

ROSANGELA MARIA NUNES DA SILVA

**PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS, FISIOLÓGICOS E
ELETROCARDIOGRÁFICOS DE CAPRINOS JOVENS, DA REGIÃO
SEMIÁRIDA, TRATADOS COM ACETATO DE DL-ALFA-TOCOFEROL,
POR VIA INTRAMUSCULAR**

RECIFE

2010

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

ROSANGELA MARIA NUNES DA SILVA

**PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS, FISIOLÓGICOS E
ELETROCARDIOGRÁFICOS DE CAPRINOS JOVENS, DA REGIÃO
SEMIÁRIDA, TRATADOS COM ACETATO DE DL-ALFA-TOCOFEROL,
POR VIA INTRAMUSCULAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Veterinária.

Orientador:
Prof. Dr. Joaquim Evêncio Neto
Co-orientadores:
Prof. Dr. Almir Pereira de Souza
Profa. Dra. Solange Absalão Azevedo

RECIFE

2010

Ficha catalográfica

S586p Silva, Rosangela Maria Nunes da
Parâmetros hematológicos, bioquímicos, fisiológicos e
eletrocardiográficos de caprinos jovens, da região semiárida,
tratados com acetato de DL-alfa-tocoferol, por via intramuscular
/ Rosangela Maria Nunes da Silva – 2010.
96 f. : il.
Orientador: Joaquim Evêncio Neto
Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Medicina Veterinária,
Recife,
2010.
Inclui referências e anexo.

CDD 591.1

1. Bioquímica
 2. Hemograma
 3. Parenteral
 4. Caprino
 5. Vitamina E
- I. Evêncio Neto, Joaquim, orientador
II. Título

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA**

**PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS, FISIOLÓGICOS E
ELETROCARDIOGRÁFICOS DE CAPRINOS JOVENS, DA REGIÃO
SEMIÁRIDA, TRATADOS COM ACETATO DE DL-ALFA-TOCOFEROL,
POR VIA INTRAMUSCULAR**

Tese de Doutorado elaborada por

ROSANGELA MARIA NUNES DA SILVA

Aprovada em: 25 / 02 / 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Joaquim Evêncio Neto
Orientador - Departamento de Medicina Veterinária/UFRPE

Prof. Dr. Patrício Marques de Souza
Unidade Acadêmica de Medicina/UFCEG

Prof. Dr. Suedney de Lima Silva
Departamento de Ciências Veterinárias/UFPB

Profa. Dra. Melânia Loureiro Marinho
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/UFCEG

Profa. Dra. Eneida Willcox Rêgo
Departamento de Medicina Veterinária/UFRPE

**RECIFE
2010**

DEDICATÓRIA

A você, **Almir Pereira de Souza**, exemplo de esposo, de homem... o ser único que conquistou meu coração. Quando me faltam forças, acho nas tuas palavras a fortaleza. Por isso peço a Jesus que possa estar sempre ao seu lado, construindo a cada dia, a nossa felicidade. Acima de tudo, de títulos e de trabalhos, sou a sua esposa. Também te amo!

“...este é o meu maior desejo,
tomar tuas mãos
calar tua voz
num longo beijo,
e ter-te sempre
bem perto a mim
viver te amando
ser só tua até o fim.”

(Adilson Ramos e Armelino Leandro)

Àquela que, pela primeira vez segurou minha mão para o aprendizado do alfabeto, que clamou ao Senhor para meu êxito de vida, que incondicionalmente me amou. **Mercês**, anjo de luz, a admiração e amor por ti são tão intensos...

Pelas mãos de Deus você está aqui,
Pelas mãos de Deus és **minha mãe!**

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Ao nosso Deus, o Pai que sempre esteve ao meu lado, acalmando o meu espírito, suavizando os meus problemas e envolvendo-me de vitórias.

Aos meus pais Maria das Mercês e Sebastião Lopes (*in memoriam*), à minha irmã Elisângela e ao meu cunhado Gustavo, que sempre me apoiaram, torcendo intensamente por mais esta conquista. Saber disso dava-me mais o desejo de vencer cada etapa deste estudo. Muitos sorrisos também vieram quando estava ao lado de Guilherme, amado sobrinho e afilhado. Obrigado por existirem em minha vida!

Ao meu esposo Almir, que esteve comigo em todas as etapas da Tese. Foram muitas orientações, sugestões... e enfim, as conclusões. Muito obrigada meu amor!

Aos meus avós maternos, Vicente (*in memoriam*) e Maria (*in memoriam*), e paternos, João (*in memoriam*) e Regina (*in memoriam*), os quais, com palavras sábias me ensinaram a importância da vida; e aos demais familiares, sem exceção.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em especial ao Departamento de Medicina Veterinária, pela oportunidade de realização deste Curso.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos – PB, pela oportunidade oferecida para que eu pudesse ampliar os conhecimentos científicos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro concedido na forma de bolsa de estudos.

Ao Professor Doutor Joaquim Evêncio Neto, por ter-me aceitado como orientada e acreditado em mim. O seu profissionalismo e competência, além do apoio e respeito por todos os seus orientados, faz-me crer em uma Universidade e mundo melhores. Ao professor e amigo minha lealdade e gratidão.

À Professora Doutora Eneida Willcox Rêgo, que gentilmente aceitou fazer parte deste momento. Suas orientações e palavras de apoio marcaram o nosso convívio no Doutorado e fortaleceu ainda mais a minha admiração por ti.

Ao Professor Doutor Patrício Marques de Souza. Dê-me licença, de deixar aqui registrado o meu carinho na forma de chamá-lo: Padrinho. Pelos ensinamentos na graduação e apoio técnico no Laboratório, por sua amizade e consideração, meu muito obrigado!

À Professora Doutora Melânia Loureiro Marinho, por fazer parte da minha história na graduação, ao longo dos anos como colega de trabalho na Universidade, e principalmente, como a amiga de fé e de vida.

Ao Professor Doutor Suedney de Lima Silva, que tantas vezes demonstrou que a amizade não é feita só de palavras, mas também de ações. Que o seu profissionalismo e simplicidade sejam o exemplo para aqueles que enveredam pela Medicina Veterinária.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ciência Veterinária (PPGCV) da UFRPE pela contribuição, em especial à Dra. Áurea Wischral, Dr. Lêucio Alves, Dr. Roberto Soares e Dr. Marcos Lemos.

À todos os colegas e amigos professores da Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária da UFCG, campus de Patos – PB. Como uma família crescemos, evoluímos e galgamos espaços, motivo de felicidade para todos. Um fraternal abraço.

Aos professores Doutores Jéferson Azevedo e Solange A. Azevedo, Carmela Papariello, Ana Clara, Ernandi Leite, Djalma Batista e Paulo Faccin que contribuíram com dedicação para a minha formação profissional.

Ao professor Doutor Sérgio Azevedo, pelos esclarecimentos nas análises estatísticas.

Aos funcionários da UFRPE, Tom, Edna, Alba e D. Sônia, e da UFCG, Solange, Iluminata, Célia Caetano, Finha, Cuité, Damião, Josemar e Erotides, pessoas maravilhosas, que neste momento, talvez não lembrem o quanto foram importantes na realização desta pesquisa, porém, ficam registrados os meus sinceros agradecimentos.

Aos residentes do Programa de Aperfeiçoamento em Medicina Veterinária da UFCG, em especial a Elaine, Adriana, Tatiane, João e Rafael, sempre prestativos, não importando as condições do dia ou da hora para ajudar-me.

Aos admiráveis amigos Adriano Ferreira, Sara Vilar, Norma Lúcia, Pedro Izidro, Sérgio Ricardo, Eldinê, Verônica, Carlos Peña, Patrícia e Jocelyn, pela sincera amizade.

À Rodrigo, Gislyana, Júlia, Elaine, Lucas, Alderson, Talícia, Charles Dickson, Sabrina, Roseane e Kézia, minha admirável equipe de trabalho. Contem comigo, estejam onde estiverem.

Aos inesquecíveis amigos, Adriana Trindade, Alda Willa, Wilma, Maria do Carmo, Débora Rochelly, Felipe, Grazielle, Érica, Juliana Pinto e Sílvia, pelo companheirismo e carinho manifestados durante esta jornada.

Aos demais amigos e colegas, pelo incentivo e força durante a realização desta Tese. Aqueles não citados, meus sinceros agradecimentos.

Aos animais, inocentes e majestosos, que foram o pilar para a realização desta pesquisa.

Muito obrigado!

In memoriam de SOLANGE ABSALÃO AZEVEDO

Você, que deixou tantos ensinamentos e sabia verdadeiramente reconhecer o valor que a educação proporciona ao homem, hoje brilha nas estrelas. Suas palavras ficaram nos corações de tantas pessoas... e no meu. Não serão esquecidas. Sempre te admirei! E sempre te amarei!

“FIZESTE TUDO ISTO POR NÓS?”

Ah! As coisas que fazemos para presentear aqueles a quem amamos. Mas não nos importamos, não é? Faríamos tudo de novo. Cada aniversário, cada Natal... Após pisar sobre as uvas, bebe-se o vinho mais doce da vida; o vinho da dedicação. Na verdade, tentamos ficar mais parecidos com Deus quando nos dedicamos. Já se perguntou alguma vez por que Ele se dedica tanto? O mundo poderia não existir forma e não ter cores; nós nunca saberíamos a diferença. Mas Deus jogou a cor laranja no por do sol e pintou o céu de azul. E nos fez poder apreciar o vôo dos gansos. Teve Ele de fazer a bela plumagem dos pavões? Foi Ele obrigado a fazer o canto dos pássaros? Ou a majestade do trovão ao emitir seu som? Por que o cheiro da rosa e o sabor dos alimentos?

Seria porque Ele adora ver este olhar em seu rosto?

Como é bom presentearmos... e demonstrarmos o nosso carinho. Imaginaram Deus? Que nos dá constantemente o seu amor, revelado na cruz, e nossas vitórias, embrulhados, não em papel, mas em paixão?

Presentes divinos destinados a despertar aquele momento quando nosso semblante muda, nossos olhos se abrem e sussurramos... Fizeste tudo isto por nós?

Simplesmente louve a Deus; teu louvor invade o céu. Precisamos entender o que Deus está falando. Quando Ele fica em silêncio, é porque está trabalhando.

Parâmetros hematológicos, bioquímicos, fisiológicos e eletrocardiográficos de caprinos jovens, da região semiárida, tratados com acetato de DL-alfa-tocoferol, por via intramuscular

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência da vitamina E administrada por via intramuscular (IM), sobre os parâmetros hematológicos, bioquímicos, fisiológicos e eletrocardiográficos de caprinos jovens nas épocas seca (ES) e chuvosa (EC), do semiárido paraibano. Foram utilizados, para cada época, 12 animais, machos, sem raça definida, com idade de 60 ± 12 dias e peso de $12 \pm 2,5$ kg, distribuídos em dois grupos ($n=6$), denominados Grupo Controle (GC) e Grupo Tratamento (GT). Aos animais do GC não foi administrado nenhum tipo de tratamento, enquanto no GT, administrou-se vitamina E (20 mg/kg IM), a cada sete dias, durante 112 dias. Durante este período e para cada época, realizou-se com intervalos de 14 dias (M0, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 e M8) hemograma, dosagens bioquímicas e avaliações dos parâmetros fisiológicos e eletrocardiográficos. Os dados obtidos foram comparados pelo teste *t* de Student ($p<0,05$) e pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($p<0,05$). Na ES, nos GC e GT, a significância estatística foi demonstrada aos 42 (M3), 98 (M7) e 56 dias (M4) para as variáveis eritrocitárias, com médias superiores nos animais tratados. Não houve diferença significativa quanto às médias relativas ao leucograma. Na EC observou-se no hemograma que a Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM), aos 28 dias (M2), foi estatisticamente significativa com as médias do GT maior que as do GC, enquanto que a contagem dos Monócitos aos 42 dias (M3) e dos Neutrófilos segmentados aos 56 dias (M4) foram significativamente superiores no GC. Não foram verificadas variações estatisticamente significativas para as variáveis bioquímicas na ES, em nenhum momento. Na EC, nos GC e GT, a significância estatística foi observada aos 98 dias (M7) para as variáveis Globulinas e relação Albumina:Globulina, e aos 28 dias (M2) para a Creatinina. Na ES, nos GC e GT, não houve diferença significativa para a Temperatura Corporal (TC) e Frequência Cardíaca (FC), porém aos 28 dias (M2) observou-se significância estatística para as variáveis Frequência Respiratória (FR), aos 14 dias (M1) para o complexo QRSms e aos 84 dias (M6) para a onda RmV. Na EC, nos GC e GT, nenhuma significância estatística foi verificada com relação aos parâmetros fisiológicos, porém foi evidenciado diferença significativa para a onda Pms aos 70 (M5) e 98 dias (M7) e intervalo PRms aos 84 dias (M6). Conclui-se que a dose, a via e a frequência de administração da vitamina E, propostos nesta pesquisa, promovem aumento dos valores eritrocitários, na ES; a vitamina E sugere melhorar as funções de fagocitose dos Neutrófilos na EC; ela não exerce influência sobre a bioquímica sérica na ES, porém é eficiente em manter as concentrações normais de Globulinas e a relação Albumina:Globulina na EC; pode ser usada em caprinos jovens para maximizar a resposta imune; ela não exerce influência sobre os parâmetros fisiológicos, sendo estes influenciados pela temperatura ambiental; a vitamina E não apresenta efeitos sobre a eletrofisiologia cardíaca de caprinos jovens no semiárido.

Palavras-chave: Bioquímica, eletrocardiograma, hemograma, parenteral, ruminantes, vitamina E

Hematological, biochemical, physiological and electrocardiographic parameters of young goats, of semiarid region, treated with DL-alfa-tocopherol acetate, by intramuscular way

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the influence of Vitamin E administered by intramuscular injection (IM), on hematological, biochemical, physiological and electrocardiographic parameters of young goats at the dry period (DP), and at the rainy period (RP), in semiarid of Paraiba. For this were used, for each period, 12 crossbred males, at the age of 60 ± 12 days, and mean weight of $12 \pm 2,5$ kg, which were distributed into two groups (n=6), called Control Group (CG) and Treatment Group (TG). Animals of the CG had not received any kind of treatment, while the others of the TG received vitamin E (20mg/kg IW), once a week, during 112 days. During this time and for each period was realized in gaps of 14 days (M0, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 and M8) blood cells analysis, biochemical dosages and evaluation of physiological and electrocardiographic parameters. The obtained data were compared by the *t*-test ($p < 0.05$), and by the non-parametric Mann-Whitney test ($p < 0.05$). At DP, for CG and TG, the statistical significance was demonstrate at 42 (M3), 98 (M7) and 56 days (M4) for red blood cells variables, with higher means for the no treated animals. There was no significant difference for the means related to white blood cells analysis. At RP it was observed that the Corpuscular Hemoglobin Mean Concentration (MCHC), at 28 days (M2), was statistically significant with the means of TG higher than the CG, while the count of Monocytes at 42 days (M3) and of Segmented Neutrophils at 56 days (M4) was significantly higher for CG. For biochemical parameters, at DP, there was not observed significant statistical variations. At RP, for CG and TG, the statistical significance was observed at 98 days (M7) for Globulins and Albumin:Globulin ratio, and at 28 days (M2) for Creatinine. At DP, for CG and TG, there was no significant difference for Body Temperature (BT) and Cardiac Frequency (CF), however at 28 days (M2) was observed statistical significance for Respiratory Frequency (RF), at 14 days (M1) for QRSms complex and at 84 days (M6) for RmV wave. At RP, for CG and TG, no statistical significance was verified for physiological parameters, however was showed significant difference for Pms wave at 70 (M5) and 98 days (M7) and for PRms gap at 84 days (M6). It was concluded that the doses, the way and the frequency of administration of vitamin E, purposed in this research, promote a increase for erythrocytes values, at DP; vitamin E suggests turn better the phagocytosis function of Neutrophils at RP; it exercises no influence on serum biochemistry at DP, however is efficient to maintain the normal concentration of Globulins and Albumin:Globulin ratio at RP; it can be used in young goats to improve the immunologic answers; it exercises no influence on physiological parameters, being these influenced by the environmental temperatures; vitamin E does not present effects on cardiac electrophysiology of young goats in semiarid.

