	-	-	0,244	0,244

Tabela 2. Composição da dieta (80% milho 20% pelete, em % na MS)

		Ctr	ExP	SeE	SeE+ExP
Proteína Bruta	%	15,46	15,46	15,46	15,46
Extrato Etéreo	%	4,94	4,94	4,94	4,94
Minerais	%	4,3	4,28	4,3	4,28
FDA	%	3,78	3,78	3,78	3,78
FDN	%	12,26	12,26	12,26	12,26
Cálcio	%	5,05	4,93	5,04	4,92
Sódio	%	0,16	0,16	0,16	0,16
Enxofre	g/kg	0,802	0,802	0,802	0,802
Metionina	g/kg	0,63	0,63	0,63	0,63
Lisina	g/kg	2,16	2,16	2,16	2,16
NNP (g N)	g/kg	10,42	10,42	10,42	10,42
Vitamina E	mg/kg	0	0	18,2	18,2
Ferro	mg/kg	32	32	32	32
Manganês	mg/kg	40,8	40,8	40,8	40,8
Zinco	mg/kg	77,21	77,21	77,21	77,21
Cobalto	mg/kg	0,432	0,432	0,432	0,432
Selênio	mg/kg	0,064	0,064	0,21	0,21

2.4 Coletas de amostras e análises laboratoriais

Amostras compostas de cada tratamento foram congeladas para posteriores análises bromatológicas. A ingestão de matéria seca (IMS) diária foi calculada pela quantidade de MS da dieta fornecida menos a quantidade de MS das sobras. Também foi calculado a conversão alimentar (CA) obtida pela divisão do consumo de matéria seca total pelo ganho de peso vivo total durante o experimento, e a eficiência alimentar (EA) dos animais, obtida pela razão entre o ganho de peso e o consumo de matéria seca.

Os animais foram pesados a cada 14 dias para acompanhamento do ganho médio diário (GMD) sempre no período da manhã e sem jejum para evitar possíveis quadros de acidose.

2.5 Colheitas de sangue

Para análises do estresse oxidativo, foram realizadas colheitas de sangue durante três períodos experimentais para constatar a atividade enzimática e a presença ou não do desbalanço oxidante/antioxidante. As colheitas foram realizadas com tubos

Vacutainer[®], sendo um com EDTA para retirada do soro e outro sem para a retirada do plasma. Os animais foram contidos individualmente nas baias, com imobilização do vazio e do pescoço para minimizar a movimentação e o estresse causado durante o manejo, sendo coletadas as amostras via punção jugular.

Os níveis de glutathiona peroxidase (GPx), de substâncias reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico (TBARS) e superóxido dismutase (SOD) foram avaliadas utilizando kits comerciais (Cell Biolabs Inc.).

2.6 Abate, mensurações na carcaça e coleta de amostras

Após os 60 dias de período experimental, os animais foram abatidos no matadouro-escola da FZEA, com jejum de sólidos sendo transportados em caminhão próprio para ovinos. O abate seguiu os padrões adotados pelo Abatedouro-Escola da USP em Pirassununga – SP e de acordo com as normas de abate humanitário.

Os animais foram insensibilizados com pistola pneumática penetrante e realizada a sangria através do corte das veias jugulares e artérias carótidas e esofla. Após a evisceração, as carcaças foram limpas, lavadas e identificadas individualmente, no lado esquerdo, e posteriormente pesadas para a obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Aferiu-se o pH (pH0) e a temperatura (T0) da carcaça, na região do músculo *Semimembranosus*, usando o peagâmetro digital com probes de penetração (modelo HI8314, Hanna Instruments). Posteriormente, as carcaças foram acondicionadas em câmara de resfriamento, em temperatura aproximada de 2 °C para instalação e resolução do *rigor mortis*. Após o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas para determinação do peso de carcaça fria (PCF), da perda por resfriamento (PR), pH (pH24h) e da temperatura (T24h).

As carcaças foram desossadas 24 horas após o abate. A meia-carcaça esquerda foi seccionada entre a 12^o e a 13^o costela e a espessura de gordura subcutânea (EGS) foi mensurada, utilizando régua graduada em milímetros. A área de olho de lombo (AOL) foi determinada no músculo *Longissimus dorsi*, com ajuda de grade reticulada transparente, especial para esta finalidade, com medidas em centímetros quadrados. Foram coletadas três amostras para análise acondicionadas em painel exppositor refrigerado.

2.7 Análises físicas da carne

A análise de cor foi feita 15 minutos depois do corte entre a 12° e 13° costelas pelo colorímetro digital portátil Konica Minolta spectrophotometer (CMD2500d; Konica Minolta Sensing, Inc, Tóquio, Japão), operando no sistema CIE L*a*b (L* luminosidade, a* intensidade de cor vermelha, b* intensidade de cor amarela. Três leituras de coloração em cada bife determinaram os parâmetros de cor (L*a*b).

Na desossa, foram retirados bifes com aproximadamente 2,5 cm de espessura, oriundos do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12° e 13° costelas, sendo posteriormente embalados a vácuo e congelados para análise de maciez, sendo estas realizadas no Laboratório de Análise de Qualidade de Carne da FZEA.

Inicialmente, os bifes foram descongelados em temperatura variando entre 2 e 5 °C. O bife foi pesado ainda cru e assado em forno elétrico pré-aquecido a 170 °C. A temperatura interna dos bifes foi monitorada com auxílio de termômetros digitais individuais inseridos no centro das amostras e ao atingir 70°C, o bife foi retirado do forno, ficando em repouso até atingir temperatura interna de 25 °C, quando foram pesados novamente e pela diferença do peso da amostra antes e depois do cozimento, foram calculadas as perdas por cozimentos (perdas por cocção). Para medidas de força de cisalhamento, os bifes assados foram armazenados em geladeira a 5 °C por 24 horas. Após este período, retirou-se de cada bife três cilindros de 12 mm cada para a determinação da maciez por meio do aparelho Warner-Bratzler Shear Force (AMSA, 1995), o resultado obtido com a força de cisalhamento foi calculado como a média das três amostras.