Key words: Biochemistry, electrocardiogram, hematology, parenteral, ruminants, vitamin E

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Página

- Tabela 1 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) do número de Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$), concentração de Hemoglobina (g/dL), Volume Globular (%), Volume Corpuscular Médio (fl), Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (%), do número total de Leucócitos (mm^3), Neutrófilos Segmentados (mm^3), Eosinófilos (mm^3), Linfócitos (mm^3) e Monócitos (mm^3), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... **49**
- Tabela 2 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) do número de Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$), concentração de Hemoglobina (g/dL), Volume Globular (%), Volume Corpuscular Médio (fl), Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (%), do número total de Leucócitos (mm^3), Neutrófilos Segmentados (mm^3), Eosinófilos (mm^3), Linfócitos (mm^3) e Monócitos (mm^3), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... **53**

CAPÍTULO II

Página

- Tabela 1 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) da concentração de Proteínas Totais (g/dL), Albumina (g/dL), Globulina (g/dL), relação Albumina:Globulina, Uréia (mg/dL), Creatinina (mg/dL) e atividade enzimática da Aspartato Aminotransferase (AST) (U/L) e Gama-Glutamiltransferase (U/L), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... **66**
- Tabela 2 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) da concentração de Proteínas Totais (g/dL), Albumina (g/dL), Globulina (g/dL), relação Albumina:Globulina, Uréia (mg/dL), Creatinina (mg/dL) e atividade enzimática da Aspartato Aminotransferase (AST) (U/L) e Gama Glutamiltransferase (U/L), de caprinos jovens, Sem Raça Definida,

não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... 69

CAPÍTULO III

Página

- Tabela 1 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e nível de probabilidade (P) dos parâmetros fisiológicos Temperatura Corporal ($^{\circ}\text{C}$), Frequência Respiratória (movimentos/minuto) e Frequência Cardíaca (batimentos/minuto), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... 83
- Tabela 2 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e nível de probabilidade (P) dos parâmetros fisiológicos Temperatura Corporal ($^{\circ}\text{C}$), Frequência Respiratória (movimentos/minuto) e Frequência Cardíaca (batimentos/minuto), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... 83
- Tabela 3 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) referentes aos parâmetros eletrocardiográficos amplitude e duração da onda P (PmV e Pms), duração do intervalo PR (PRms), duração do complexo QRS (QRSms), amplitude da onda R (RmV) e duração do intervalo QT (QTms) de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... 86
- Tabela 4 -** Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) referentes aos parâmetros eletrocardiográficos amplitude e duração da onda P (PmV e Pms), duração do intervalo PR (PRms), duração do complexo QRS (QRSms), amplitude da onda R (RmV) e duração do intervalo QT (QTms) de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos..... 88

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Peroxidação lipídica em membrana plasmática.....	19
Figura 2 – Caprino sendo submetido ao registro eletrocardiográfico na época seca	81
Figura 3 – Caprino sendo submetido ao registro eletrocardiográfico na época chuvosa.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS

AGP	Ácidos Graxos Poliinsaturados
AST	Aspartato Aminotransferase
CAT	Catalase
CHCM	Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
ERO	Espécies Reativas ao Oxigênio
FC	Frequência Cardíaca
fl	Fentolitros
FR	Frequência Respiratória
g/dL	Gramas por decilitro
GSH-Px	Glutationa Peroxidase
GGT	Gama Glutamiltransferase
Hb	Hemoglobina
He	Hemácias
IM	Intramuscular
mg/dL	Miligrama por decilitro
mm³	Milímetro cúbico
NADPH	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Fosfato
O₂	Oxigênio
PmV	Amplitude da onda P
Pms	Duração da onda P
PRms	Intervalo entre as ondas PR
QRSms	Duração do complexo QRS
QTms	Intervalo entre as ondas QT
RmV	Amplitude da onda R
SOD	Superóxido Dismutase
TC	Temperatura Corporal
U/L	Unidades por litro
VCM	Volume Corpuscular Médio
VG	Volume Globular

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO..... 15
2	REVISÃO DE LITERATURA..... 17
2.1	Fontes biológicas de radicais livres..... 17
2.2	Lesões oxidativas..... 18
2.3	Agentes oxidantes..... 19
2.4	Vitamina E..... 20
2.5	Deficiência de vitamina E..... 20
2.6	Suplementação parenteral de vitamina E..... 21
2.7	Considerações gerais sobre a hematologia e bioquímica sérica..... 23
2.8	Parâmetros fisiológicos e eletrocardiográficos..... 27
3	REFERÊNCIAS..... 32
4	ARTIGOS CIENTÍFICOS..... 42
4.1	Parâmetros hematológicos de caprinos jovens do semiárido paraibano tratados com vitamina E, por via intramuscular..... 43
4.2	Bioquímica sérica de caprinos jovens suplementados com acetato de DL-alfa-tocoferol, por via intramuscular, no semiárido paraibano..... 59
4.3	Parâmetros fisiológicos e eletrocardiográficos de caprinos jovens, suplementados com acetato de DL-alfa-tocoferol, por via intramuscular, no semiárido paraibano..... 75
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 95
6	ANEXOS..... 96

1 INTRODUÇÃO

A criação de caprinos no Nordeste do Brasil data do início do período colonial e durante todo esse tempo vem representando uma importante atividade socioeconômica para a população, por constituir uma excelente fonte alimentar proteica.

Embora a Região Nordeste ocupe uma área de 1.561.177,8 Km², 57,53% dessa região correspondem ao semiárido, que se caracterizam por sua vulnerabilidade às alterações de clima, com períodos irregulares de chuva e secas prolongadas, intensificadas pelas elevadas temperaturas, alta insolação e evaporação durante todo ano (SUDENE, 2008). Diante dessas dificuldades, os caprinos, com sua rusticidade, apresentam boa adaptação às adversidades climáticas, sobressaindo-se dentre as espécies domésticas e favorecendo o crescimento do rebanho no Brasil, que detém cerca de 9.450.312 milhões de animais. Desses, 91,4% estão distribuídos no Nordeste Brasileiro (IBGE, 2007).

Na região semiárida, a caprinocultura nos últimos anos, tornou-se mais racional, direcionada à produção comercial de leite e derivados, com novas perspectivas à exploração de carne, bem como a inserção de tecnologias que visam aumentar a resistência dos animais às condições adversas, destacando-se entre elas o cruzamento de raças nativas e exóticas (SILVA et al., 2006; BEZERRA et al., 2008).

Avaliações dos efeitos climáticos sobre o comportamento fisiológico desses animais são imprescindíveis para o conhecimento da sua real capacidade adaptativa, o que, do ponto de vista produtivo, é importante, uma vez que, em elevadas temperaturas a energia oriunda do metabolismo, que seria utilizada para o crescimento e produção, é desviada para a manutenção da temperatura do corpo, afetando negativamente a produção. Durante os meses de inverno, a mortalidade pode estar associada aos efeitos do frio úmido e aos ventos, que interferem na saúde dos caprinos jovens, os quais devido ao pouco peso em relação a sua grande superfície corpórea, tornam-se extremamente suscetíveis aos efeitos das baixas temperaturas (BAÊTA e SOUZA, 1997; RADOSTITS et al., 2002). O desmame e a incapacidade de atingir pesos satisfatórios, constitui também um problema contínuo em caprinos. Portanto, a interação animal-ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária (SILVA et al., 2006).

Vários são os trabalhos que relatam o uso de antioxidantes na alimentação de ruminantes como forma de prevenir, combater ou reparar distúrbios fisiológicos decorrentes da produção excessiva de espécies reativas ao oxigênio (ERO). Segundo Ochsendorf (1999) fatores como: radiação, irradiação solar, respostas inflamatórias sistêmicas, septicemias,

aumento do metabolismo celular, ativação de oxidases e oxigenases, bioativação de xenobióticos, distúrbios endógenos liberadores de elétrons, descompartimentalização de íons metais de transição e perda da capacidade antioxidante podem determinar aumento na produção de ERO.

O conjunto das substâncias que neutralizam os efeitos danosos das ERO pode agir de maneira preventiva, removendo radicais livres, como no caso das enzimas intracelulares: superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GSH-Px) conforme relataram Andrade Júnior et al. (2005). O sistema de defesa também pode agir na reparação da lesão ocorrida, anulando o radical depois de o mesmo ter sido formado, como exemplos do ácido ascórbico, α -tocoferol, carotenóides, flavonóides, transferrina, bilirrubina, urato, ubiquinonas (coenzima Q), ácido lipóico e diferentes compostos de selênio (FERREIRA e MATSUBARA, 1997; SILVA et al., 2002).

O α -tocoferol ou vitamina E é um antioxidante que rompe reações em cadeia nos estágios iniciais de lipoperoxidação, controla a biosíntese de prostaglandinas e a produção de heme nos eritrócitos, mantém a integridade da membrana dos eritrócitos e dos vasos sanguíneos capilares, inibe a agregação plaquetária, previne a distrofia muscular nutricional e encefalomalácia e influencia o *status* reprodutivo dos animais, protegendo as células de estresse oxidativo e de danos da membrana e do ácido dextrorribonucleico (DNA) (McDOWELL, 1989; HALLIWELL, 1991; SIMON et al., 1997; SIKKA, 2004).

No entanto, os efeitos antioxidantes da vitamina E quando administrados pela via parenteral, bem como sua dose em animais de produção, sobretudo em caprinos jovens, precisam ser mais amplamente avaliados. Isto, porque, os estudos abordam, principalmente, bovinos e ovinos, ressaltando-se que, a mortalidade nos primeiros dias ou meses de vida nessas espécies é estatisticamente alta, consistindo no maior fator de perdas financeiras por parte dos produtores rurais (HATFIELD et al., 2000). Além disso, em alguns casos, a suplementação parenteral de vitaminas e minerais é realizada tomando-se por base as concentrações administradas em animais de estômago monocavitário ou bezerros e não direcionadas para cabritos (NRC, 1981).

Assim, objetivou-se com a realização desta pesquisa, avaliar os efeitos da vitamina E, administrada por via intramuscular, sobre os parâmetros hematológicos, bioquímicos, fisiológicos e eletrocardiográficos, em caprinos jovens, sem raça definida (SRD), criados em confinamento no semiárido paraibano, após o período de desmame até o início da sua fase reprodutiva, durante as estações seca e chuvosa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fontes biológicas de radicais livres

Todos os seres aeróbicos estão sujeitos à constante formação de radicais livres, que são átomos ou moléculas que apresentam um ou mais elétrons não pareados em sua órbita mais externa, capazes de reagir com outras moléculas contra as quais colidem, resultando em destruição celular (FERREIRA e MATSUBARA, 1997; THOMAS, 2000; CAMPBELL e FARRELL, 2007).

Os radicais livres formados a partir do oxigênio (O_2) são os representantes de maior expressão nos seres vivos, encontrados em todos os sistemas biológicos e se formam, sobretudo, por ganho de elétrons (GUEDES e NOGUEIRA, 1994). Em condições fisiológicas do metabolismo celular aeróbio, o O_2 sofre redução tetravalente, com aceitação de quatro elétrons, resultando na formação de água (H_2O). Durante esse processo, são formados intermediários reativos, como os radicais livres superóxido (O_2^-), hidroperoxila (HO_2^\bullet) e hidroxila (OH^-), e os não radicais, peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o ácido hipocloroso (HOCl), que apresentam atividades oxidantes potentes, sendo esta taxa de produção proporcional à quantidade de mitocôndrias nos tecidos (NORDBERG e ARNÉR, 2001). Coletivamente, essas substâncias são chamadas de espécies reativas ao oxigênio (ERO) (GUTTERIDGE, 1999; NORDBERG e ARNÉR, 2001; BERG et al., 2004).

Os principais mecanismos de síntese fisiológica de radicais livres de O_2 são: 1) durante a respiração celular, na qual a molécula de O_2 é transformada em H_2O (citocromo oxidase), pelo processo de oxido-redução (*redox*), com a liberação de energia (trifosfato de adenosina - ATP). Nessa reação os elétrons são deslocados aos pares. Entretanto, uma pequena parcela das reações (5%) se processa por etapas de um só elétron, havendo a formação de radicais livres, como o O_2^- e OH^- ; 2) no processo de fagocitose de bactérias por neutrófilos, monócitos e macrófagos, cujos radicais O_2^- originam-se da ativação da enzima nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato - NADPH oxidorreductase, que provoca uma explosão respiratória e o consumo de O_2 duas a 20 vezes acima da normal (FANTONE e WARD, 1982; BERG et al., 2004); 3) durante a síntese de prostaglandinas (Prostaglandina H_2 sintetase-1) originadas no metabolismo do ácido araquidônico; 4) no metabolismo de compostos xenobióticos, por meio do sistema Citocromo P450, que é uma enzima oxidase citoplasmática, localizada nos mamíferos, primariamente no retículo endoplasmático do fígado e do intestino delgado (MIROCHNITCHENKO et al., 1999; SILVA et al., 2002; ANDRADE JÚNIOR et al., 2005);

5) logo após a reperfusão dos tecidos isquêmicos pelo sangue oxigenado, por intermédio da enzima xantina oxidase (oxidase citoplasmática); 6) por ação direta de radiação ionizante, luz ultra-violeta ou luz visível sobre os tecidos (principalmente na pele e no cristalino), sendo que o fornecimento de energia excita os íons de O_2 , alterando sua disposição eletrônica, produzindo oxigênio *singlet* (O), o qual possui meia-vida muito curta, por ser muito instável, tendo, entretanto, um poder destrutivo intenso (MENECHINI, 1987; ANDRADE JÚNIOR et al., 2005).

Segundo Berg et al. (2004) o ferro tem a capacidade de aceitar e doar elétrons, interconvertendo-se entre as formas férrica (Fe^{3+}) e ferrosa (Fe^{2+}). Esta propriedade o torna um componente muito útil em moléculas que ligam e transportam O_2 (hemoglobina e mioglobina), e em muitas enzimas que realizam processo *redox*, funcionando como transportadoras de elétrons. Entretanto, também pode causar danos aos tecidos, atuando como catalisador na conversão de H_2O_2 em radicais OH^\cdot , através das reações de Fenton e de Haber-Weiss.

2.2 Lesões oxidativas

Vários relatos indicam que os radicais mais lesivos para as células são o radical OH^\cdot e o oxigênio *singlet*, e de acordo com Guedes e Nogueira (1994) e Biesalsky (2002) os constituintes celulares e extracelulares mais afetados por radicais livres são os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) das membranas celulares (plasmática, mitocondrial e lisossomal), proteínas (enzimas celulares e constituintes da matriz extracelular) e ácido nucleico (principalmente cromossomos). O alvo celular primário pode variar, dependendo da célula, do tipo de estresse imposto e quão intenso é, entretanto, todos os tipos de biomoléculas são suscetíveis à ação das ERO (STOREY, 1996).

A peroxidação lipídica ocorre quando um radical livre age sobre os fosfolipídios das membranas (Figura 1), preferencialmente sobre os AGP, como os ácidos linoleico e araquidônico, que possuem fracas pontes de ligação entre carbono e hidrogênio (C-H), sendo o H facilmente abstraído (FARBER, 1994). Halliwell e Gutteridge (1999) ainda ressaltaram que, devido as suas múltiplas duplas ligações, os AGP são excelentes alvos para o ataque de radicais, que em excesso causam uma reação em cadeia incontrolada. A membrana plasmática que envolve as células e organelas, por conter grandes quantidades desses ácidos, é um dos componentes celulares mais atingidos pelas ERO. Em seus relatos Rhoden et al. (1998) e Halliwell e Gutteridge (1999) afirmaram que esse processo promove alterações na estrutura e

na permeabilidade das membranas celulares, resultando em perda da seletividade iônica, liberação de enzimas das organelas e formação de produtos citotóxicos que inativam receptores das proteínas da membrana, fato que potencializa os danos celulares, culminando com a sua morte.