2.8 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (peso inicial), com 12 repetições para cada tratamento, totalizando 48 unidades experimentais iniciais. Cada animal (baia) foi considerado uma unidade experimental. O modelo estatístico foi composto por:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + B_j + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = Valor observado na parcela do tratamento i , no bloco j

μ = média geral

S_i = Efeito do tratamento i , aplicado na parcela

B_j = efeito do bloco j

e_{ij} = efeito dos fatores não controlados

O efeito dos tratamentos sobre as características de desempenho e de carcaça e qualidade de carne foram avaliadas por análise de variância, considerando o efeito fixo do tratamento e o bloco como efeito aleatório, por meio do procedimento MIXED do *software* SAS® (SAS, Institute Inc., Cary, NC). As características de cor e estresse oxidativo foram avaliadas como medidas repetidas no tempo. Quando o valor de F for significativo para tratamento ou interação tratamento e tempo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

3.RESULTADOS

Foi verificado efeito dos aditivos ($P=0,01$) no peso final (Tabela 3), onde os animais dos tratamentos SeE + ExP, SeE e ExP apresentaram maiores valores (45,26, 43,87 e 42,67 kg, respectivamente) em comparação ao tratamento controle (38,98 kg).

Não houve diferença entre os tratamentos para ingestão de matéria seca. A dieta exclusiva de concentrado pode influenciar no consumo, por saciar a demanda por energia e assim reduzir o consumo.

Tabela 3. Dados de desempenho de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes

	Tratamentos				EPM	Pr>F
	Ctr ¹	ExP ³	SeE ²	SeE+ExP		
Peso inicial, kg	19,74	20,33	21,37	21,63	1,3006	0,3516
Peso final, kg	38,98 ^b	42,67 ^{ab}	43,87 ^{ab}	45,26 ^a	1,8328	0,0167
Ganho diário, kg	0,326 ^b	0,3786 ^{ab}	0,381 ^{ab}	0,400 ^a	0,0183	0,0374
IMS, kg/dia	1,323	1,385	1,485	1,541	0,0724	0,1209
IMS, %PV	3,40	3,22	3,40	3,41	0,1032	0,3923
Conversão, kg MSI/kg	3,93	3,56	3,81	3,72	0,1435	0,2532
Efic.alim., kg/kg MSI	0,259	0,285	0,266	0,270	0,0103	0,2425
Peso carcaça, kg	19,07	20,10	21,59	20,54	0,902	0,1162
RC Quente %	50,01	49,00	49,03	48,48	0,4612	0,1521
AOL, cm ²	13,91	13,54	14,75	14	0,6510	0,6226
EGS, mm	3,41	3,54	3,50	3,45	0,2361	0,9875

Ctr¹: Controle, ExP²: extrato de plantas, SeE³: Selênio e Vitamina E, EPM: Erro Padrão da Média. Médias seguidas da mesma letra não possuem diferença significativa, médias seguidas de letras diferentes possuem diferença significativa. RC: Rendimento de Carcaça, AOL: Área de Olho de Lombo, EGS: Espessura de Gordura Subcutânea.

Não houve efeito significativo dos tratamentos na ingestão de matéria seca com base no peso vivo, que se mantiveram nos níveis recomendados pelo NRC (1985), que varia entre 1,0 e 1,5kg/dia. Por se tratar de uma dieta exclusiva de concentrado, mesmo níveis dentro do recomendado poderiam ser prejudiciais à saúde, podendo levar a quadros de acidose.

Não houve diferença estatística para conversão alimentar, com médias entre 3,56 e 3,93 kg MSI/kg. Não houve diferença nas médias de eficiência alimentar, que se apresentaram em torno de 0,270 kg/kg MSI.

Não houve diferença significativa no rendimento de carcaça dos animais tratados com ou sem uso de aditivos. As médias dos tratamentos se encontram na faixa de 48,81 e 49,50%.

Não houve efeito de tratamento sobre a área de olho de lombo, que apresentou valor médio de 13,9 cm², ou sobre a espessura de gordura, com médias dos tratamentos de 3,46 mm.

Não houve diferença nos valores de pH das carcaças nos tempos 1 e 24 horas (Tabela 4) que se mantiveram dentro dos valores considerados adequados, em torno de 6,9 logo após o abate e próximos de 5,8 24 horas após. As temperaturas de carcaça uma hora pós-abate não apresentaram diferenças entre si, bem como os valores de carcaça fria.

Tabela 4 pH e temperaturas de carcaça 1 e 24 horas após o abate de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes

	Tratamentos				EPM	Pr>F
	Ctr ¹	ExP ²	SeE ³	SeE+ExP		
pH						
Hora 1	6,83	6,90	6,81	6,93	0,0956	0,5754
Hora 24	5,91	5,82	5,88	5,79	0,0752	0,5424
Temperatura						
Hora 1	34,42	33,82	35,50	36,55	1,0502	0,3037
Hora 24	5,50	5,45	5,55	6,33	0,3387	0,3788

Ctr¹: Controle, ExP²: extrato de plantas, SeE³: Selênio e Vitamina E, EPM: Erro Padrão da Média.

Não houve diferença para os tratamentos quanto à força de cisalhamento das amostras (Tabela 5) com valores de 2,49 e 2,82 kgf para os tratamentos. Também não

houve diferença para a variável perda por cocção, com médias entre 23,50 e 24,50%. Para a quantidade de Se no músculo, não houve diferença entre os tratamentos, apesar da adição extra de Se nos tratamentos.

Tabela 5. Médias força de cisalhamento, perda por cocção e teores de selênio de L.dorsi de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes.

	Tratamentos				EPM	Pr>F
	Ctrl ¹	Exp ²	SeE ³	SeE+Exp		
Força de cisalhamento, kgf	2,82	2,59	2,82	2,49	1,1812	0,5512
Perda por cocção, %	24,50	23,50	24,37	24,04	0,1874	0,9320
Se, mg/kg	0,024 ^B	0,026 ^B	0,059 ^A	0,058 ^A	0,0027	0,0001

Ctrl¹: Controle, Exp²: extrato de plantas, SeE³: Selênio e Vitamina E, EPM: Erro Padrão da Média. Médias seguidas da mesma letra não possuem diferença significativa, médias seguidas de letras diferentes possuem diferença significativa.

Não houve diferença nos parâmetros L*, a* ou b* para os tratamentos avaliados no painel expositor refrigerado (Tabela 6). Comparando os dias de avaliação entre si, houve um aumento da luminosidade (L*) e diminuição do vermelho (a*) e amarelo (b*) entre os dias 1 e 8, o que pode ser atribuído a perda de água, que possui grande influência no fator luminosidade e a oxidação da oximioglobina para metamioglobina.