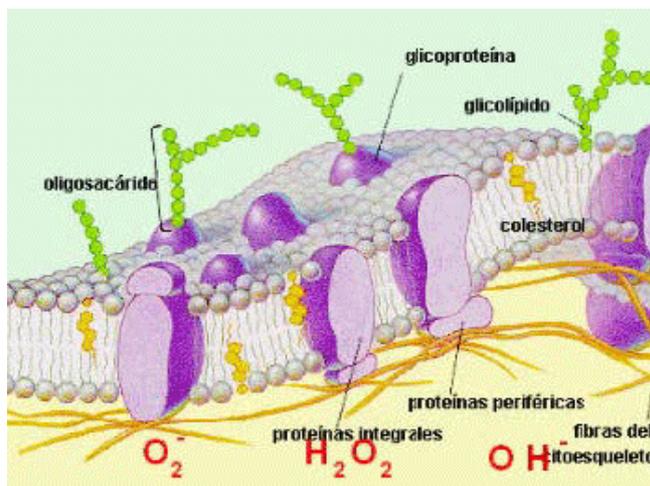


Figura 1. Peroxidação lipídica em membrana plasmática
Fonte: www.geocities.com/.../Radicaislivres.htm

2.3 Agentes antioxidantes

Existe um balanço entre a formação das substâncias oxidantes e sua efetiva remoção por antioxidantes, os quais controlam a relação *redox* prevalente nos sistemas biológicos. Para se protegerem contra oxidações os organismos dispõem de mecanismos enzimáticos, que podem agir de maneira preventiva, removendo radicais livres, como no caso das enzimas intracelulares superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutatona peroxidase (GSH-Px), e não enzimáticos que podem agir também na reparação da lesão ocorrida, anulando o radical depois de o mesmo ter sido formado, a exemplo do ácido ascórbico, α -tocoferol, carotenóides, flavonóides, transferrina, bilirrubina, urato, ubiquinonas (coenzima Q), ácido lipóico e diferentes compostos de selênio (FERREIRA e MATSUBARA, 1997; SILVA et al., 2002).

Distúrbios na produção de oxidante/antioxidante em favor do oxidante leva a dano celular denominado “estresse oxidativo” (GUTTERIDGE, 1999; ALVAREZ e MORAES, 2006). Portanto, altas concentrações de ERO são citotóxicas e podem estar presentes em condições como inflamação, doenças imunológicas, anemia, uremia e na diminuição da concentração de vitaminas antioxidantes (CHAN et al., 1999).

2.4 Vitamina E

O termo vitamina E inclui um grupo de compostos com atividade vitamínica – alfa, beta, gama e delta – tocoferóis, sendo o alfa, o mais amplamente distribuído na natureza e com maior atividade biológica (MURRAY et al. 2002).

A vitamina E ou alfa-tocoferol está disponível nos vegetais e pastos verdes, óleo de sementes e como éster acetato sintético. É uma molécula lipossolúvel presente nas membranas celulares e nas lipoproteínas plasmáticas (HALLIWELL, 1991). Ligado à porção hidrofóbica desta molécula existe um grupo hidroxila (OH), em que o átomo H é facilmente removível. Sendo assim, quando presentes, os radicais livres combinam-se, preferencialmente, a esta molécula, havendo a formação do radical tocoferol-O, que, por possuir baixa reatividade, não inicia reações em cadeia, conseqüentes a peroxidação lipídica. Por esse motivo o alfa-tocoferol é conhecido como um importante antioxidante não enzimático, que rompe reações em cadeia nos estágios iniciais de lipoperoxidação, controla a biosíntese de prostaglandinas e a produção de heme nos eritrócitos, mantêm a integridade da membrana dos eritrócitos e dos vasos sanguíneos capilares, inibe a agregação plaquetária, potencializa as funções imunológicas, previne a distrofia muscular nutricional e encefalomalácia e influencia o *status* reprodutivo dos animais, protegendo as células de estresse oxidativo e de danos da membrana e do DNA (McDOWELL, 1989; HALLIWELL, 1991; SIMON et al., 1997; NORDBERG e ARNÉR, 2001; SIKKA, 2004).

2.5 Deficiência de vitamina E

Conforme relatou Lucci (1997) a concentração de vitamina E nas forragens é bastante reduzida no período de estiagem, sendo que a exposição prolongada ao O₂ e à luz solar aumenta as perdas de atividade da vitamina. A utilização de rações com elevados teores de AGP geralmente provocam a desnaturação das reservas de vitamina E dos cereais, e ainda pode haver perda de tocoferol por oxidação após o processamento dos grãos (trituração e peletização) e a mistura com minerais (McDOWELL, 1989).

Portanto, a época do ano, a forma química e as condições de estocagem dos alimentos interferem na quantidade da vitamina E, podendo resultar na deficiência plasmática e tecidual desse composto, especialmente naqueles ruminantes jovens em fase de crescimento rápido, que, não recebendo suplementação poderão vir a óbito nos primeiros dias de vida. O manejo de rebanhos totalmente confinados cresce e as forragens conservadas são fornecidas quase

como os únicos volumosos, sendo que nessas situações há grande possibilidade de nascerem crias com deficiência de vitamina E (FERREIRA et al., 2007). O excessivo uso de concentrados no alimento de vacas e cabras após o parto aumenta a acidez ruminal, uma vez que, anteriormente ao pico da lactação o consumo de matéria seca pelas fêmeas está diminuído. Essa maior acidez do rúmen acentua a perda de vitamina E, e, como consequência, há redução do seu nível plasmático nos dias subsequentes ao parto, comprometendo assim, a concentração e a composição do colostro e leite oferecido aos animais recém nascidos (NRC, 1981; LUCCI, 1997).

De acordo com Fettman (2003) a vitamina E, após absorção na mucosa intestinal, é distribuída para todos os tecidos corpóreos, sendo predominantemente armazenada nas mitocôndrias dos tecidos hepático, adiposo e muscular. Entretanto, esses estoques são menores do que aqueles para a vitamina A e são mais rapidamente esgotados pela deficiência dietética. Lucci (1997) relatou que a vitamina E parece não ser armazenada no organismo em boas concentrações por períodos maiores de tempo, e a sua carência reduz a fagocitose celular, prejudica os mecanismos de defesa linfocitárias obtendo-se menores níveis de linfócitos B e T e altera o metabolismo do ácido araquidônico, o qual, por sua vez, influencia a resposta inflamatória às infecções e a resposta imunitária.

2.6 Suplementação parenteral de vitamina E

A suplementação de vitamina E para prevenir ou reparar distúrbios fisiológicos pode ser realizada através das vias oral e parenteral, sendo que, quando da administração oral, somente 50% são absorvidos e o restante é eliminado nas fezes. Através do leite, o lactente recebe vitamina E, porém em quantidades insuficientes para atender as suas necessidades normais, e em algumas situações como a esteatorréia, a vitamina E não é absorvida (NRC, 1981; FETTMAN, 2003).

Na administração parenteral, o trato gastrointestinal é evitado e a absorção é rápida na forma de soluções aquosas, ressaltando a necessidade de manutenção de assepsia estrita. Na suplementação oral deve haver liberação da forma de administração (quando em cápsulas), difusão ou transporte através da mucosa gastrointestinal para a circulação portal e deve passar através do fígado, sendo que cada um desses eventos possui o potencial de diminuir a biodisponibilidade do composto (BROWN, 2003). Finch e Turner (1996) explicaram que a ausência de resposta na suplementação oral de vitamina E, em ruminantes, pode ser justificada pela sua degradação no rúmen e consequente excreção. Entretanto, Reis et al.

(2005; 2007) avaliando o efeito da idade e da suplementação oral com acetato de DL-alfa-tocoferol, em bezerros, constataram concentrações séricas mais elevadas de vitamina E do que Costa (2001), justificando tal resultado pelo fato de terem optado pela suplementação oral diária, em elevadas doses, em vez de administração por via intramuscular (IM), em intervalos semanais, como utilizado por Costa (2001).

A vitamina E está disponível como preparações injetáveis e orais, ou em combinação com o Selênio (Se), ou ainda como parte de uma preparação multivitamínica. Os produtos combinados injetáveis da vitamina E e do Se, contêm, aproximadamente, 50UI da vitamina E e 5mg de Se por mL, e são administrados na base de cerca de 1 mL por 100Kg de peso corpóreo. Doses parenterais de até 25UI/Kg de peso corpóreo foram recomendadas para tratar a deficiência de vitamina E nos animais domésticos (FETTMAN, 2003).

Segundo Hatfield et al. (2000) a via de administração e a estrutura molecular da vitamina E podem afetar o aumento e a concentração deste composto no soro e plasma. Conforme relataram Anderson et al. (1995), soluções aquosas simples do DL-alfa-tocoferol livre são melhor absorvidas após a injeção parenteral, e a forma livre e o éster acetato são melhor absorvidos em soluções aquosas do que naquelas com base oleosa. Por causa da instabilidade oxidativa, formas quimicamente estabilizadas do tocoferol com polietileno glicol ou ésteres do acetato, do succinato ou do nicotinato do tocoferil são preferidas para suplementação alimentar (HIDIROGLOU et al., 1992).

Hidiroglou e Karpinski (1987) examinando a via de administração da suplementação de vitamina E e os efeitos do seu aumento, em ovinos, observaram que, via cápsula gelatinosa apresentou um decréscimo no plasma quando comparado às vias IM ou intravenosa (IV); a administração oral apresentou um grande espaço de tempo para aparecer no soro. Weiss et al. (1992) ao realizarem um estudo em vacas, relataram que a injeção IM com 3000UI de vitamina E, 10 e cinco dias antes do parto, resultou em concentrações significativamente maiores no plasma, nos eritrócitos e nos neutrófilos, em comparação com os 60 dias de suplementação dietética com 1000UI/dia. Em estudos com vacas leiteiras, suplementadas com 3 gramas de acetato de DL-alfa-tocoferol, por via IM, Ferreira et al. (2007) não observaram influência da vitamina E para ampliar significativamente os valores séricos e a ocorrência de mastite nos animais do grupo tratamento.

Hidiroglou et al. (1990) determinaram as concentrações plasmáticas e teciduais de vitamina E em ovinos, com um ano de idade e observaram que uma única dose de 5 g de DL-alfa-tocoferol, por via intraperitoneal, resultou em elevados níveis do composto nos tecidos

três dias após sua administração, principalmente no fígado, baço e pulmões, tendo sido registrado após esse tempo, um declínio das concentrações de vitamina E nos tecidos analisados.

2.7 Considerações gerais sobre a hematologia e bioquímica sérica

Embora existam muitos estudos relacionados à vitamina E, especialmente em bovinos e ovinos, as informações disponíveis em caprinos jovens, no semiárido, são escassas (SILVA et al., 2008). No Nordeste brasileiro, as pesquisas direcionam seus trabalhos, primordialmente, aos efeitos da idade e da suplementação do acetato de DL-alfa-tocoferol sobre os níveis séricos de vitamina E, metabolismo oxidativo dos neutrófilos e proteinograma, em bezerras e vacas, e ainda não há uma padronização a ser utilizada com relação à via de administração, à dose e ao tempo de uso (FERREIRA et al., 2007). Os relatos, em caprinos, reportam, principalmente, a ação da vitamina E sobre a reprodução (GUERRA et al., 2004) e os fatores que provocam a distrofia muscular nutricional (RIET-CORREA et al., 2003; AMORIM, et al., 2005). Porém, o efeito do acetato de DL-alfa-tocoferol nas condições de clima semiárido, que apresenta épocas bem definidas, seca e chuvosa, sobre os parâmetros hematológicos e bioquímicos, deve ser investigado, visto que a variação de temperatura é um dos fatores responsáveis pela produção de radicais livres que degradam proteínas, enzimas, lipídios e tecidos orgânicos (OCHSENDORF, 1999; HATFIELD et al., 2000; SILVA et al., 2008).

São inúmeras as causas de variabilidade do hemograma e da resposta imune celular e humoral dos animais, destacando-se dentre estes, o contínuo estresse oxidativo que sofrem os eritrócitos e os leucócitos. Apesar das defesas antioxidantes reduzirem os riscos de lesões oxidativas por ERO, os organismos podem vivenciar situações onde a proteção é insuficiente (PEREIRA, 1996).

Para Brady et al. (1982), no processo de eritropoiese, a deficiência de vitamina E, além de ter efeitos sobre a maturação da célula precursora dos eritrócitos, pode resultar em anormalidades da membrana eritrocitária, as quais levam à fragilidade osmótica e hemólise. O mesmo princípio é defendido por Kondo et al. (2002) para eritrócitos fetais e neonatos (JAIN, 1986).

Ferreira e Matsubara (1997) descreveram que a membrana do glóbulo vermelho contém grande número de grupos tióis (-SH), e os agentes oxidantes podem converter esses grupos em componentes dissulfeto (R-SSH) levando à desnaturação das proteínas da membrana. Nesse processo pode ocorrer lesão intracelular, com oxidação da hemoglobina (Hb) à meta-

Hb, que precipita e forma os corpúsculos de Heinz. A associação dos fenômenos de oxidação dos grupos -SH, produção de corpúsculos de Heinz e lipoperoxidação poderão romper a membrana do eritrócito, e se a eficiência do sistema antioxidante for superada pela magnitude desses fenômenos, ocorrerá o estresse oxidativo, com conseqüente hemólise. O autor ainda explica que a relação destes processos se dá considerando o ferro como agente agressor oxidante e o eritrócito como célula alvo, uma vez que o ferro catalisa a conversão de H_2O_2 em radicais $OH\cdot$.

Nas proteínas o ataque dos radicais livres pode levar à modificação dos aminoácidos; oxidação dos grupos sulfidrílicos (SH), conduzindo a alterações na sua conformação com conseqüente alteração da atividade enzimática; quebra das ligações peptídicas; quebra das ligações entre metais e proteínas; alteração da antigenicidade e aumento da suscetibilidade proteolítica (STOREY, 1996).

Nos caprinos em desenvolvimento ocorrem, em condições normais, significativas variações hematológicas e bioquímicas (JAIN, 1986). Conforme relataram Birgel Júnior et al. (2001), animais criados sob diferentes condições climáticas e de manejo podem apresentar evidentes variações dos elementos constituintes do hemograma e dos componentes bioquímicos. Outros fatores que devem ser considerados são: espécie, sexo, raça, idade, estresse, liberação de corticóides, etapa do ciclo estral, lactação, altitude, balanço hídrico e estado nutricional (JAIN, 1993; PAES et al., 2000).

Ao avaliar a suplementação de acetato de DL-alfa-tocoferol, por via oral, em cabritos, do nascimento aos 120 dias de idade, Barioni (2003) observou influência significativa da vitamina E sobre a contagem de hemácias (He), Volume Globular (VG) e o Volume Corpuscular Médio (VCM), cujos valores foram inferiores no grupo suplementado, em relação ao controle, após os 30 dias; tal achado foi justificado pela diminuição do tamanho dos eritrócitos, com menor grau de anisocitose, associada à menor fragilidade osmótica. Portanto, maior estabilidade eritrocitária, e conseqüente aumento da longevidade das He menores com tamanhos semelhantes na circulação.

Pesquisando quatro métodos de suplementação, em cordeiros e ovelhas, Horton e Jenkins (1978) concluíram que as variáveis hematológicas se mostraram mais eficientes através da administração IM de vitamina E, contudo, a concentração de Hb e o número de He foram significativamente mais altos nos cordeiros do grupo controle, do que nos animais tratados, onde nestes poderia estar havendo uma hematopoiese insuficiente da medula óssea e menor tempo de vida eritrocitária. Estudando o efeito da vitamina E em cabras primíparas, Paes (2000) não observou nenhuma influência da mesma sobre o eritrograma. Resultado

similar foi reportado por Rocha (2006), ao avaliar a influência da vitamina E na profilaxia e tratamento da brocopneumonia em bezerros machos, com idade máxima de dez dias.