Tabela 6. Parâmetros de luminosidade (L), intensidade de vermelho (a) e intensidade de amarelo (b) de L. dorsi de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes, mantidas em painel expositor refrigerado durante 8 dias.

	Tratamentos				Pr>F		
	Ctrl ¹	Exp ²	SeE ³	SeE+Exp	EPM	Trat	
L*	40,08	40,32	41,32	39,34	0,8415	0,1662	
a*	12,97	12,3	12,33	12,84	0,4424	0,3776	
b*	14,21	13,69	14,11	13,59	0,3139	0,3156	
	Dias				Pr>F		
	1	2	4	8	EPM	Tempo	Trat*Tempo
L*	33,78 ^b	42,89 ^a	43,01 ^a	41,29 ^a	0,6094	<,0001	0,5772
a*	15,90 ^a	12,41 ^b	11,64 ^{bc}	10,54 ^c	0,3176	<,0001	0,7810
b*	14,89 ^a	14,07 ^{ab}	13,74 ^{bc}	12,89 ^c	0,2776	<,0001	0,4842

Ctrl¹: Controle, Exp²: extrato de plantas, SeE³: Selênio e Vitamina E, EPM: Erro Padrão da Média. Médias seguidas da mesma letra não possuem diferença significativa, médias seguidas de letras diferentes possuem diferença significativa.

Todas as variáveis foram afetadas pelo fator tempo, indicando uma mudança no padrão de coloração com o passar dos dias. As variáveis a* e b* diminuíram em cada coleta, enquanto que a variável L* aumentou até o dia 4 e diminuiu no dia 8. Não houve efeito do tratamento ou interação entre os fatores nas variáveis.

Em relação aos parâmetros de avaliação do estresse oxidativo, não houve diferença estatística dos tratamentos para TBARS em relação aos níveis de malonaldeído (MDA/ μM) ou efeito de interação entre os fatores, apenas o efeito de tempo foi significativo, com aumento dos seus valores em cada coleta (Tabela 7).

Para variável GPx, as maiores médias foram observadas no tratamento SeE + ExP, seguidas por SeE, Ctr e ExP com médias entre 136,52 e 86,22 NMOL/MIN*ML⁻¹. Houve efeito de fator tempo sobre as médias dos tratamentos, onde os maiores valores foram obtidos na segunda coleta. Não houve efeito significativo para SOD para os tratamentos ou efeito de interação entre os fatores sobre as médias.

Tabela 7. Parâmetros de estresse oxidativo para TBARS (MDA/ μM), glutathione peroxidase (NMOL/MIN*ML⁻¹) e superóxido dismutase (U/ml) de cordeiros confinados em dieta exclusiva com concentrado.

Tratamentos						Pr>F
	Ctr ¹	ExP ²	SeE ³	SeE+ExP	EPM	Trat
TBA	11,16	10,22	10,66	11,35	0,8579	0,6336
SOD	3,38	2,89	2,83	2,81	0,2006	0,2028
GPx	86,22 ^{bc}	63,22 ^c	122,84 ^{bc}	136,52 ^a	16,027	<,0001

Dias					Pr>F		
	1	7	14		EPM	Tempo	Trat*Tempo
TBA	7,46 ^a	10,15 ^b	14,93 ^c	-	0,5340	<,0001	0,5881
SOD	2,8	2,93	3,17	-	0,1582	0,3473	0,1709
GPx	48,22 ^a	156,97 ^b	-	-	8,5133	<,0001	0,3635

Ctr¹: Controle, ExP²: extrato de plantas, SeE³: Selênio e Vitamina E, EPM: Erro Padrão da Média. Médias seguidas da mesma letra não possuem diferença significativa, médias seguidas de letras diferentes possuem diferença significativa.

Quanto aos parâmetros de morfologia ruminal (Tabela 8), não foram observados diferença entre os tratamentos ou interação entre os mesmos para índice de ruminite, que não ultrapassou 1 ponto (10% do rúmen com lesões). Não foram encontradas diferenças para número de papilas, superfície de absorção ou área média de papilas.

Tabela 8. Médias de índice de ruminite e morfologia de parede ruminal de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes.

	Tratamentos				EPM	Pr>F
	Ctr ¹	ExP ²	SeE ³	SeE+ExP		
Índice de ruminite	0,348	0,437	0,355	0,510	0,2580	0,8063
Superf. absorção /cm ² parede	15,77	15,02	16,84	15,63	0,8562	0,5024
No. papilas/cm ² de parede	28,34	27,78	29,05	26,71	1,358	0,7554
Área papilar (% da superfície de absorção)	95,21	94,56	95,26	94,04	0,3028	0,1054
Área das papilas (cm ²)	0,45	0,43	0,48	0,44	0,0776	0,2157

Ctr¹: Controle, ExP²: extrato de plantas, SeE³: Selênio e Vitamina E, EPM: Erro Padrão da Média.

Para proteína total sanguínea dos cordeiros, não foram observadas diferenças entre os tratamentos, com médias entre 6,01 e 6,27 mg/dl. Para proteínas de fase aguda, os níveis não apresentaram diferença, com médias entre 0,23 e 0,28% para haptoglobina e 1,33 1,63% para ceruloplasmina. Nas demais proteínas avaliadas, também não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

Tabela 9. Níveis de proteínas (%) em soro de cordeiros Dorper x Santa Inês recebendo dieta com elevado teor de concentrado com diferentes aditivos antioxidantes.

	Tratamentos				EPM	Pr>F
	Ctr ¹	ExP ²	SeE ³	SeE+ExP		
Proteína Total, mg/dl	6,01	6,01	6,22	6,27	0,1594	0,3758
Haptoglobina	0,28	0,26	0,23	0,26	0,0209	0,2074
Ceruloplasmina	1,63	1,33	1,57	1,49	0,1630	0,6107
Albumina	65,91	67,97	67,35	67,16	0,8826	0,4480
IgG Pesada	10,43	9,93	10,25	9,86	0,5667	0,8857
Transferrina	8,88	9,21	8,70	8,98	0,3432	0,7225
α -1 Glicoproteína ácida	0,49	0,55	0,60	0,51	0,0746	0,7654
IgG Leve	4,06	4,13	3,89	4,13	0,4041	0,9722

Ctr¹: Controle, ExP²: extrato de plantas, SeE³: Selênio e Vitamina E, EPM: Erro Padrão da Média.