Na região semiárida do Estado do Ceará, parâmetros sanguíneos de caprinos, 42 machos e 38 fêmeas de raças distintas, aos três, seis, nove e 12 meses, foram determinados por Unanian (1986), e os resultados não demonstraram nenhuma diferença quanto ao sexo, mas observou-se diferença significativa entre as cinco raças estudadas, ressaltando-se que, em todas as idades, os caprinos Moxotó e SRD, registraram os maiores valores de He, Hb, VG e leucócitos, permitindo concluir que são raças mais adaptadas às condições climáticas locais, quando jovens, bem como, quando adultos.

Silva et al. (2005) relataram que o estresse por calor de longa duração pode reduzir o número de eritrócitos e o VG, levando à hemoconcentração, em função da diminuição da ingestão de alimentos e maior perda de água pela evaporação. Da mesma forma, Gürtler et al. (1987) descreveram que a alimentação deficiente em proteína reduz a neoformação de eritrócitos e o valor do hematócrito, e como a Hb representa aproximadamente 92% dos componentes dos eritrócitos, ocorre também redução da Hb.

Analisando o hemograma de 240 caprinos, machos e fêmeas, de diferentes idades (do nascimento aos seis meses, sete a 12, 13 a 24 e a partir de 24 meses) do Estado de Pernambuco, Melo (2001) observou que o fator etário interferiu nos resultados do eritrograma, tendo sido registrado um maior número de He nos animais entre 7 a 12 meses de idade.

A vitamina E é a “primeira linha de defesa” contra a peroxidação fosfolipídica nas membranas celulares e subcelulares e alguma supressão imune, causada por sua deficiência pode resultar em um declínio na produção sem manifestação clínica (FINCH e TURNER, 1996). Enquanto a deficiência de vitamina E é capaz de diminuir a função imunológica (HOGAN et al., 1992), a suplementação pode potencializar determinadas respostas imunes (RADOSTITS et al., 2002). Ela mantém os mecanismos de defesa do organismo pelos aumentos da proliferação celular, da síntese de anticorpos, produção de citocinas, metabolismo das prostaglandinas e da função fagocitária dos neutrófilos (SMITH et al., 1997; HATFIELD et al. 2000). Conforme reportou Butterick (1983), a vitamina E pode inibir a NADPH oxidase de fagócitos, levando à diminuição da produção de ERO, protegendo a integridade das membranas celulares. Acredita-se que o efeito protetor de vitamina E possa estar envolvido com sua capacidade em reduzir os níveis séricos de glicocorticóides, produzidos em situações de estresse (HATFIELD et al., 2000), o qual tem ação imunossupressora, ao diminuir a replicação de linfócitos (CUNNINGHAM e KLEIN, 2008).

Para Guyton e Hall (1997) alguns dos diferentes tipos de estresse que aumentam a liberação de cortisol são frio ou calor intensos, imobilização forçada de um animal, injeção subcutânea de substâncias necrosantes, infecções e doenças debilitantes. A excitação produz liberação de epinefrina induzindo leucocitose fisiológica caracterizada por neutrofilia, linfocitose, monocitose e eosinopenia (BIRGEL et al., 1982; FELDMAN et al., 2000).

Hogan et al. (1992) ao trabalharem com vacas recebendo 3000UI de acetato de DL-alfa-tocoferol, por via parenteral, no período seco, constataram que a suplementação da vitamina E não influenciaram a função neutrofílica e a concentração plasmática de alfa-tocoferol. Finch e Tuner (1996) comentaram que a suplementação em bovinos e ovinos com vitamina E é efetiva na melhora da resposta linfocítica nas primeiras semanas de idade.

Barioni (2003) observou que no grupo de cabritos que receberam suplementação de vitamina E, apesar de registrar o maior número de neutrófilos ao nascimento, aos sete, 15 e 60 dias de idade, tal resultado não foi atribuído à ação da vitamina E, mas, sim, decorrente de variações individuais dos caprinos. Costa et al. (2004) ao analisarem a influência do desenvolvimento etário e da suplementação IM com 2000UI de vitamina E sobre os neutrófilos, em bezerros da raça Holandesa, no período do nascimento até os 150 dias de idade, não observaram efeito significativo sobre o metabolismo oxidativo de neutrófilos, entretanto, estes pesquisadores afirmaram que a função desses leucócitos tem uma relação direta com a elevação do teor de vitamina E, e acreditam existir um aumento da função microbicida, da capacidade migratória e fagocítica dos neutrófilos dos animais tratados com este suplemento.

As proteínas plasmáticas são fontes de aminoácidos, componentes essenciais de todas as dietas, e formam a base da estrutura celular, órgãos e tecidos, mantêm a pressão colóide osmótica, catalisam reações bioquímicas na forma de enzimas, mantêm o equilíbrio ácido base, são reguladoras como hormônios, atuam na coagulação sanguínea, na defesa humoral como anticorpos e servem de carreadores e transporte para muitos constituintes plasmáticos (LOPES et al., 1996; CUNNINGHAN e KLEIN, 2008). A albumina e as frações alfa e beta globulinas são sintetizadas no fígado, e a gama globulina nos tecidos linfóides (THRALL, 2007).

Para a análise de proteínas, dentro de um perfil básico, inclui-se a determinação de proteína total e dos teores de albumina e globulinas (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Para Lopes et al. (1996) a melhor maneira de se avaliar as alterações da proteína total é através da interpretação do quociente albumina:globulina (A:G), associado, quando possível, com o perfil eletroforético das proteínas.

González e Silva (2006) relataram que a taxa de síntese das proteínas está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal, especialmente com os níveis de proteína, e com a funcionalidade hepática, mas conforme reportaram Kaneko et al. (1997) e Barioni (2001), para uma interpretação correta dos resultados obtidos, existe a necessidade de se conhecer os valores de referência para as diferentes espécies, raças, sexo, estado fisiológico e idade dos animais criados em diferentes regiões do Brasil e sob diversas condições de manejo. Lopes et al. (1996) citaram ainda que o estresse de temperatura, quente ou fria, bem como a injúria sofrida pelos animais, são associados com perda de nitrogênio, aumento da atividade adrenal e catabolismo proteico, com decréscimo na proteína total e albumina.

A uréia é sintetizada no fígado a partir da amônia, que é proveniente do catabolismo de proteínas e da reciclagem de amônia do rúmen. Os níveis séricos de uréia são analisados em relação ao nível de proteína na dieta e ao funcionamento renal (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). De acordo com Kaneko et al. (1997) dois processos alteram a concentração de uréia sérica: a taxa de síntese da uréia nos hepatócitos e a taxa de eliminação pelos rins. A síntese da uréia é influenciada por alterações na dieta ou por catabolismo proteico e depende da função hepática; e a sua eliminação, da taxa de filtração glomerular e da reabsorção da uréia nos túbulos renais.

A creatinina plasmática é formada da degradação da creatina nos músculos e a sua concentração depende da taxa de síntese e de excreção. A taxa de síntese ocorre de forma constante, porém a creatinina é totalmente excretada pelos glomérulos, não havendo reabsorção tubular (KANEKO et al., 1997). Exercícios prolongados, doenças musculares ou emagrecimento pronunciado podem afetar os valores de creatinina.

A enzima aspartato aminotransferase (AST) está amplamente distribuída nos tecidos, e é encontrada principalmente no fígado, eritrócitos e nos músculos esquelético e cardíaco (KERR, 2003). É utilizada para avaliar lesão muscular, e em ruminantes, é um bom indicador do funcionamento hepático (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A enzima gama glutamiltransferase (GGT) possui alta atividade em ruminantes e encontra-se associada às membranas, mas também está no citosol, especialmente nos epitélios dos dutos biliares e renais, embora possa ser encontrada no pâncreas e no intestino delgado, mas somente aquela de origem hepática está normalmente presente no plasma, pois a de origem renal é excretada na urina (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Segundo Lopes et al. (1996) e González e Silva (2006) a GGT é um marcador sérico importante nas desordens do sistema hepatobiliar e acredita-se que está relacionada com o metabolismo do glutatión.

Conforme reportou Tizard (2000) a transferência passiva de imunidade por meio do colostro é essencial para o desenvolvimento do cabrito, e a atividade da enzima GGT é alta nos ruminantes neonatos após a ingestão do mesmo, sendo no dia do nascimento cinco vezes superior ao encontrado cinco dias após o parto; aos 30 dias de vida a concentração sérica é semelhante à do caprino adulto.

2.8 Parâmetros fisiológicos e eletrocardiográficos

A suplementação de DL-alfa-tocoferol e seus efeitos sobre a temperatura corporal, frequências respiratória e cardíaca e eletrocardiografia de caprinos jovens, em função do estresse térmico, no semiárido, deve ser investigada, uma vez que, exposição excessiva ao calor e/ou ao frio, alteram subitamente o débito cardíaco, as frequências cardíaca e respiratória, e a pressão sanguínea, o que resulta em fraqueza muscular e decúbito. Existe uma alteração degenerativa na maioria dos tecidos orgânicos, provavelmente, em virtude de alterações metabólicas, mais do que dos efeitos diretos da elevação da temperatura corpórea (RADOSTITS et al., 2002).

A vitamina E, investigada e publicada em várias literaturas, tem o seu pico de concentração nos tecidos aproximadamente aos três dias após administração (HIDIROGLOU et al., 1990), declinando após este período. Contudo, conforme descrito na revisão deste estudo, os estoques plasmáticos e teciduais de vitamina E poderão ser rapidamente esgotados pela deficiência dietética, especialmente nos ruminantes desmamados e em crescimento, que possuem metabolismo acelerado e, se submetidos a condições ambientais estressantes (produção de calor e queda de temperatura), a formação de radicais livres excede a magnitude das defesas antioxidantes (PEREIRA, 1996) que, reduzidas, poderão comprometer a saúde do animal. O peróxido lipídico formado pode acumular-se até certo grau dentro do órgão ou tecido, produzindo redução irreversível da fluidez da membrana, aumentando sua permeabilidade e resultando em perda da integridade da membrana e ruptura da célula (GUTTERIDGE, 1999; ALVAREZ e MORAES, 2006).

Os ruminantes mantêm uma temperatura corpórea relativamente constante durante exposição a extremas variações de ambientes térmicos (RADOSTITS et al., 2002). Porém, os organismos podem vivenciar situações em que a homeotermia mantida pelos mecanismos fisiológicos e comportamentais é insuficiente, e então, a suplementação de vitamina E é uma alternativa para auxiliar na proteção dos tecidos hepático, pancreático, respiratório, cardíaco,

muscular e nervoso (HIDIROGLOU et al., 1990). De acordo com Frank (2005) altas concentrações sanguíneas dessa vitamina reduzem o risco de doenças cardiovasculares.

O estresse calórico, segundo Baêta e Souza (1997), ocorre quando os caprinos são expostos a temperatura ambiental acima da temperatura crítica superior, que, nesta espécie, é de 34 °C, o que resulta, em primeiro lugar, em aumento da produção de calor endógeno e consequente elevação da temperatura corporal, comprometendo a habilidade do corpo em dissipar o excesso de calor, interferindo na manutenção da homeotermia. Um aumento da temperatura retal significa que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico se manifesta (LEGATES et al., 1991). Conforme descrito por De la SOTA et al. (1996), quando expostos a um ambiente de temperatura elevada, na qual a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimentos e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal (TC), a frequência respiratória (FR) e a taxa de sudorese aumentam. Essas funções indicam tentativas do animal de minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia.

Para Lee et al. (1974), Kabuga e Agyemang (1992) e Muller et al. (1994) a capacidade do animal de resistir aos rigores do estresse calórico tem sido avaliada fisiologicamente por alterações na temperatura retal (TR) e na FR. Bianca e Kunz (1978) e Souza et al. (2008) também confirmaram que a TR, a FR e a frequência cardíaca (FC) são as melhores referências para estimar a tolerância dos animais ao calor.

A TC normal em caprinos adultos, em repouso e à sombra, varia de 38,5 °C a 40,0 °C (BACCARI JÚNIOR et al., 1996). Andersson e Jónasson (1996) e Cunningham e Klein (2008) citaram valores semelhantes, entre 38,5 °C a 39,7 °C. Devido a maior intensidade dos processos metabólicos em animais jovens, estes possuem uma temperatura corpórea mais alta que os adultos, sendo registrado no cabrito uma temperatura média de 40,0 °C, com variação de 39,0 °C a 41,0 °C (GÜRTLER et al., 1987). Para Baccari Júnior (1990) e Brown-Brandl et al. (2003) a TR é a forma de mensuração corpórea que melhor representa a temperatura do núcleo central, sendo muito utilizada como critério de diagnóstico de doenças e para verificar o grau de adaptabilidade climática dos animais domésticos. Vários fatores são capazes de causar variações normais na temperatura corporal, entre eles, idade, sexo, estação do ano, período do dia, temperatura ambiental, exercício, alimentação, digestão e ingestão de água (ANDERSSON e JÓNASSON, 1996; CUNNINGHAN e KLEIN, 2008).

A FR, que nos caprinos apresenta um valor médio de 25 movimentos respiratórios por minuto, com variações entre 20 e 34 movimentos, é um excelente indicador do estado de

saúde do animal, podendo os valores ser influenciados pela espécie, tamanho corporal, idade, exercício, excitação, temperatura ambiente, gestação e ingestão de alimentos (GÜRTLER et al., 1987; REECE, 1996). De acordo com Cunningham e Klein (2008) o controle nervoso central da respiração sofre influência de uma série de mecanismos reflexos, cujos receptores estão espalhados em muitos tecidos, formando um importante elo na adaptação da respiração às modificações das condições ambientais.

Para Radostits et al. (2002) um aumento elevado da temperatura ambiente pode dobrar a FR normal dos animais. Além da temperatura ambiente, a radiação solar também representa grande influência sobre a FR e temperatura superficial, principalmente nos animais de pelagem escura, que absorvem maior quantidade de calor (ACHARYA et al., 1995).

Ao trabalharem com caprinos desmamados, entre 90 e 120 dias, e adultos, com um ano e meio a três anos de idade, confinados, das raças Anglo-Nubiana e Pardo Alemã, durante a estação quente e chuvosa, Medeiros et al. (1998) verificaram que a elevação da temperatura ambiental aumentou a FR dos animais, havendo variação significativa entre 7h30 e 14h30, de 20 para 38 movimentos por minuto, no entanto, não houve diferença na média da FR entre caprinos desmamados (28,40 mov./min.) e adultos (29,30 mov./min.), sugerindo que os animais desmamados apresentam um mecanismo fisiológico de dissipação de calor corporal similar ao dos animais adultos.

Nos caprinos a FC apresenta uma média de 95 a 120 batimentos por minuto (FEITOSA, 2004), e é influenciada por um grande número de fatores, além da temperatura ambiente, como idade, individualidade, temperamento e o grau de excitação do animal (SILVA e GONDIM, 1971; RADOSTITS et al., 2002). Para Halliwell (1991) a hipovitaminose E também pode causar distúrbios cardiovasculares. A magnitude das variáveis é individual, pois as respostas ao estresse são diferentes quando comparados com animais distintos (KELLY, 1976).

A FC é controlada pela interação dos centros cardioinibidor e cardioacelerador, na medula oblonga, os quais, por sua vez, estão sob a influência do sistema nervoso central, incluindo o hipotálamo e o sistema límbico. A temperatura ambiental, e outras variáveis fisiológicas, como a idade, podem alterar o tônus vagal, intensificando a atividade dos centros cardioacelerador e vasoconstritor, elevando, portanto, a FC (KELLY, 1976; GUYTON e HALL, 1997).

Medeiros et al. (1998) ao estudarem a FC, durante época quente e chuvosa, em caprinos desmamados, com quatro a seis meses de idade, e adultos, com um ano e meio a três anos de idade, em regime de confinamento, observaram influência significativa da idade sobre esse

parâmetro, registrando valores de 116,52 e 100,88 batimentos por minuto, respectivamente, para os animais desmamados e adultos. Evidenciaram que a FC desses animais não é somente uma reação à temperatura ambiente, mas um processo fisiológico associado à atividade orgânica, ou metabolismo energético. A elevação da temperatura ambiente provocou o aumento da FC, havendo variação significativa na FC entre as 7h30 e 14h30 de 102 para 115 batimentos por minuto, respectivamente (MEDEIROS et al., 1998).