4. DISCUSSÃO

Alguns pesquisadores observaram que o Se não foi capaz de melhorar as características de desempenho, como descrito por Domínguez-Vara et al., (2009), que não observaram diferenças significativas em características como ganho médio diário, ganho, ingestão de matéria seca ou conversão alimentar e, como descrito por Vignola *et al.* (2009), que não encontraram diferenças no desempenho de cordeiros suplementados com diferentes níveis e fontes de selênio. Quando estudado em outras espécies como vacas, porcas, aves e cabras também não foram observadas resultados positivos com adição deste mineral (GUNTER; BECK; PHILLIPS, 2003; MAHAN; PETERS, 2004; PAYNE; SOUTHERN, 2005 e CHUNG et al., 2007).

Os dados foram diferentes dos obtidos por Hernández-García et al., (2015) ao testarem o efeito da suplementação de Se, cromo e a combinação Se-Cr-levedura em cordeiros. Resultado este diferente também dos obtidos por Zhao et al. (2013), que também não encontrou diferenças entre cordeiros suplementados com diferentes níveis de vitamina E.

Há também trabalhos com respostas positivas com suplementação de Se, como descrito por Kumar et al. (2008) que encontraram maior ganho médio diário para cordeiros suplementados com 0,15 e 0,30 ppm de Se intramuscular em comparação com a dieta controle. Para a adição de vitamina E, Macit et al. (2003) não encontraram efeitos significativos no desempenho de cordeiros com suplementação de 45 mg/dia.

Não houve diferença na IMS em % PV, mas apesar disso o ganho médio diário do tratamento SeE foi o maior, seguido por ExP apesar da pouca diferença entre os mesmos. O tratamento ExP, apesar de não apresentar diferença estatística, apresentou a melhor conversão alimentar e também a maior eficiência alimentar. Isto indica que o SeE tem um bom potencial para melhorar o desempenho de cordeiros confinados em dietas exclusivas de concentrado. Embora a dose indicada a ser fornecida fosse de 4mg/kg de PV, a dose efetiva fornecida foi cerca de três vezes mais, de acordo com o consumo médio dos tratamentos.

Poucos são os dados na literatura dos extratos das plantas utilizados neste experimento (*M.officinalis* e *macleaya*). Apesar de amplamente estudada na medicina humana chinesa, as pesquisas com animais de produção são limitadas. Em estudo em

laboratório, seu uso mostrou eficaz na melhoria de metabolismo glicolítico em ratos alimentados com dieta induzida a obesidade (KIM et al., 2013).

Tais diferenças podem ser explicadas pelo fato dos experimentos citados utilizarem como dieta a mistura de forragem com concentrado, o que não foi utilizado nesta pesquisa onde os animais foram alimentados exclusivamente de concentrado. Além deste fato, o uso em conjunto da vitamina E com o Se podem ter apresentado um efeito sinérgico para o sistema como um todo, melhorando o sistema imune e, por consequência, melhorado a produtividade dos cordeiros.

Cirne et al. (2013) obtiveram valores de GMD de 0,300 kg para cordeiros alimentados exclusivamente com concentrado. Jacques, Berthiaume, Cinq-Mars (2011) obtiveram valores médios de 0,449 kg/dia ao também usar dieta de concentrado, mas com animais ½ Hampshire x ½ Targhee e Dorset. Vale lembrar que a diferença genética pode influenciar no ganho de peso e raças como Hampshire Down e Dorset possuem elevadas taxas de ganho de peso.

Em cordeiros confinados alimentados com dietas exclusivas em concentrado e diferentes níveis de proteína, Cirne et al., 2013 não encontraram diferença significativa, com valores de conversão alimentar variando entre 3,08 e 3,62 kg MS/kg PV, valores diferentes dos encontrados neste experimento. Considerando o peso vivo inicial elevado e o rápido ganho de peso, pode-se concluir que tanto a eficiência alimentar como a conversão foram afetadas negativamente pelo peso, como descrito por Siqueira, Simões, Fernandes (2001), pois a medida que aumenta o peso vivo do animal, a eficiência alimentar diminui.

Os rendimentos ficaram acima dos observados por Urano et al. (2006), que obtiveram valores de RCQ de 48,9% pra cordeiros Santa Inês alimentados com alta proporção de concentrado. Já para Queiroz et al. (2008), o RCQ médio foi de 50,6% para cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo 90% de concentrado e abatidos com peso médio de 39,5 kg, próximo do obtido. Tal variação pode ser explicada pelo fato das diferenças raciais (meio sangue Dorper x Santa Inês) contribuírem para o RCQ, além do peso de abate, que variou entre 39 e 45kg.

Apesar da elevada energia presente na dieta e a sua influência na deposição de gordura, não houve diferença na espessura de gordura subcutânea entre os tratamentos. A deposição de gordura na carcaça é essencial para evitar queimadura por frio e beneficiando o processo de resfriamento adequado, necessário para a conversão do músculo em carne (Felicio, 1999). Uma possibilidade para a ausência na diferença entre

os tratamentos pode ser a mesma concentração energética das dietas, com diferença apenas na presença ou não de aditivos na sua composição.

Para força de cisalhamento, observou-se pouca variação e valores abaixo de 3 kgf. De acordo com Cezar & Sousa (2007), pode-se classificar a carne ovina de acordo com a maciez em quatro classes: macia quando a força de cisalhamento for inferior a 2,27kgf/cm², mediana quando seu valor estiver entre 2,28 a 3,63 kgf/cm², dura quando estiver entre 3,64 e 5,44 kgf/cm² e extremamente dura quando for acima de 5,44 kgf/cm². A carne dos cordeiros deste experimento pode ser classificada como maciez mediana.

Diversos são os fatores que influenciam na maciez da carne, sejam intrínsecos (musculatura, raça, idade, capacidade de retenção da água) ou extrínsecos (uso de aditivos e tipo de alimentação). Como a dieta era exclusiva de concentrado que possui influencia no acabamento e teor de gordura intramuscular, permitindo maior suculência e maciez (Alves *et al.*, 2005), aliando o fato dos animais serem abatidos jovens e com boa espessura de gordura (aproximadamente 3,5 mm), a maciez poderia ter sido ainda melhor, com valor abaixo de 2,28 kgf/cm² e melhor caracterização.