O eletrocardiograma (ECG) fornece o registro e a medida da diferença de potencial variável que ocorre sobre a superfície corporal, resultante da atividade elétrica dentro do coração (RADOSTITS et al., 2002). A maior parte da literatura sobre ECG nos animais domésticos se limita aos cães e cavalos (MOHAN et al., 2005). Em pequenos animais o ECG permite proceder a detecção da frequência e de arritmias cardíacas, eixo elétrico no plano frontal e alterações anatômicas das câmaras cardíacas (CAMACHO e MUCHA, 2004), entretanto, em equinos, bovinos e pequenos ruminantes, devido à grande massa miocárdica e às particularidades anatômicas das fibras de Purkinje, a detecção da hipertrofia cardíaca e anormalidades miocárdicas pela análise do vetor no ECG, não é, em geral, possível nestas espécies (MENDES NETO, 2004).

Segundo Hamlin et al. (1984) e Mohan et al. (2005) poucos estudos descrevem os processos eletrocardíacos e a variabilidade em intervalos e amplitudes em caprinos sob condições experimentais. Observações sobre a amplitude e duração, bem como a forma das ondas P, QRS, T e direção de vetores cardíacos em caprinos são escassos (MOHAN et al., 2005). Upadhyay e Sud (1977) descreveram a elevada variabilidade em ondas e formas do ECG em cabra, e de acordo com Dyce et al. (1987), o coração de caprinos apresenta variações em tamanho e forma de acordo com a raça, sugerindo que essa variação possa refletir no ECG. Conforme relatou Cook e Jacobson (1996), além da utilização da eletrocardiografia no auxílio diagnóstico das doenças cardíacas, este exame também tem sido empregado na avaliação do estresse e da dor.

Embora na literatura existam relatos que afirmam não ser vantajosa a suplementação de vitamina E, é importante levar em consideração muitos fatores. Entre eles, as concentrações desse composto na dieta basal, idade dos caprinos, teor de alfa-tocoferol no colostro oferecido, evidência de ambiente estressante, presença de microrganismos patógenos que eliciam uma resposta imune, e primordialmente, as diferentes raças de animais, que muitas vezes já estão adaptados a sua região de origem.

3 REFERÊNCIAS

ACHARYA, R.M. et al. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.18, n.4, p.245-248, 1995.

ALVAREZ, C.A.; MORAES, G.V. Efeitos da selenometionina e vitamina C sobre o sêmen. **Revista de Saúde e Biologia**, v.1, n.1, p.42-51, 2006.

AMORIM, S. L. et al. Distrofia muscular nutricional em ovinos na Paraíba. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, n.2, p.293-298, 2005.

ANDERSON, L.E. et al. Bioavailability of various vitamin E compounds for finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 73, p.490-495, 1995.

ANDERSSON, B.E.; JÓNASSON, H. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M.J., REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.805-813.

ANDRADE JÚNIOR, D.R. et al. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.31, n.1, p.60-68, 2005.

BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1, 1990, Fortaleza – CE. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DIE, 1990. p.9-17.

BACCARI JÚNIOR, F.; GONÇALVES, H.C.; MUNIZ, L.M.R. Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. **Revista Veterinária Zootécnica**, v.8, n. 1, p.9-14, 1996.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em Edificações Rurais: Conforto Térmico**. Viçosa: UFV, 1997. 246p.

BARIONI, G. et al. Valores séricos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e proteínas totais em caprinos fêmeas da raça parda alpina. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.435-438, 2001.

BARIONI, G. **A influência da idade e da suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol) sobre o hemograma, proteinograma, imunoglobulina G, fragilidade osmótica e metabolismo oxidativo eritrocitário em caprinos da raça Saanen.** 2003. 156p. Tese (Doutorado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Bioquímica.** 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 1059p.

BEZERRA, L.R. et al. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no cariri paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.955-960, 2008.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock Production Science**, v.5, n.1, p.57-69, 1978.

BIESALSKY, H.K. Free radical theory of aging. **Current Opinion in Clinical Nutrition Metabolic Care**, v.5, n.1, p.5-10, 2002.

BIRGEL JÚNIOR, E.H. et al. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.2, p.164-171, 2001.

BIRGEL, E.H. et al. Patologia Clínica Veterinária. **São Paulo: Sociedade Paulista de Medicina Veterinária**, 1982. p.2-68.

BRADY, P.S.; SEHGAL, P.K.; HAYES, K.C. Erythrocyte characteristics in vitamin E - responsive anemia of the owl monkey (*Aotus trivigatus*). **American Journal of Veterinary Research**, v.43, p.1489-1491, 1982.

BROWN, S.A. Farmacocinética: Distribuição e destino das drogas no organismo. In: ADAMS, H.R. **Farmacologia e Terapêutica em Veterinária.** 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p.11-47.

BROWN-BRANDL, T.M. et al. Comportamento de ovinos submetido a três níveis de temperatura ambiente. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, p.231-242, 2003.

BUTTERICK, C. Vitamin E – selective inhibitor of the NADPH oxidoreductase enzyme system in human granulocytes. **American Journal Pathology**, v.112, n.3, p.287-293, 1983.

CAMACHO, A.A.; MUCHA, C.J. Semiologia do Sistema Circulatório de Cães e Gatos. In: FEITOSA, F.L. **Semiologia Veterinária – A Arte do Diagnóstico**. São Paulo: Roca, 2004, p.234-281.

CAMPBELL, M.K; FARRELL, S.O. **Bioquímica**. 5 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 265p.

CHAN, A.C.; CHOW, C.K.; CHIU, D. Interaction of antioxidants and their implication in genetic anemia. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v.222, n.3, p.274-282, 1999.

COOK, C.J; JACOBSON, L.H. Heart rate as a measure of adaptation to stress in cattle. **Australian Veterinary Journal**, v.74, p.471-472, 1996.

COSTA, J.N. **Leucograma, metabolismo oxidativo dos neutrófilos, proteinograma e imunoglobulinas de bovinos da raça Holandesa (*Bos taurus*): influência da idade e da suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol)**. 2001. 192p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

COSTA, J.N. et al. Influência do desenvolvimento etário e da suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol) no metabolismo oxidativo dos neutrófilos de bovinos da raça Holandesa (*Bos taurus*). **Brazilian Journal of Research Veterinary Animal Science**, v.41, p.293-298, 2004.

CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 710p.

DE LA SOTA, R.L. et al. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.133, 1996.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Text book of Veterinary Anatomy**. Philadelphia: Saunders, 1987. 629p.

FANTONE, J.C.; WARD, P.A. Role of oxygen-derived free radical and metabolites in leukocyte-dependent inflammatory reactions. **American Association of Pathologists**, v.107, n.3, p.398-417, 1982.

FARBER, J.L. Mechanisms of cell injury by activated oxygen species. **Environmental and Health Perspective**, v.102, suppl.10, p.17-24, 1994.

FEITOSA, F.L.F. **Semiologia Veterinária. A Arte do Diagnóstico**. São Paulo: Roca, 2004. 807p.

FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. 1344p.

FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.43, n.1, p.61-68, 1997.

FERREIRA, A.M.S.C. et al. Suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol) e a ocorrência de mastites em vacas da raça Jersey. **Revista Brasileira da Saúde e Produção Animal**, v.8, n.2, p.71-82, 2007.

FETTMAN, M.J. Vitaminas lipossolúveis. In: ADAMS, H.R. **Farmacologia e Terapêutica em Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 8 ed. 2003, p.571-586.

FINCH, J.M., TURNER, R.J. Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. **Research in Veterinary Science**, v.60, n.2, p.97-106, 1996.

FRANK, J. Beyond vitamin E supplementation: an alternative strategy to improve vitamin E status. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 7, p. 834-843, 2005.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 357p.

GUEDES, R.M.C.; NOGUEIRA, R.H.G. Efeito da deficiência de vitamina E e selênio sobre a formação e a propagação dos radicais livres de oxigênio e as principais alterações provocadas em suínos. **A Hora Veterinária**, v.14, n.81, p.69-74, 1994.

GUERRA, M.M.P.; EVANS, G.; MAXWELL, W.M.C. Papel de oxidantes e anti-oxidantes na andrologia – Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.28, n.4, p.187-195, 2004.

GÜRTLER, H. et al. **Kolb-Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

GUTTERIDGE, J.M.C. Does redox regulation of cell function explain why antioxidants perform so poorly as therapeutic agents? **Redox Report**, v.4, n.3, p.129-131, 1999.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014p.

HALLIWELL, B. Reactive oxygen species in living systems. **American Journal of Medicine**, v.91, n.3, p.145-149, 1991.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free Radicals in Biology and Medicine**. 3 ed. Oxford University Press:New York, 1999. 936p.

HAMLIN, R.L.; GLOWER, D.D.; PIMMEL JÚNIOR, R.L. Genesis of QRS in the ruminant: Graphic stimulation. **American Journal of Veterinary Research**, v.45, p.938-941, 1984.

HATFIELD, P.G. et al. Role of supplemental vitamin E in lamb survival and production: A review. **American Society of Animal Science**, v.50, p.285-288, 2000.

HIDIROGLOU, M.; KARPINSKI, K. Vitamin E kinetics in sheep. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.58, p.113-125, 1987.

HIDIROGLOU, N.; BUTLER, G.; McDOWELL, L.R. Plasma and tissue vitamin E concentrations in sheep after administration of a single intraperitoneal dose of dl- α -tocopherol. **Journal of Animal Science**, v.68, n.3, p.782-787, 1990.

HIDIROGLOU, N. et al. Bioavailability of vitamin E compounds in lambs. **Journal of Animal Science**, v.70, n.8, p.2556-2561, 1992.

HOGAN, J.S. et al. Bovine neutrophil responses to parenteral vitamin E. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n.2, p. 399-405, 1992.

HORTON, G.M.J.; JENKINS, W.L. Haematological and blood chemistry changes in ewes and lambs following supplementation with vitamin E and selenium. **British Journal of Nutrition**, v.40, p.193-203, 1978.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 de maio de 2009.

JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 4 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986. 1221p.

JAIN, N.C. **Essentials of Veterinary Hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.

KABUGA, J.D.; AGYEMANG, K. An investigation into the heat stress suffered by imported Holstein Friesian cows in the humid tropics. **Bulletin of Animal Production in África**, v.40, p.245-252, 1992.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KELLY, W.R. **Diagnóstico Clínico Veterinário**. México: Continental, 1976. 444p.

KERR, M.G. **Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária – Bioquímica Clínica e Hematologia**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2003. 436p.

KONDO, M. et al. The ability of neonatal and maternal erythrocytes to produce reactive oxygen species in response to oxidative stress. **Early Human Development**, v.66, p.81-88, 2002.

LEE, J.A., ROUSSEL, J.D., BEATTY, J.F. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.59, n.1, p.104-108, 1974.

LEGATES, J.E.. et al. Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.8, p.2491-2500, 1991.

LOPES, S.T.A. et al. **Patologia Clínica Veterinária**. Santa Maria: UFSM, 1996. 164p.

LUCCI, C.S. **Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. 169p.

McDOWELL, L.R. **Vitamins in animal nutrition: comparative aspects to human nutrition**. New York: Academic Press, 1989, p. 93-131.

MEDEIROS, L.F. et al. Frequência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: São Paulo, 1998.

MELO, M.T. **Hemograma referencial de caprinos criados no Estado de Pernambuco – Procedimentos clínico-laboratoriais e avaliação da influência dos fatores etário e sexual**. 2001. 72p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MENDES NETO, D. Semiologia do Sistema Circulatório de Eqüinos e Ruminantes In: FEITOSA, F.L. **Semiologia Veterinária – A Arte do Diagnóstico**. São Paulo: Roca, 2004, p.234-281.

MENEGHINI, R. A toxicologia do oxigênio. **Ciência Hoje**, v.5, n.28, p.57-62, 1987.

MIROCHNITCHENKO, O. et al. Acetaminophen toxicity – opposite effects of two forms of glutathione peroxidase. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 274, n. 15, p. 10349-10355, 1999.

MOHAN, N.H.; NIYOGI, D.; SINGH, H.N. Analysis of normal electrocardiograms of Jamunapari goats. **Journal of Veterinary Science**, v.6, n.4, p.295-298, 2005.

MULLER, C.J.C.; BOTHA, J.A.; SMITH, W.A. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 3. Behavior. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v.24, p.61-66, 1994.

MURRAY, R. K. et al. **Harper: Bioquímica**. 9 ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy goats**. Washington: National Academy Press, 1981. 91p.

NORDBERG, J.; ARNÉR, E.S.J. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology & Medicine**, v.31, n.11, p.1287-1312, 2001.

OCHSENDORF, F.R. Infections in the male genital tract and reactive oxygen species. **Human Reproduction Update**, v. 5, n.5, p. 399-420, 1999.

PAES, P.R.O. **Perfil eritrocitário e aspectos físicos e microbiológicos do leite da cabras primíparas da raça Saanen suplementadas com vitamina E e com mastite experimentalmente induzida por *Staphylococcus aureus***. 2000. 163p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PAES, P.R.O. et al. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.6, n.1, p.43-49, 2000.

PEREIRA, B. Radicais livres de oxigênio e sua importância para a funcionalidade imunológica. **Motriz**, v.2, n.2, dez., 1996.

RADOSTITS, O.M. et al. **Clínica Veterinária – Um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 737p.

REECE, W.O. Respiração e exercício. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.241-276.

REIS, M.C. et al. Efeito da idade e da suplementação oral com o acetato de DL-alfa-tocoferol sobre os níveis séricos de vitamina E e sobre o metabolismo oxidativo dos neutrófilos em bezerros. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.6, n.1, p.8-17, 2005.

REIS, M.C.; COSTA, J.N.; PEIXOTO, A.P.C. Efeito da idade e da suplementação oral com o acetato de DL-alfa-tocoferol sobre os níveis séricos de vitamina E e sobre o proteinograma de bezerro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p.152-161, 2007.

RHODEN, E.L. et al. Efeito do alopurinol sobre a lipoperoxidação de membranas celulares renais na síndrome da isquemia e reperfusão: estudo experimental em ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v.13, n.2, p.73-79, 1998.

RIET-CORREA, F. et al. Doenças dos ruminantes e eqüinos no semi-árido da Paraíba. **Semi-árido em Foco**, v.1, n.1, 2003. 116p.

ROCHA, A.E.A. **Influência da Vitamina E na profilaxia e tratamento de broncopneumonia em bezerros**. 2006. 94p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SIKKA, S.C. Role of oxidative stress and antioxidants in andrology and assisted reproductive technology. **Journal of Andrology**, v.25, n.1, p.5-18, 2004.

SILVA, G.A. et al. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.154-161, 2006.

SILVA, R.G.; GONDIM, A.G. Comparação entre as raças Sindi e Jersey e seus mestiços, relativamente a tolerância ao calor na região Amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.6, p.37-44, 1971.

SILVA, R.M.N. et al. Efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça Sindi no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.193-199, 2005.

SILVA, R.M.N. et al. Efeitos antioxidantes da vitamina E e selênio administrados por via parenteral em ruminantes. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n.12, p.37-47, 2008.

SILVA, R.R. et al. Efeito de flavonóides no metabolismo do ácido araquidônico. **Medicina**, v.35, p.127-133, 2002.

SIMON, E. et al. Plasma and erythrocyte vitamin E content in asymptomatic hypercholesterolemic subjects. **Clinical Chemistry**, v.43, p.285-289, 1997.

SMITH, K.L.; HOGAN, J.S.; WISS, W.P. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. **Journal of Animal Science**, v.75, n. 6, p.1659-1665, 1997.

SOUZA, B.B. et al. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no Semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.314-320, 2008.

STOREY, K.B. Oxidative stress: animal adaptations in nature. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.29, n.12, p.1715-1733, 1996.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **O Semi-árido Nordestino**. 2008. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/>>. Acesso em: 11 de maio de 2009.