A perda de água por cocção das amostras possui influencia no rendimento da carne na hora do seu consumo. Os valores médios encontrados ficaram próximos aos obtidos por VIGNOLA et al. (2009), que obtiveram valores entre 20 e 23% de perda por cocção, mas diferente dos obtidos por QUEIROZ et al. (2008), que observaram valor médio de perda por cocção de 30% para cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes fontes proteicas. Apesar da perda por cocção ser positivamente relacionada com a espessura de gordura subcutânea, ela pode atuar como proteção, pois evita a perda evaporativa que ocorre em maior quantidade em carnes magras.

A presença de Se na musculatura evita a ocorrência da distrofia muscular nutricional. A sua deposição está relacionada com o tipo de Se fornecido (orgânico ou inorgânico), além de suas quantidades suplementadas. Ao suplementar cordeiros com diferentes fontes e níveis de selênio, constatou-se um aumento na concentração de Se no *L. dorsi* em cordeiros tratados com 0,45 mg/kg na forma de selênio levedura, com médias variando entre 0,35 e 0,84 mg (Se/kg) (VIGNOLA et al., 2009), diferentes dos valores encontrados neste experimento, médias entre 0,024 e 0,057 mg/kg. Como a quantidade de Se fornecida aos animais foi baseada nas exigências e não em suplementação supra nutricional, era esperando diferença de médias com outros experimentos que utilizaram suplementação mineral. Nota-se que para os tratamentos

com adição de Se os valores de foram maiores que os sem a adição, comprovando a deposição de Se extra no músculo. Esperava-se que o tratamento ExP também apresentasse quantidades de Se acima do tratamento controle, pois o Se que seria utilizado na constituição de selenoproteínas para combater o estresse oxidativo seria direcionado ao músculo, visto que o aditivo de extratos de plantas estaria desempenhando o papel de proteção do organismo dos cordeiros, o que não ocorreu neste estudo.

A cor da carne é uma característica de grande importância para os consumidores, pois é a primeira informação de que tem acesso sobre o produto a ser comprador. Como demonstrado na Tabela 7, não houve diferença nos parâmetros L*, a* ou b* para os dias 1, 2 e 4 de avaliação no painel expositor.

Como descrito por Sañudo et al. (2000), os valores para L* variam de 30,03 a 49,47, para a* de 8,24 a 23,53 e para b* de 3,38 a 11,10. Já Bressan et al. (2002) relataram valores médios de 32,46 a 42,29; 10,39 a 13,89 e 6,73 a 8,15 para L*, a* e b*, respectivamente. Valores estes semelhantes aos encontrados neste experimento, com exceção para a intensidade de vermelho (b*) que variaram entre 12,4 a 15,82. Tais diferenças podem ser atribuídas à diferença racial dos animais utilizados e aos pesos de abate, pois como descrito pelo autor, animais abatidos com peso elevado possuem uma maior tonalidade de vermelho devido maior massa muscular, irrigação e concentração de outros pigmentos. Além disso, um dos fatores que influenciam no índice de luminosidade é a quantidade de água presente, e o menor valor apresentado no tratamento EP pode indicar menor presença da mesma nas fibras.

Testando diferentes fontes e níveis de suplementação de Se em cordeiros, Vignola *et al.* (2009) não encontraram diferenças significativas nos parâmetros de cor do *L. dorsi* colocados em painel expositor, com médias de 46,61, 13,91 e 9,36 para L*, a* e b*, respectivamente. Já Ripoll; Joy; Muñoz (2011) testando a mistura de Se e vitamina E com o uso de atmosfera modificada para extensão da vida de prateleira do lombo de cordeiros constataram o efeito da vitamina E na manutenção da luminosidade das amostras até 11 dias.

Todos os tratamentos apresentaram valores de índice de ruminite abaixo de um ponto (10% do rúmen lesionado), valores próximos aos obtidos por Oliveira et al. (2014) que encontrou valores entre 0 e 0,81 em cordeiros cruzados Dorper x Santa Inês alimentados com milho processado em dietas com elevada proporção de concentrado.

O desenvolvimento de papilas está relacionado com o suprimento de carboidratos não fibrosos que atuam na produção de ácidos graxos de cadeia curta. Como as dietas possuíam a mesma composição, é possível que os aditivos fornecidos não tivessem efeito na alteração da fermentação ruminal, beneficiando a formação de AGCC específicos, como o butirato e o propionato. Apesar do butirato afetar negativamente o ambiente ruminal, visto que este AGCC influencia na proliferação e queratinização das células epiteliais, a presença do propionato tem correlação positiva com o desenvolvimento das papilas metabolicamente ativas (COSTA et al., 2008).

O nível de proteínas totais está relacionado com a quantidade fornecida na dieta, além de fornecer informações sobre o metabolismo proteico e hepático. Os valores obtidos estão de acordo com os valores médios para cordeiros, que varia entre 6,0 a 7,9 g/dl (MEYER, 1995; KANEKO, 1997). Valores próximos foram obtidos por Nunes et al. (2010), que ao testarem diferentes níveis de torta de dendê para cordeiros, encontraram valores entre 6,35 e 6,57 g/dl em dietas com níveis de PB entre 11 e 11,70%.

Nicolodi et al., 2010 testaram o efeito da suplementação com selênio e vitamina E sobre o metabolismo proteico e oxidativo de cordeiros infectados experimentalmente por *Haemonchus contortus* e observaram valores de proteína total entre 5,9 e 7,6 g/dl para animais com suplementação de 0,1mg/kg na forma de Selenito de sódio e 2000 UI de vitamina E na forma de acetato DL- α -tocoferol e uma dieta com 9,6% de PB. Ao avaliar a influência do uso de propileno glicol e cobalto associado à vitamina B₁₂ no perfil metabólico e atividade enzimática de ovelhas Santa Inês no parto, Dos Santos et al., 2012, relataram valores de proteína total média com variação de 6,91 a 7,15 g/dl.

As proteínas de fase aguda estão relacionadas com as alterações fisiológicas e metabólicas decorrentes de processos inflamatórios. Estas podem ser divididas entre positivas, onde ocorre o aumento da sua concentração, representadas pela ceruloplasmina, fibrinogênio, proteína C-reativa, antitripsina e haptoglobina. Já as que apresentam decréscimo em sua concentração são consideradas negativas, como a albumina, transferrina e a pré-albumina (KANEKO et al., 1997).