THOMAS, M.J. The role of free radicals and antioxidants. **Nutrition**, v.16, n.7/8, p.716-717, 2000.

THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. 582p.

TIZARD, I.R. **Veterinary Immunology: an introduction**. 6 ed. London: Saunders Company, 2000. 482p.

UNANIAN, M.M. Blood parameters of young goats in semi-arid region of the Northeast of Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.3, p.293-301, 1986.

UPADHYAY, R.C.; SUD, S.C. Electrocardiogram of the goat. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.15, p.359-362, 1977.

WEISS, W.P. et al. Effect of supplementing periparturient cows with vitamin E on distribution of α -tocopherol in blood. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.12, p.3479-3485, 1992.

4 ARTIGOS CIENTÍFICOS

4.1 CAPÍTULO I

PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE CAPRINOS JOVENS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO TRATADOS COM VITAMINA E, POR VIA INTRAMUSCULAR

Manuscrito submetido à Revista Arquivo Brasileiro
de Medicina Veterinária e Zootecnia – Editora
Vet/UFMG - ID 3585/2009 (ON LINE - em anexo).

**Parâmetros hematológicos de caprinos jovens do semiárido paraibano tratados com
vitamina E, por via intramuscular**
**Hematological parameters of young goats, at semiarid of Paraiba, treated with vitamin
E by intramuscular route**

Rosângela Maria Nunes da Silva¹; Joaquim Evêncio Neto²; Almir Pereira de Souza³; Rodrigo de Souza Mendes⁴; Gislyana Medeiros Azevedo⁵; Júlia Marry Nogueira⁵; Solange Absalão Azevedo³

¹Doutoranda em Ciência Veterinária - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Recife - PE

²Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal (UFRPE) - Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP: 52171-900 - Recife-PE – Fone/fax: (81)3320-6404 E-mail: evencio@dmfa.ufrpe.br. (Autor para correspondência - UFRPE).

³Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus de Patos – PB

⁴Acadêmico do Curso de Medicina Veterinária da UFCG – Campus de Patos - PB

⁵Médica Veterinária – UFCG – Patos - PB

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da vitamina E administrada por via intramuscular (IM) em caprinos jovens, no período pós desmame até o início da fase reprodutiva, nas épocas seca (ES) e chuvosa (EC), do semiárido paraibano. Para tanto, foram utilizados, para cada época, 12 caprinos, sem raça definida (SRD), com idade de 60 ± 12 dias e peso de $12 \pm 2,5$ kg, distribuídos em dois grupos (n=6), denominados Grupo Controle (GC) e Grupo Tratamento (GT). No GC não foi administrado nenhum tipo de tratamento, enquanto no GT, administrou-se vitamina E (20 mg/kg IM), a cada sete dias, durante 112 dias. Durante este período foram determinados o número de Hemácias (He), a concentração de Hemoglobina (Hb), o Volume Globular (VG), o Volume Corpuscular Médio (VCM), a Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM) e a contagem de Leucócitos, com intervalos de 14 dias. Os dados obtidos foram comparados pelo teste *t* de Student ($p < 0,05$) e pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($p < 0,05$). Observou-se que a administração IM de vitamina E aumentou os valores eritrocitários circulantes na ES, mas não influenciou na

EC, podendo, neste período, não ser a melhor via e/ou frequência de suplementação da mesma para caprinos jovens.

Palavras-chave: Caprinos jovens, hemograma, parenteral, vitamina E

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the influence of the vitamin E administered by intramuscular injection (IM), in goats, since the post-weaning until the beginning of reproductive age, at the dry period (DP), and at the rainy period (RP), in semiarid of Paraíba. It was used, for each period, 12 crossbred goats, at age of 60 ± 12 days and mean weight of 12 ± 2.5 kg, distributed into two groups ($n=6$), called Control Group (CG) and Treatment Group (TG). Animals of CG did not receive any kind of treatment, while in the TG it was administered vitamin E (20mg/kg IM), during 112 days. In this period it was evaluated the red Blood Cells number (RBC), the Hemoglobin Concentration (HC), the Packed Cell Volume (PCV), the Mean Corpuscular Volume (MCV), the Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) and the count of Leucocytes, at intervals of 14 days. Data were compared by the *t*- test ($p<0.05$) and the Mann-Whitney test ($p<0.05$). It was concluded that the vitamin E intramuscular administration increased values of the red blood cells in circulation, at DP, but did not influenced at RP, so in this period, it may not be the best supplementation way and/or its frequency for kid goats.

Key words: Kid goats, red blood cells count, parenteral, vitamin E

INTRODUÇÃO

Vários estudos experimentais relatam o uso de antioxidantes na alimentação de ruminantes, e as pesquisas, por sua vez, ressaltam que, a suplementação parenteral e maior concentração sérica da vitamina E, nas diversas espécies de animais, resultaram em alta produção de anticorpos, elevada capacidade de fagocitose a agentes patógenos, maior resistência a doenças e diminuição de mortalidade, reduzindo as perdas financeiras por parte dos produtores rurais.

A vitamina E ou alfa-tocoferol, presente nos pastos verdes e óleos de sementes é um antioxidante por excelência, e de acordo com a literatura, modula vários processos

fisiológicos. Esta, não somente previne a formação de radicais livres, preservando a integridade estrutural das células, como também, é importante elemento que participa do sistema imunológico, aumentando a sobrevivência de ruminantes jovens, que crescem rapidamente, em condições estressantes, confinados ou mantidos em pastagens cujos solos são deficientes desses nutrientes, ou ainda, recebendo rações com excesso de ácidos graxos poliinsaturados (SIMON et al., 1997; FETTMAN, 2003). Fatores como a época do ano, a forma química e condições de estocagem dos alimentos interferem na quantidade da vitamina E, podendo resultar na deficiência plasmática e tecidual desse composto, especialmente naqueles ruminantes jovens de crescimento rápido, que não recebendo suplementação poderão vir a óbito nos primeiros dias de vida (NRC, 1981; LUCCHI, 1997).

No tocante a via de administração para suplementação da vitamina E, em ovinos, Hidiroglou e Karpinski (1987) observaram que, o uso de cápsula gelatinosa, via oral, apresentou um decréscimo no plasma quando comparado às vias intramuscular (IM) ou intravenosa (IV); com a administração oral apresentando um grande espaço de tempo para aparecer no soro. Weiss et al. (1992) ao realizaram um estudo em vacas relataram que a injeção IM com 3000UI de vitamina E, 10 e cinco dias antes do parto, resultou em concentrações significativamente maiores no plasma, nos eritrócitos e nos neutrófilos, em comparação com os 60 dias de suplementação dietética com 1000UI/dia.

Sabendo-se da importância da vitamina E em proteger as membranas celulares e melhorar o sistema imune, e observando-se que, através das células sanguíneas pode-se analisar as condições fisiológicas do animal em crescimento, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos do acetato de DL-alfa-tocoferol, administrado por via IM, sobre os parâmetros hematológicos de caprinos jovens, sem raça definida, criados no semiárido paraibano do Nordeste brasileiro, após o período de desmame até o início da sua fase reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi examinado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFCG, segundo parecer de número 96/2008.

O experimento foi realizado nas dependências do Hospital Veterinário (HV), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos – PB, localizada na região semiárida do Nordeste brasileiro.

Para execução da pesquisa foram consideradas duas épocas do ano, a qual iniciou-se no mês de agosto com término em dezembro, considerada época de estiagem, seca (ES), com temperaturas médias máxima e mínima de $35,6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7$ e $24,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$, respectivamente. A segunda parte do experimento foi realizada entre os meses de abril a julho, a época chuvosa (EC), com temperatura média máxima de $31,89\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,9$ e mínima de $23,6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,67$.

Foram utilizados 24 caprinos, machos, 12 em cada período experimental, Sem Raça Definida (SRD), com idade de 60 ± 12 dias, e peso médio de $12 \pm 2,5$ Kg, considerados clinicamente saudáveis, após realização de exame físico geral. Os animais foram adquiridos imediatamente após o desmame e alojados em baia coletiva, com área coberta, provida de comedouros e bebedouros.

Os animais permaneceram sob regime intensivo de manejo, sendo fornecido ração balanceada, segundo as exigências dispostas no Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993). Foi utilizado, como volumoso, feno de capim Tifton (*Cynodon* spp). O concentrado continha em sua composição milho em grão (83,55%), farelo de trigo (7,89%), farelo de soja (5,56) e mistura mineral (2,97%), sendo oferecido numa proporção equivalente a 1,5% do peso corporal, corrigido semanalmente, de acordo com o ganho de peso. Durante todo o período de confinamento a água foi oferecida à vontade.

Para cada época do projeto (ES e EC) os 12 animais foram distribuídos, seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em dois grupos de igual número ($n=6$), previamente denominados Grupo Controle (GC) e Grupo Tratamento (GT).

Aos animais do GC não foi administrado nenhum tipo de tratamento. No GT, foi administrado, por via intramuscular (IM), vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol)¹, na dose de 20 mg/kg de peso vivo, a cada sete dias, durante 112 dias.

Anterior ao início da administração da vitamina E (M0) e com intervalos de 14 dias, durante 112 dias (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 e M8, respectivamente), foram coletados 5 mL de sangue, para realização da hematimetria e leucometria, mediante punção da veia jugular externa. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em tubos a vácuo contendo anticoagulante etilenodiaminotetracetato, sal dissódico (EDTA)² a 10%, identificadas, homogeneizadas e encaminhadas ao Laboratório de Patologia Clínica do HV – CSTR – UFCG, Campus de Patos – PB.

As variáveis avaliadas no hemograma consistiram na contagem global de Hemácias (He), a qual foi realizada em câmara de Neubauer modificada, utilizando-se o diluente de

¹ Monovin E® - Bravet

² Labor Vacuum®, Labor Import Imp. Exp. Ltda.

Gower; na determinação do teor de Hemoglobina (Hb), realizada através do método da cianometahemoglobina, conforme técnica preconizada por Jain (1986), sendo a leitura obtida através de analisador bioquímico semi-automático³, com auxílio de reagente comercial⁴ específico para dosagem de Hb; na realização do Volume Globular (VG), obtido utilizando-se tubos capilares, e determinado pelo método do microhematócrito, conforme descrito por Coles (1984); nos cálculos dos índices hematimétricos – Volume Corpuscular Médio (VCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM) – feitos a partir da contagem do número de He, do VG e do teor de Hb, segundo Thrall (2007); na contagem global de Leucócitos, também realizada em câmara de Neubauer modificada, com o uso do diluente de Turk, e na contagem diferencial de Leucócitos, onde foram confeccionados esfregaços sanguíneos, corados com corante Panótico⁵, identificando-se as células em microscópio com objetiva de imersão a óleo (100x), conforme descrito por Birgel et al. (1982). Os leucócitos foram classificados de acordo com suas características morfológicas e tintoriais, e o resultado, obtido em percentual, de cada tipo celular, foi transformado em valor absoluto, levando-se em consideração a contagem global dos leucócitos.

Para a comparação dos dois grupos em cada momento experimental, inicialmente foi realizado o teste de normalidade de Anderson-Darling. Para dados com distribuição normal, os grupos foram comparados pelo teste *t* de Student, enquanto que, no caso de distribuição não normal, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (ZAR, 1999). O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$), e as análises foram feitas com os programas estatísticos MINITAB versão 14.0 e SPSS *for Windows* versão 13.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do número de He, do GT da ES (Tabela1), apesar de ter-se mantido dentro dos valores fisiológicos para a espécie caprina (BIRGEL et al., 1982; FERREIRA NETO et al., 1986; UNANIAN, 1986; JAIN, 1993; BORJESSON et al., 2000), a significância estatística foi demonstrada aos 42 dias (M3), após a aplicação de vitamina E, com médias superiores ao do GC. Nesta época as temperaturas média máxima e mínima foram de 35,2 °C e 23,9 °C, respectivamente. Tais variações climáticas poderiam comprometer a estabilidade

³ BIOPLUS 2000 – Produtos para Laboratório LTDA. São Paulo - SP

⁴ LABTEST DIAGNOSTICA S.A. – Lagoa Santa - MG

⁵ Instant Prov, NewProv - Produtos para Laboratório LTDA. Pinhadas - PR

Tabela 1 – Valores médios e desvios-padrão ($\bar{x}\pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) do número de Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$), concentração de Hemoglobina (g/dL), Volume Globular (%), Volume Corpuscular Médio (fl), Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (%), do número total de Leucócitos (mm^3), Neutrófilos Segmentados (mm^3), Eosinófilos (mm^3), Linfócitos (mm^3) e Monócitos (mm^3), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	GC	16,60 \pm 2,07	15,45 \pm 1,05	15,01 \pm 0,83	13,99 \pm 1,12	15,68 \pm 1,15	15,76 \pm 1,57	15,29 \pm 0,95	15,96 \pm 2,50	15,00 \pm 1,23
	GT	18,01 \pm 2,38	16,36 \pm 0,91	15,68 \pm 1,06	15,50 \pm 1,18	18,00 \pm 2,35	16,77 \pm 2,05	15,95 \pm 0,94	16,76 \pm 2,16	15,29 \pm 1,60
	P	0,299	0,142	0,259	0,046*	0,054	0,363	0,251	0,564	0,726
Hemoglobina (g/dL)	GC	9,17 \pm 0,48	12,48 \pm 0,65	8,68 \pm 0,20	8,58 \pm 0,35	9,82 \pm 0,84	9,40 \pm 0,78	10,07 \pm 0,43	9,47 \pm 0,58	9,02 \pm 0,72
	GT	9,97 \pm 1,58	14,00 \pm 1,67	9,53 \pm 1,32	9,38 \pm 1,35	10,80 \pm 1,38	9,98 \pm 1,48	10,83 \pm 1,27	10,55 \pm 0,80	9,52 \pm 1,14
	P	0,263	0,065	0,176	0,212	0,167	0,413	0,209	0,023*	0,386
Volume globular (%)	GC	25,67 \pm 1,51	24,33 \pm 1,37	23,33 \pm 1,21	23,67 \pm 1,37	35,67 \pm 3,01	27,00 \pm 2,19	29,00 \pm 2,00	28,17 \pm 1,72	29,50 \pm 2,17
	GT	27,33 \pm 2,80	25,83 \pm 2,04	25,67 \pm 3,01	25,33 \pm 2,94	41,00 \pm 5,51	29,00 \pm 3,29	31,33 \pm 3,56	30,50 \pm 2,26	31,50 \pm 3,33
	P	0,284	0,162	0,109	0,237	0,042*	0,243	0,195	0,072	0,225
VCM (fl)	GC	15,64 \pm 1,92	15,77 \pm 0,65	15,56 \pm 0,77	17,01 \pm 1,81	22,78 \pm 1,53	17,20 \pm 1,50	19,06 \pm 2,20	17,93 \pm 2,30	19,75 \pm 1,70
	GT	15,35 \pm 2,20	15,81 \pm 1,36	16,40 \pm 1,84	16,32 \pm 0,91	22,97 \pm 3,30	17,36 \pm 1,30	19,65 \pm 1,99	18,43 \pm 2,64	20,86 \pm 3,54
	P	0,813	0,939	0,341	0,418	0,898	0,849	0,638	0,732	0,504
CHCM (%)	GC	35,73 \pm 0,94	51,32 \pm 1,25	37,27 \pm 1,46	36,39 \pm 2,88	27,54 \pm 0,94	34,82 \pm 0,91	34,78 \pm 1,34	33,64 \pm 1,72	30,57 \pm 1,07
	GT	36,33 \pm 2,35	54,14 \pm 4,35	37,08 \pm 1,27	36,96 \pm 1,30	26,40 \pm 1,65	34,35 \pm 2,02	34,60 \pm 1,89	34,61 \pm 1,05	30,18 \pm 0,66
	P	0,576	0,158	0,810	0,670	0,175	0,621	0,858	0,269	0,467
Leucócitos (mm^3)	GC	16183 \pm 4746	14017 \pm 4126	14158 \pm 4015	11625 \pm 3200	10883 \pm 2409	12417 \pm 3716	9773 \pm 1431	10608 \pm 2473	9742 \pm 2051
	GT	14717 \pm 4347	14617 \pm 1921	12917 \pm 1354	9675 \pm 1693	9333 \pm 1664	12208 \pm 2754	10408 \pm 2771	11942 \pm 3350	11825 \pm 2161
	P	0,589	0,753	0,489	0,225	0,224	0,914	0,629	0,451	0,118
Neutrófilos segmentados (mm^3)	GC	5801 \pm 3139	5821 \pm 2184	6238 \pm 2751	5620 \pm 1940	5506 \pm 1924	5588 \pm 2173	4289 \pm 1091	4796 \pm 796	3917 \pm 1743
	GT	5777 \pm 2810	6445 \pm 1362	6075 \pm 1926	4153 \pm 1062	3969 \pm 802	5008 \pm 1034	4074 \pm 2294	5493 \pm 1455	5380 \pm 1457
	P	0,989	0,566	0,908	0,135	0,116	0,568	0,840	0,327	0,200
Eosinófilos (mm^3)	GC	34,9 \pm 85,5	0,00 \pm 0,00	22,6 \pm 55,3	85,0 \pm 95,6	118,2 \pm 133,4	205,5 \pm 153,6	65,9 \pm 78,9	84,7 \pm 94,8	65,1 \pm 87,9
	GT	114,5 \pm 96,0	123,4 \pm 125,6	58,6 \pm 98,4	95,5 \pm 80,3	74,7 \pm 137,0	234,5 \pm 145,2	135,8 \pm 119,2	116,3 \pm 116,6	59,6 \pm 99,7
	P	0,153	0,061	0,528	0,841	0,305	0,631	0,259	0,617	0,858
Linfócitos (mm^3)	GC	10138 \pm 3220	7919 \pm 2006	7798 \pm 1484	5920 \pm 1406	5259 \pm 1112	6575 \pm 1975	5405 \pm 640	5728 \pm 2020	5759 \pm 735
	GT	8674 \pm 2392	7917 \pm 1304	6701 \pm 1305	5410 \pm 1553	5261 \pm 1206	6939 \pm 2299	6182 \pm 933	6332 \pm 2271	6365 \pm 1566
	P	0,392	0,998	0,204	0,564	0,998	0,775	0,078	0,637	0,411
Monócitos (mm^3)	GC	208,8 \pm 165,3	277,0 \pm 307	99,7 \pm 117,1	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	48,3 \pm 75,9	13,3 \pm 32,7	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
	GT	151,6 \pm 104,1	131,3 \pm 198,9	82,6 \pm 64,9	16,3 \pm 39,8	28,3 \pm 69,4	27,7 \pm 67,8	17,3 \pm 42,3	0,0 \pm 0,0	21,1 \pm 51,6
	P	0,575	0,319	0,740	0,317	0,317	0,674	0,902	1,000	0,317

* $P\leq 0,05$ = diferença significativa entre os grupos.

da eritropoiese e manutenção do número circulante de He. Então, nos animais suplementados constatou-se eritrocitose transitória decorrente do aumento da concentração plasmática de eritropoietina, secundária à hipoxia, nos dias em que as temperaturas ambientais se elevaram no semiárido paraibano (THRALL, 2007). A integridade das membranas eritrocitárias poderia também ter sido atribuída ao efeito protetor da vitamina E, conforme descrito por Halliwell e Gutteridge (1999).

Na análise dos resultados de Hb, houve diferença nas médias entre os grupos no M7, que foi maior naqueles animais submetidos à administração de acetato de DL-alfa-tocoferol (Tabela 1). Mesmo evidenciando diferença estatística nos resultados de Hb aos 98 dias, estas estão de acordo com os padrões fisiológicos da espécie (BIONDINI e FERREIRA NETO, 1982; BARIONI, 2003; SILVA et al., 2006). Nos exames laboratoriais não foi evidenciado hemoglobinemia em nenhuma das análises, mas conforme se tem estudado, irradiação solar, elevadas temperaturas e aumento do metabolismo corporal, podem determinar aumento na produção de espécies reativas ao oxigênio, em decorrência da peroxidação dos lipídios segundo Horton e Jenkins (1978), Brady et al. (1982), Simon et al. (1997), Ochsendorf (1999), Andrade Júnior (2005) e Silva et al. (2008a). Portanto, a ausência de anormalidades nas membranas celulares por estes agentes oxidantes, possivelmente tenham sido auxiliadas pela vitamina E, que impedindo o estresse oxidativo, evitou hemólise das hemácias, na ES do experimento.

Os valores do VG encontrados nos caprinos do GT são semelhantes aos relatados por Borjesson et al (2000) e Pérez et al. (2003), e superior aos descritos por Borah et al. (1983) e Rastogi e Singh (1990). Analisando o parâmetro VG aos 56 dias (M4), foi possível verificar que os animais tratados apresentaram as médias mais altas, se comparadas aos outros grupos e momentos desta fase da pesquisa (Tabela1). Além dos animais serem jovens, com atividade eritropoética dos ossos maior, de metabolismo mais acelerado e sob condições climáticas estressantes, a hemoconcentração observada nos caprinos, tratados com vitamina E, poderia também ser decorrente do fator excitação, já que os mesmos eram submetidos semanalmente à contenção e aplicação de vitamina E causando liberação de catecolaminas e contração esplênica, com mais células sendo mobilizadas do baço para o sistema circulatório, determinando valores mais elevados no eritrograma (BORJESSON et al., 2000; CUNNINGHAN e KLEIN, 2008).

Nas demais médias e momentos, das variáveis He, Hb e VG (Tabela1), a ausência de diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$), demonstrou que os animais não sofreram estresse severo na ES, o que poderia ser explicado pelo fato dos animais estarem confinados e

protegidos da radiação solar pelo sombreamento de árvores e da cobertura da baía, sugerindo, pois, serem animais que se adaptaram as condições climáticas do semiárido, permitindo concordar com Marques Júnior et al. (1983a), Silva et al. (2006) e Silva et al. (2008b).

Para as variáveis VCM e CHCM, não foram constatadas diferenças significativas nas médias ($p > 0,05$), em nenhum dos momentos (Tabela1), e os resultados destes parâmetros, nos grupos estudados na ES, apresentaram-se dentro dos limites normais de referência para caprinos (BIRGEL, et al., 1982; SILVA et al., 2006; THRALL, 2007; SOUZA et al., 2008).

Comparando-se as médias dos GC e GT, ao longo dos momentos, na ES, observou-se que o número total de leucócitos (Tabela1) encontra-se dentro das amplitudes de variação para a espécie caprina (FERREIRA NETO et al., 1982; UNANIAN, 1986; JAIN, 1993; MELO, 2001; SILVA et al., 2008b). Embora não tenha sido detectada diferença significativa ($p > 0,05$) para essa variável, as médias no primeiro dia experimental (M0), que antecedeu a administração de vitamina E, e aos 14 dias (M1) foram superiores aos demais resultados do experimento. Tal achado pode estar relacionado ao fato dos animais mais jovens apresentarem maiores contagens leucocitárias em relação aos adultos devido maior susceptibilidade a situações de excitação (FELDMAN et al, 2000; BORJESSON et al., 2000), o que pode ter ocorrido nesta época, onde a temperatura ambiental se elevou, consideravelmente, no semiárido paraibano.

Não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$) quanto aos valores absolutos de neutrófilos segmentados, eosinófilos, linfócitos e monócitos, em nenhuma das médias dos grupos avaliados, ao longo dos momentos do experimento (Tabela1), concordando com resultados reportados na literatura por Marques Júnior et al (1983b), Borjesson et al. (2000), Barioni, (2003) e Thrall (2007). Neste trabalho, a ausência de diferença significativa, quanto a contagem absoluta de neutrófilos, entre os grupos, corrobora com os resultados reportados por Barioni (2003), onde no grupo suplementado, apesar de registrar o maior número de neutrófilos ao nascimento, aos sete, 15 e 60 dias de idade, tal resultado não foi atribuído à ação da vitamina E, mas, sim, decorrente de variações individuais dos caprinos.

O GC apresentou maior média de linfócitos nos M0, aos 14 (M1), 28 (M2) e 42 dias (M3), se comparadas ao GT. Birgel et al. (1982) atribuíram o maior número de linfócitos em animais jovens, independente da espécie, ao fato do sistema linfóide ser mais significativo do que o mielóide. Mesmo não se verificando diferença estatística, entre grupos, o GT apresentou médias superiores para esse parâmetro na ES. As temperaturas médias máxima de $35,6 \pm 1,7$ e mínima de $24,8 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,5$, poeira e ventos quentes, associado à imobilização dos animais e aplicação semanal de acetato de DL-alfa-tocoferol, poderiam comprometer, mais

acentuadamente, a imunidade celular do referido grupo, pela possibilidade de maior produção de radicais livres. O efeito protetor de vitamina E pode estar envolvido com sua capacidade em reduzir os níveis séricos de glicocorticóides, produzidos em resposta ao estresse (HATFIELD et al. 2000), o qual tem ação imunossupressora, ao diminuir a replicação de linfócitos (AIRES, 2008). Uma vez que, a vitamina E promove aumento da fagocitose celular e modula os mecanismos de defesa linfocitários, através da maior produção de linfócitos B e T (LUCCI, 1997), é possível que a vitamina E tenha propiciado uma melhor ação sobre o sistema imune celular e humoral dos animais durante o restante do experimento.

Na EC, para as variáveis He, Hb, VG e VCM, ao longo dos momentos, não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$), nas médias entre os GC e GT (Tabela 2). Nesta época, as médias do eritrograma, ao longo dos momentos, se comparadas ao início das coletas, apresentaram reduções de valores nos dois grupos. Jain (1993) relatou que o número de He, concentração de Hb e VG apresentam valores mais altos no verão e outono do que no inverno e primavera. Neste trabalho, registrou-se no mês de abril, temperaturas médias máxima de 33,05 °C e mínima de 25,5 °C, e em julho, temperaturas média máxima de 29,9 °C e mínima de 23,0 °C. Os animais avaliados, nesta fase, se aglomeravam na área coberta da baía, porém, os efeitos dos ventos e frio úmidos à noite, os deixaram suscetíveis a afecções respiratórias, e conseqüente infestações por nematódeos e coccídeos. Variações no eritrograma podem estar primariamente relacionadas a infecções parasitárias e estado nutricional dos animais (JAIN, 1993).

Evidenciou-se diferença estatística das médias, para o CHCM, entre os GC e GT, aos 28 dias (M2), observando-se valor mais elevado nos animais que receberam a vitamina E (Tabela 2). Os resultados observados nestes grupos estão de acordo com os valores fisiológicos da espécie, e são semelhantes aos relatados por Marques Júnior et al. (1983a) e Silva et al. (2008b). Os demais valores entre os grupos e momentos corroboram com Paes et al. (2000), Magnífico e Rosa (1982) e Silva et al. (2008b).

Na EC, as médias obtidas dos GC e GT, ao longo dos momentos, para o número total de leucócitos, e valores absolutos de eosinófilos e linfócitos (Tabela 2), não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$), estando de acordo com os valores fisiológicos reportados por Feldman (2000), Thrall (2007) e Silva et al. (2008b).

Analisando as médias absolutas dos neutrófilos segmentados, entre os GC e GT, ao longo dos momentos (Tabela 2), constatou-se diferença estatística significativa aos 56 dias

Tabela 2 – Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) do número de Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$), concentração de Hemoglobina (g/dL), Volume Globular (%), Volume Corpuscular Médio (fl), Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (%), do número total de Leucócitos (mm^3), Neutrófilos Segmentados (mm^3), Eosinófilos (mm^3), Linfócitos (mm^3) e Monócitos (mm^3), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	GC	22,68 \pm 1,88	18,38 \pm 2,22	17,66 \pm 1,60	18,65 \pm 1,63	14,96 \pm 2,00	15,68 \pm 2,55	13,94 \pm 3,84	15,30 \pm 4,86	13,84 \pm 4,55
	GT	20,59 \pm 2,19	21,61 \pm 3,15	19,28 \pm 3,90	16,60 \pm 1,50	15,94 \pm 2,73	14,05 \pm 3,48	13,83 \pm 2,34	15,33 \pm 3,75	14,15 \pm 2,80
	P	0,107	0,067	0,377	0,065	0,498	0,237	0,954	0,991	0,893
Hemoglobina (g/dL)	GC	13,95 \pm 0,52	12,33 \pm 0,82	10,67 \pm 1,03	9,67 \pm 0,82	9,00 \pm 0,63	7,67 \pm 1,51	7,17 \pm 1,72	6,83 \pm 1,33	7,83 \pm 1,94
	GT	13,82 \pm 1,84	13,00 \pm 1,90	11,33 \pm 1,75	9,10 \pm 1,12	9,17 \pm 1,17	7,83 \pm 1,60	7,67 \pm 1,03	7,33 \pm 1,37	8,17 \pm 1,47
	P	0,870	0,448	0,441	0,341	0,765	0,856	0,556	0,535	0,745
Volume Globular (%)	GC	41,83 \pm 1,47	37,83 \pm 2,64	33,50 \pm 2,81	32,33 \pm 2,66	27,00 \pm 2,00	24,00 \pm 3,22	22,00 \pm 5,10	22,17 \pm 5,98	23,17 \pm 6,43
	GT	41,50 \pm 5,50	39,50 \pm 5,82	33,67 \pm 5,68	30,33 \pm 3,83	27,83 \pm 4,40	23,33 \pm 5,28	21,83 \pm 3,06	22,67 \pm 3,98	22,67 \pm 3,78
	P	0,891	0,537	0,950	0,318	0,682	0,797	0,947	0,868	0,873
VCM (fl)	GC	18,52 \pm 1,28	20,83 \pm 2,73	19,00 \pm 1,05	17,36 \pm 0,94	18,19 \pm 1,53	15,43 \pm 1,48	16,01 \pm 2,02	14,89 \pm 3,27	17,09 \pm 3,01
	GT	20,17 \pm 1,92	18,32 \pm 1,50	17,66 \pm 2,29	18,29 \pm 1,87	17,60 \pm 1,82	16,73 \pm 0,95	15,90 \pm 1,45	15,05 \pm 1,95	16,13 \pm 1,01
	P	0,112	0,077	0,233	0,303	0,554	0,099	0,918	0,919	0,485
CHCM (%)	GC	33,34 \pm 0,35	32,61 \pm 0,63	31,83 \pm 1,41	29,91 \pm 1,13	33,34 \pm 0,78	31,77 \pm 3,65	32,57 \pm 1,76	31,28 \pm 2,57	34,05 \pm 1,24
	GT	33,29 \pm 0,05	32,92 \pm 0,44	33,75 \pm 1,16	30,06 \pm 2,37	33,07 \pm 1,40	33,77 \pm 1,62	35,25 \pm 3,42	32,32 \pm 1,32	36,03 \pm 2,19
	P	0,700	0,336	0,027*	0,890	0,682	0,248	0,120	0,397	0,083
Leucócitos (mm^3)	GC	18858 \pm 2904	16183 \pm 3117	21658 \pm 8146	15192 \pm 3899	16508 \pm 4134	15175 \pm 5495	15300 \pm 7653	13742 \pm 6234	14225 \pm 4772
	GT	15717 \pm 3995	17050 \pm 2522	22275 \pm 8759	15200 \pm 4389	13225 \pm 3644	14033 \pm 4864	14567 \pm 5750	11233 \pm 3457	11508 \pm 2931
	P	0,150	0,608	0,902	0,997	0,175	0,711	0,855	0,409	0,262
Neutrófilos segmentados (mm^3)	GC	7325 \pm 2601	5520 \pm 2146	9787 \pm 4826	5372 \pm 3444	7731 \pm 1821	6045 \pm 2486	7829 \pm 5116	4815 \pm 1750	6187 \pm 3212
	GT	6893 \pm 2791	6137 \pm 2112	11598 \pm 7132	6059 \pm 2507	4717 \pm 771	7248 \pm 5356	6896 \pm 3606	4481 \pm 2033	5506 \pm 2263
	P	0,787	0,626	0,618	0,701	0,004*	0,629	0,723	0,767	0,680
Eosinófilos (mm^3)	GC	257,0 \pm 471,0	118,4 \pm 143,2	0,0 \pm 0,0	78,7 \pm 91,4	165,6 \pm 226,3	151,0 \pm 287,0	42,2 \pm 65,5	109,3 \pm 112,8	97,5 \pm 156,6
	GT	141,1 \pm 160,8	105,4 \pm 197,5	96,5 \pm 236,4	63,7 \pm 115,5	116,0 \pm 147,0	64,8 \pm 72,0	0,0 \pm 0,0	70,5 \pm 172,7	19,3 \pm 47,2
	P	0,868	0,592	0,317	0,592	0,740	1,000	0,140	0,211	0,400
Linfócitos (mm^3)	GC	11276 \pm 2239	10423 \pm 2183	11528 \pm 5008	9571 \pm 1235	8499 \pm 3867	8838 \pm 4751	7304 \pm 3527	8612 \pm 5172	7851 \pm 3810
	GT	8654 \pm 1833	10697 \pm 3320	10193 \pm 2529	9078 \pm 3281	8344 \pm 3608	6652 \pm 1658	7632 \pm 2307	6615 \pm 2678	5983 \pm 2080
	P	0,051	0,869	0,571	0,738	0,944	0,312	0,853	0,421	0,317
Monócitos (mm^3)	GC	0,0 \pm 0,0	121,7 \pm 145,8	343,4 \pm 194,3	170,0 \pm 166,5	112,8 \pm 140,6	140,8 \pm 166,0	124,6 \pm 154,1	205,9 \pm 146,7	89,8 \pm 102,8
	GT	28,6 \pm 70,0	78,9 \pm 135,2	388,0 \pm 360,0	0,0 \pm 0,0	48,2 \pm 76,8	69,0 \pm 112,8	38,8 \pm 94,9	66,8 \pm 59,2	0,0 \pm 0,0
	P	0,313	0,610	0,796	0,022*	0,347	0,402	0,272	0,057	0,085

* $P \leq 0,05$ = diferença significativa entre os grupos.