Das proteínas positivas, era esperado um menor valor para os tratamentos com adição de ExP, pois o mesmo possui atividade anti-inflamatória. Estudando o perfil eletroforético das proteínas de fase aguda de caprinos infectados com *Trypanosoma evansi*, (PATELLI et al., 2008) encontraram valores entre as coletas de 0,57g/dl para

haptoglobina. Para cabras com indução de ácidos ruminal subaguda o valor médio foi de 144,1 mg/l (GONZÁLEZ; RUIPÉREZ; SÁNCHEZ, 2010).

Para as proteínas negativas também não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos e os valores ficaram entre os níveis normais para ovinos, entre 2,6 a 4,2 g/dl (GONZALEZ, 2000). Segundo o mesmo autor, os níveis de proteínas podem sofrer variações dependendo do aporte nutricional proteico fornecido aos animais. Patelli et al., (2008) encontraram valores de 3,57 g/dl para a albumina e 2,65 g/dl para transferrina. Já Dos Santos et al. (2012) encontraram média de 2,35 g/dl de albumina em animais Santa Inês, enquanto Nunes et al., (2010) obtiveram valores entre 2,6 e 3,5 g/dl para cordeiros Santa Inês. A diferença dos níveis encontrados entre os trabalhos e os obtidos neste pode ser considerado pela diferença nos níveis proteicos dos experimentos.

O estresse oxidativo pode ser influenciado por vários fatores sejam eles físicos, químicos, fisiológicos, ambientais, entre outros que podem desencadear ou agravar quadros clínicos em animais. Ao estudarem o estado antioxidante e estresse oxidativo em ovelhas com parasitemia, Esmailnejad et al. (2014) observaram maiores valores de MDA em ovelhas com maior taxa de infestação de parasitas do que animais controle (28,47 contra 68,42 nmol/gHB). Vale lembrar que o fator estressante neste estudo foi diferente dos adotados no presente trabalho (infecção com parasitas contra alta proporção de concentrado).

A adição Se na dieta tem correlação positiva com a atividade da GPx circulante, visto que este mineral entra na composição central desta proteína (REZAEI; DALIR-NAGHADEH, 2009) constataram que os níveis de GPx em cordeiros sadios foi de 132,3 UI/g hemoglobina, enquanto os cordeiros com distrofia muscular nutricional no músculo cardíaco e esquelético apresentaram atividade de 21,9 e 45,7 UI/g hemoglobina, respectivamente. Já Esmailnejad et al., (2014) constaram menores valores de GPx para animais acometidos com *Babesia ovis*, onde quanto maior a infestação, menor foram os valores de GPx, com atividade de GPx de 39,19 UI/mg Hb. Este aumento na atividade corrobora com o descrito por Kumar et al. (2009), pois o Se faz parte estrutural da enzima GSH e a sua maior disponibilidade influencia positivamente na síntese de novas enzimas. Apesar do fator estressante nos trabalhos serem diferentes, fica claro que o aumento na intensidade do fator estressante atua negativamente na atividade da GPx.

A superóxido dismutase possui importante função antioxidante, reduzindo o superóxido à oxigênio e peróxido de hidrogênio. Por apresentar a maior concentração no organismo, sua importância no controle do estresse oxidativo é alta, atuando tanto no citoplasma (SOD-Cu/Zn) quanto na mitôcondria (SOD-Mn), além de se apresentar dependente ou independente do Se (HALLIWEL & GUTTERIDGE, 2009).

Para cordeiros confinados suplementados com licopeno, observou-se valores de SOD entre 40,47 nmol/mg proteína para controle, enquanto a adição de 200mg/kg resultou em valor médio de 54,86 nmol/mg de proteína (JIANG et al., 2015). Já Emaeilnejad et al, 2014, encontraram valores de SOD variando entre 14,43 e 2,43 UI/mg Hb, enquanto REZAEI; DALIR-NAGHADEH, 2009 encontraram valores entre 9,2 e 7,3 UI/mg Hb.

5.CONCLUSÃO

Não houve diferença estatística entre a utilização do extrato de plantas ou de vitamina E e selênio em dietas para cordeiros alimentados com dieta exclusiva de concentrado, para maioria das características estudadas. Entretanto, os cordeiros apresentaram melhor desempenho em relação a dieta sem aditivos. O extrato de plantas pode ser usado em substituição a vitamina E e Selênio para dietas com elevado teor de concentrado sem prejudicar o desempenho dos animais confinados, mas o uso conjunto do extrato de plantas e de vitamina E e selênio é o mais indicado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHIDARY, I. A et al. Effects of selenium and vitamin E on performance , physiological response , and selenium balance in heat-stressed sheep 1. **Journal of Animal Science**, p. 576–588, 2015.
- ALIMOHAMADY, R. et al. Influence of Different Amounts and Sources of Selenium Supplementation on Performance, Some Blood Parameters, and Nutrient Digestibility in Lambs. **Biological Trace Element Research**, v. 154, n. 1, p. 45–54, 2013.
- ALVES DE ALMEIDA, F. et al. Dietary supplementation with sunflower seeds and vitamin E for fattening lambs improves the fatty acid profile and oxidative stability of the Longissimus lumborum. **Animal Production Science**, v. 55, n. 8, p. 1030, 2015.
- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual review of plant biology**, v. 55, p. 373–399, 2004.
- ARTEEL, G. E.; SIES, H. The biochemistry of selenium and the glutathione system. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 10, n. 4, p. 153–158, 2001.
- AWAWDEH, M. S.; TALAFHA, A. Q.; OBEIDAT, B. S. Postpartum injection with vitamin E and selenium failed to improve the performance of Awassi ewes and their lambs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, n. 1, p. 111–115, 2015.
- BAI, X. et al. Honokiol, a small molecular weight natural product, inhibits angiogenesis in vitro and tumor growth in vivo. **Journal of Biological Chemistry**, v. 278, n. 37, p. 35501–35507, 2003.
- BALD, E. et al. Analysis of plasma thiols by high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection. **Journal of Chromatography A**, v. 1032, n. 1-2, p. 109–115, 2004.
- BANG, K. H. et al. Antifungal activity of magnolol and honokiol. **Archives of pharmacal research**, v. 23, n. 1, p. 46–49, 2000.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: Relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113–123, 2006.

BECKETT, G. J. et al. Inhibition of hepatic deiodination of thyroxine is caused by selenium deficiency in rats. **The Biochemical Journal**, v. 248, n. 2, p. 443–447, 1987.

BEYTUT, E.; KARATAS, F.; BEYTUT, E. Lambs with white muscle disease and selenium content of soil and meadow hay in the region of Kars, Turkey. **Veterinary Journal**, v. 163, n. 2, p. 214–217, 2002.

BRESSAN, M. C. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 11–18, 2002.

CELI, P. The role of oxidative stress in small ruminants ' health and production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 348–363, 2010.

CELI, P. et al. Selenium supplementation increases wool growth and reduces faecal egg counts of Merino weaners in a selenium-deficient area. **Animal Production Science**, v. 50, n. 7, p. 688–692, 2010.

CELI, P.; DI TRANA, A.; CLAPS, S. Effects of plane of nutrition on oxidative stress in goats during the peripartum period. **The Veterinary journal**, v. 184, n. 1, p. 95–9, abr. 2010.

CHAUHAN, S. S. et al. High dietary selenium and vitamin E supplementation ameliorates the impacts of heat load on oxidative status and acid-base balance in sheep 1, 2. **Journal of Animal Science**, p. 3342–3354, 2015.

CHUNG, J. Y. et al. Effects of Dietary Supplemented Inorganic and Organic Selenium on Antioxidant Defense Systems in the Intestine, Serum, Liver and Muscle of Korean Native Goats. **Asian Australas. J. Anim. Sci**, v. 20, n. 1, p. 52–59, 27 jan. 2007.

CIRNE, L. G. A. et al. De Concentrado Com Diferentes Porcentagens De Proteína. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 1, p. 262–266, 2013.

COSTA, S. F. et al. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros. I. Aspectos histológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 10–18, 2008.

DEVATKAL, S. K.; NARSAIAH, K.; BORAH, A. Anti-oxidant effect of extracts of

kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. **Meat Science**, v. 85, n. 1, p. 155–159, 2010.

DIKALOV, S.; LOSIK, T.; ARBISER, J. L. Honokiol is a potent scavenger of superoxide and peroxy radicals. **Biochemical pharmacology**, v. 76, n. 5, p. 589–96, 1 set. 2008.

DOMÍNGUEZ-VARA, I. A. et al. Effects of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, v. 152, n. 1-2, p. 42–49, 2009.

DOS SANTOS, R. A. et al. Efeito da administração de propileno glicol e cobalto associado à vitamina B12 sobre o perfil metabólico e a atividade enzimática de ovelhas da raça Santa Inês no periparto. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. SUPPL., p. 60–66, 2012.

ESMAEILNEJAD, B. et al. Evaluation of antioxidant status, oxidative stress and serum trace mineral levels associated with *Babesia ovis* parasitemia in sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 205, n. 1-2, p. 38–45, 2014.

ESMAEILNEJAD, B.; TAVASSOLI, M.; ASRI-REZAEI, S. Veterinary Parasitology Evaluation of antioxidant status , oxidative stress and serum trace mineral levels associated with *Babesia ovis* parasitemia in sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 205, n. 1-2, p. 38–45, 2014.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. **Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo** Revista da Associação Médica Brasileira scielo , , 1997.

FUKAI, T.; USHIO-FUKAI, M. Superoxide dismutases: role in redox signaling, vascular function, and diseases. **Antioxid Redox Signal**, v. 15, n. 6, p. 1583–1606, 2011.

GONZÁLEZ, F.; RUIPÉREZ, F.; SÁNCHEZ, J. Haptoglobin and serum amyloid A in subacute ruminal acidosis in goats. **Rev. med. vet.**, p. 159–167, 2010.

GONZÁLEZ-CALVO, L. et al. Effect of vitamin E supplementation or alfalfa grazing on fatty acid composition and expression of genes related to lipid metabolism in lambs

1. **Journal of Animal Science**, p. 3044–3054, 2015.

GUNTER, S. A.; BECK, P. A.; PHILLIPS, J. M. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves¹.

Journal of Animal Science, v. 81, p. 856–864, 2003.

HALLIWELL, B. Free Radicals in the Brain: Aging, Neurological and Mental Disorders. In: PACKER, L.; PRILIPKO, L.; CHRISTEN, Y. (Eds.). . **Free Radicals in the Brain**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1992. p. 21–40.

HALLIWELL, B.; CLEMENT, M. V; LONG, L. H. Hydrogen peroxide in the human body. **FEBS letters**, v. 486, n. 1, p. 10–13, 2000.

HEFNAWY, A. E. G.; TÓRTORA-PÉREZ, J. L. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. **Small Ruminant Research**, v. 89, p. 185–192, 2010.

HERNÁNDEZ-GARCÍA, P. A et al. Effects of feeding yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), organic selenium and chromium mixed on growth performance and carcass traits of hair lambs. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 3, p. 575–582, 2015.

HUBER, P. C.; ALMEIDA, W. P.; DE FÁTIMA, Â. Glutathione e enzimas relacionadas: Papel biológico e importância em processos patológicos. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1170–1179, 2008.

JACQUES, J.; BERTHIAUME, R.; CINQ-MARS, D. Growth performance and carcass characteristics of Dorset lambs fed different concentrates: Forage ratios or fresh grass. **Small Ruminant Research**, v. 95, n. 2-3, p. 113–119, 2011.

JEN-HWEY CHIU, CHUNG-TEH HO, YAU-HUEI, W.-Y. L. AND C.-Y. H. In vitro and In vivo protective effect of honokiol on rat liver from peroxidative injury. **Life Sciences**, v. 61, n. 19, p. 1961–1997, 1997.

JIANG, H. et al. Effects of Dietary Lycopene Supplementation on Plasma Lipid Profile , Lipid Peroxidation and Antioxidant Defense System in Feedlot Bamei Lamb. **Asian Australas. J. Anim. Sci**, v. 28, n. 7, p. 958–965, 2015.

JOSEPH, J. A. et al. Oxidant Injury in PC12 Cells—A Possible Model of Calcium “Dysregulation” in Aging: I. Selectivity of Protection Against Oxidative Stress.

Journal of Neurochemistry, v. 69, n. 3, p. 1252–1258, 1997.

KERRY, J. P. et al. Endogenous and exogenous α -tocopherol supplementation: Effects on lipid stability (TBARS) and warmed-over flavour (WOF) in porcine M. longissimus dorsi roasts held in aerobic and vacuum packs. **Food Research International**, v. 31, n. 3, p. 211–216, 1998.

KIM, B. H.; CHO, J. Y. Anti-inflammatory effect of honokiol is mediated by PI3K/Akt pathway suppression. **Acta Pharmacologica Sinica**, v. 29, n. 1, p. 113–122, 2008.

KIM, H. J. et al. Dietary docosahexaenoic acid-rich diacylglycerols ameliorate hepatic steatosis and alter hepatic gene expressions in C57BL/6J-Lepob/ob mice. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 52, n. 8, p. 965–973, 2008.

KIM, Y. J. et al. Long-term supplementation of honokiol and magnolol ameliorates body fat accumulation, insulin resistance, and adipose inflammation in high-fat fed mice. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 57, p. 1988–1998, 2013.

KLOTZ, L.-O. Oxidant-induced signaling: Effects of peroxynitrite and singlet oxygen. **Biological chemistry**, v. 383, n. 3-4, p. 443–456, 2002.

KUMAR, N. et al. Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 153, n. 1-2, p. 77–87, 2009.

KUMAR, N.; GARG, A. K.; MUDGAL, V. Effect of Different Levels of Selenium Supplementation on Growth Rate , Nutrient Utilization , Blood Metabolic Profile , and Immune Response in Lambs. **Biological trace element research**, v. 126, p. 44–56, 2008.

LIU, K.-T. et al. The anti-inflammatory effect of honokiol on neutrophils: mechanisms in the inhibition of reactive oxygen species production. **European Journal of Pharmacology**, v. 475, n. 1-3, p. 19–27, ago. 2003.

MACIT, M. et al. Effects of vitamin E supplementation on fattening performance , non-carcass components and retail cut percentages , and meat quality traits of Awassi lambs. **Meat Science**, v. 64, p. 1–6, 2003.

MAHAN, D. C.; PETERS, J. C. Long-term effects of dietary organic and inorganic

selenium sources and levels on reproducing sows and their progeny. **Journal of animal science**, v. 82, n. 5, p. 1343—1358, 2004.

MARZALL, R. et al. Desempenho produtivo e econômico de cordeiros confinados abatidos com três espessuras de gordura Productive performance and economical analysis of confined lambs slaughtered with three fat thicknesses INTRODUÇÃO No Brasil , a utilização de rebanho materno. **Revista Brasileira de Saude e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 155–165, 2011.

MILLER, A. F. Superoxide dismutases: Ancient enzymes and new insights. **FEBS Letters**, v. 586, n. 5, p. 585–595, 2012.

NICHOLSON, J. W. G.; MCQUEEN, R. E.; BUSH, R. S. Response of growing cattle to supplementation with organically bound or inorganic sources of selenium or yeast cultures. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, n. 3, p. 803–811, 1991.

NICOLODI, P. R. S. J. et al. Perfil proteico e metabolismo oxidativo de cordeiros experimentalmente infectados pelo *Haemonchus contortus* e suplementados com selênio e vitamina E. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 561–567, 2010.

NUNES, A. S. et al. Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de dendê proveniente da produção de biodiesel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1825–1831, 2010.

OLIVEIRA, L. S. ; et al. Processamento do milho grão sobre desempenho e saúde ruminal de cordeiro Processing of corn grain on feedlot and rumen health in lambs. **Ciência Rural**, 2014.

OU, H.-C. et al. Protective effects of honokiol against oxidized LDL-induced cytotoxicity and adhesion molecule expression in endothelial cells. **Chemico-biological interactions**, v. 161, n. 1, p. 1–13, 15 maio 2006.

PARK, J. et al. In vitro antibacterial and anti-inflammatory effects of honokiol and magnolol against *Propionibacterium* sp. **European Journal of Pharmacology**, v. 496, p. 189–195, 2004.

PATELLI, T. H. C. et al. Perfil eletroforético das proteínas de fase aguda em caprinos experimentalmente infectados com *Trypanosoma evansi*. **Brazilian Journal of**

Veterinary reserach and Animal Science, v. 45, p. 141–146, 2008.

PAYNE, R. L.; SOUTHERN, L. L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. **Poultry science**, v. 84, n. 6, p. 898–902, 2005.

QUEIROZ, M. A. Á. et al. Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes protéicas. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1193–1200, 2008.

REZAEI, S. A.; DALIR-NAGHADEH, B. Association of plasma and heart homocysteine and blood malondialdehyde with cardiovascular diseases induced by acute selenium deficiency in lambs. **Small Ruminant Research**, v. 83, n. 1-3, p. 22–28, 2009.

RIPOLL, G.; JOY, M.; MUÑOZ, F. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modi fi ed atmosphere packaged light lamb meat. **Meat Science**, v. 87, p. 88–93, 2011.

ROOKE, J. A.; ROBINSON, J. J.; ARTHUR, J. R. Effects of vitamin E and selenium on the performance and immune status of ewes and lambs. **The Journal of Agricultural Science**, v. 142, n. 3, p. 253–262, 2004.

SAÑUDO, C. et al. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. **Meat Science**, v. 56, n. 1, p. 89–94, 2000.

SIES, H. .; STAHL, W. Vitamins E and C , a-carotene , and other carotenoids as. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, p. 1315S–1321S, 1995.

SIQUEIRA, E. R. DE; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. I. Velocidade de crescimento, caracteres quantitativos da carcaça, pH da carne e resultado econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 844–848, 2001.

SWECKER JR., W. S. et al. Influence of supplemental selenium on humoral immune responses in weaned beef calves. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 10, p. 1760–1763, 1989.

TAYEL, A. A.; EL- TRAS, W. F. Plants extracts as potent biopreservatives for *Salmonella typhimurium* control and quality enhacement in ground beef. **Journal of**

Food Safety, v. 32, n. 1, p. 115–121, 2012.

VIGNOLA, G. et al. Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs. **Meat Science**, v. 81, n. 4, p. 678–685, 2009.

WEI, W. et al. Magnolol Inhibits the Inflammatory Response in Mouse Mammary Epithelial Cells and a Mouse Mastitis Model. **Inflammation**, v. 38, n. 1, p. 16–26, 2015.

ZHAO, C.; LIU, Z.-Q. Comparison of antioxidant abilities of magnolol and honokiol to scavenge radicals and to protect DNA. **Biochimie**, v. 93, n. 10, p. 1755–1760, 2011.

ZHAO, T. et al. Effect of vitamin E supplementation on growth performance , carcass characteristics and intramuscular fatty acid composition of Longissimus dorsi muscle in ‘ Tan ’ sheep. **Chilean Journal of Agricultural Resarch**, v. 73, n. December, 2013.