(M4) da pesquisa. O GC apresentou valor superior ao do GT, mas que se assemelha aos dados citados por Borjesson et al. (2000) e são superiores aos descritos por Barioni (2003). Os animais avaliados na estação chuvosa passaram por estresse excessivo e prolongado, resultantes do declínio da temperatura ambiente, afecções respiratórias e ação de endoparasitos. Infecções bacterianas secundárias, decorrentes de enfermidades virais, resultam em leucocitose por neutrofilia (BIRGEL et al., 1982; THRALL, 2007), o que poderia explicar as maiores médias obtidas no M4, para os animais do GC.

Aos 56 dias (M4), a média dos neutrófilos, do GT, foi uma das mais baixas, em relação aos valores dos outros animais tratados, bem como do GC, em todo o experimento. Estes animais também foram submetidos aos mesmos fatores desencadeadores de espécies reativas ao oxigênio, somando-se aqui, as contenções e aplicações semanais de acetato de DL-alfa-tocoferol. Na literatura compulsada, a maior parte dos autores relata que, a vitamina E melhora a função dos neutrófilos, por sua ação antioxidante, suprimindo a ação dos radicais e protegendo as membranas celulares (SMITH et al., 1997). Apesar do número reduzido de neutrófilos, não foi caracterizada neutropenia nos caprinos.

Comparando-se as médias dos monócitos (Tabela 2), entre os GC e GT, aos 42 dias (M3), observou-se diferença estatística, apesar das mesmas ter-se mantido dentro dos padrões fisiológicos (FERREIRA NETO et al., 1982; BARIONI, 2003). Os valores médios obtidos pelos animais do GC não determinou monocitose, e poderia ser uma resposta a maior demanda por células mononucleares nos tecidos, em detrimento de processo inflamatório agudo e/ou crônico, uma vez que, nesta fase chuvosa, os animais apresentaram sinais de infecções respiratórias.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a administração IM de vitamina E aumentou os valores eritrocitários circulantes, na ES, mas na EC não exerceu influência, podendo, neste período, não ser a melhor via e/ou frequência de suplementação, para caprinos desmamados e em crescimento; a vitamina E contribui para um maior número de células sanguíneas circulantes, com resultados mais expressivos nos caprinos com idade menos avançada, sendo necessários mais trabalhos que correlacionem à dose aos efeitos do acetato de DL-alfa-tocoferol, sobre o hemograma de caprinos jovens, no semiárido nordestino.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por ceder as instalações e toda a equipe técnica do Laboratório de Patologia Clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Technical committee on responses to nutrients. **Nutrient Abstracts and Reviews**, v.61, n.9, p. 576-612, 1993.

AIRES, M.M. **Fisiologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 1232p.

ANDRADE JÚNIOR, D.R. et al. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.31, n.1, p.60-68, 2005.

BARIONI, G. **A influência da idade e da suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol) sobre o hemograma, proteinograma, imunoglobulina G, fragilidade osmótica e metabolismo oxidativo eritrocitário em caprinos da raça Saanen**. 2003. 156p. Tese (Doutorado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BIONDINI, J.; FERREIRA NETO, J.M. Eritrograma de caprinos confinados e em pastoreio semi-extensivo. **Arquivo da Escola de Veterinária**, UFMG, Belo Horizonte, v.34, n.1, p.7-16, 1982.

BIRGEL, E.H. et al. Patologia Clínica Veterinária. São Paulo: Sociedade Paulista de Medicina Veterinária, 1982. p.2-68.

BORAH, D.J. et al. Studies on some of the haematological and biochemical changes in goat infected with *Strongyloides papillosus*. **Indian Veterinary**, v.60, p.88-92, 1983.

BORJESSON, D.L.; CHRISTOPHER, M.M.; BOYCE, W.M. Biochemical and hematologic reference intervals for free-ranging desert bighorn sheep. **Journal of Wildlife Diseases**, v.36, n.2, p. 294-300, 2000.

BRADY, P.S.; SEHGAL, P.K.; HAYES, K.C. Erythrocyte characteristics in vitamin E - responsive anemia of the owl monkey (*Aotus trivigatus*). **American Journal of Veterinary Research**, v.43, p.1489-1491, 1982.

COLES, E.H. **Patologia Clínica Veterinária**. 3 ed. São Paulo : Manole, 1984. 566p.

CUNNINGHAN, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 710p.

FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. 1344p.

FERREIRA NETO, J.M.; BIONDINI, J.; CARVALHO, M.M. Leucograma de caprinos confinados e em pastoreio semi-extensivo. **Arquivo da Escola de Veterinária**, UFMG, Belo Horizonte, v.34, p.221-227, 1982.

FERREIRA NETO, J.M. et al. Hemograma de caprinos do nascimento até um ano de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.38, n.5, p.645-656, 1986.

FETTMAN, M.J. Vitaminas lipossolúveis. In: ADAMS, H.R. **Farmacologia e Terapêutica em Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 8 ed. 2003, p. 571-586.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free Radicals in Biology and Medicine**. 3 ed. Oxford University Press: New York, 1999. 936p.

HATFIELD, P.G. et al. Role of supplemental vitamin E in lamb survival and production: A review. **American Society of Animal Science**, v.50, p.285-288, 2000.

HIDIROGLOU, M.; KARPINSKI, K. Vitamin E kinetics in sheep. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.58, p.113-125, 1987.

HORTON, G.M.J.; JENKINS, W.L. Haematological and blood chemistry changes in ewes and lambs following supplementation with vitamin E and selenium. **British Journal of Nutrition**, v.40, p.193-203, 1978.

JAIN, N. C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 4 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986. 1221p.

JAIN, N.C. **Essentials of Veterinary Hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.

LUCCI, C.S. **Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. 169p.

MAGNÍFICO, P.F.; ROSA, S.D.M. Algunos valores hematológicos en animals clinicamente sanos esplotados en el estado Aragua: ovejas, cabras y equinos. **Veterinária Tropical**, v.7, p.59-75, 1982.

MARQUES JÚNIOR, A.P; LIMA, W.S.; SAMPAIO, I. B.M. Eritrograma de cabras adultas e jovens, naturalmente infectadas com helmintos gastrintestinais, mantidas em regime de confinamento e semi-confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, n.3, 343-352p, 1983a.

MARQUES JÚNIOR, A.P; LIMA, W.S.; SAMPAIO, I. B.M. Leucograma de cabras adultas e jovens, mantidas em confinamento e semi-confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, n.3, 333-341p, 1983b.

MELO, M.T. **Hemograma referencial de caprinos criados no Estado de Pernambuco – Procedimentos clínico-laboratoriais e avaliação da influência dos fatores etário e sexual**. 2001. 72p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy goats**. Washington: National Academy Press, 1981. 91p.

OCHSENDORF, F.R. Infections in the male genital tract and reactive oxygen species. **Human Reproduction Update**, v. 5, n.5, p. 399-420, 1999.

PAES, P.R.O. et al. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.6, n.1, p.43-49, 2000.

PÉREZ, J.M.M. et al. Hematologic and biochemical referente intervals for spanish ibex. **Journal of Diseases**, v.39, n.1, p.209-215, 2003.

RASTOGI, S.K.; SINGH, S.P. Normal hemogram and blood analytes of mountain Gaddi goats. **Indian Journal of Animal Science**, v.60, n.11, p.1338-1339, 1990.

SILVA, G.A. et al. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no Semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n.4, p.903-909, 2006.

SILVA, R.M.N. et al. Efeitos antioxidantes da vitamina E e selênio administrados por via parenteral em ruminantes. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n.12, p.37-47, 2008a.

SILVA, E.M.N. et al. Avaliação hematológica de caprinos exóticos e nativos no Semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.561-566, 2008b.

SIMON, E. et al. Plasma and erythrocyte vitamin E content in asymptomatic hypercholesterolemic subjects. **Clinical Chemistry**, v.43, n.2, p.285-289, 1997.

SMITH, K.L., HOGAN, J.S., WISS, W.P. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. **Journal of Animal Science**, v.75, n. 6, p.1659-1665, 1997.

SOUZA, B.B. et al. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.314-320, 2008.

THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. 582p.

UNANIAN, M.M. Blood parameters of young goats in semi-arid region of the Northeast of Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.3, p.293-301, 1986.

WEISS, W.P. et al. Effect of supplementing periparturient cows with vitamin E on distribution of α -tocopherol in blood. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.12, p.3479-3485, 1992.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River: New Jersey, 1999, 663p.

4.2 CAPÍTULO II

**BIOQUÍMICA SÉRICA DE CAPRINOS JOVENS SUPLEMENTADOS COM
ACETATO DE DL-ALFA-TOCOFEROL, POR VIA INTRAMUSCULAR, NO
SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Manuscrito submetido à Revista Pesquisa
Veterinária Brasileira – Seropédica - Rio de Janeiro
ISSN 0100-736X (ON LINE – ISSN 1678-5150).

Bioquímica sérica de caprinos jovens suplementados com acetato de dl-alfa-tocoferol, por via intramuscular, no semiárido paraibano⁶

Rosângela M. N. Silva⁷; Joaquim E. Neto^{2*}; Almir P. Souza⁸; Solange A. Azevedo³; Elaine S. Dantas³; Gislyana M. Azevedo³; Júlia Marry Nogueira³ e Rodrigo S. Mendes³

ABSTRACT. – Silva, R.M.N., Evêncio Neto, J., Souza, A.P., Azevedo, S.A., Dantas, E.S., Azevedo, G.M. and Mendes, R.S. [**Serum Biochemistry of young goats supplemented with DL-alfa-tocopherol acetate, by intramuscular way, at the semiarid of Paraíba**]. Bioquímica sérica de caprinos jovens suplementados com acetato de DL-alfa-tocoferol, por via intramuscular, na região semiárida. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP: 52171-900 - Recife-PE – Brasil. E-mail: evencio@dmfa.ufrpe.br.

This research aimed to evaluate the influence of Vitamin E administered by intramuscular injection (IM), on the blood biochemistry of young goats at the dry period (DP), and at the rainy period (RP), in semiarid region of Paraíba. For this were used, for each period, 12 crossbred males, at the age of 60 ± 12 days, and mean weight 12 ± 2.5 kg, which were distributed into two groups with the same number of animals ($n=6$), called Control Group (CG) and Treatment Group (TG). Animals of the CG had not received any kind of treatment, while the others of the TG received vitamin E (20mg/kg IW), once a week during 112 days. During this time and for each period, blood samples were collected fortnightly (M0, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 and M8), in order to determinate Total Protein, Albumin, Globulin, Albumin:Globulin ratio, Urea, Creatinine, Aspartate Aminotransferase (AST) and Gama Glutamyltransferase (GGT). The obtained data were compared by the *t*-test ($p<0.05$), and by the non-parametric Mann-Whitney test ($p<0.05$). At DP, for CG and TG there was no significant difference in the variables, such as Total Protein, Albumin, Globulin and Albumin:Globulin ratio. The values for Globulins were higher than for Albumins due the age increase. Urea, Creatinine, AST and GGT concentration remained within the reference values,

⁶ Recebido em

Aceito para publicação em

⁷ Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP: 52171-900 - Recife-PE – Brasil. *Autor para correspondência: evencio@dmfa.ufrpe.br.

⁸ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária, Av. Universitária, s/n. Bairro Sta. Cecília. Patos-PB. CEP: 58.708-110.

demonstrating that there were no hepatic or renal alterations. At RP, for CG and TG, the statistical significance was observed at 28 days (M2) for Creatinine. It was concluded that the intramuscular administration of vitamin E, in the proposed doses had no influence on biochemical constituents at DP, but was efficient to maintain the normal concentration of Globulins and Albumin:Globulin ratio at RP.

INDEX TERMS: Goat, biochemistry, parenteral, blood, vitamin E

RESUMO. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência da vitamina E administrada por via intramuscular (IM), sobre a bioquímica sanguínea de caprinos jovens nas épocas seca (ES) e chuvosa (EC), do semiárido paraibano. Para tanto, foram utilizados, para cada época, 12 caprinos, machos, sem raça definida, com idade de 60 ± 12 dias e peso de $12 \pm 2,5$ kg, distribuídos em dois grupos ($n=6$), denominados Grupo Controle (GC) e Grupo Tratamento (GT). Aos animais do GC não foi administrado nenhum tipo de tratamento, enquanto no GT, administrou-se vitamina E (20 mg/kg IM), a cada sete dias, durante 112 dias. Durante este período e para cada época, foram coletadas amostras de sangue, com intervalos de 14 dias (M0, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 e M8), para a determinação de Proteína Total, Albumina, Globulina, relação Albumina:Globulina, Uréia, Creatinina, Aspartato Aminotransferase (AST) e Gama Glutamyltransferase (GGT). Os dados obtidos foram comparados pelo teste *t* de Student ($p<0,05$) e pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($p<0,05$). Na ES, nos GC e GT, não houve diferença significativa ao longo dos momentos, para as variáveis Proteína Total, Albumina, Globulina e relação Albumina:Globulina. Os valores de Globulinas apresentaram-se superiores aos de Albuminas em função do aumento da idade. As concentrações de Uréia, Creatinina, bem como AST e GGT, também não diferiram estatisticamente, demonstrando não ter havido alterações hepática ou renal. Na EC, nos GC e GT, a significância estatística foi observada aos 98 dias (M7) para as variáveis Globulinas e relação Albumina:Globulina, e aos 28 dias (M2) para a Creatinina. Conclui-se que, a administração IM de vitamina E, na dose proposta, não exerceu influência sobre os constituintes bioquímicos na ES, mas foi eficiente para manter as concentrações normais de Globulinas e a relação Albumina:Globulina na EC.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Caprino, bioquímica, parenteral, sangue, vitamina E

INTRODUÇÃO

O termo vitamina E inclui um grupo de metabólitos com características lipídicas e desenvolve importante ação antioxidante ao prevenir a peroxidação de lipídios nas membranas mitocondriais (BERG et al., 2004) e celulares, mantendo a integridade estrutural das células e protegendo os tecidos orgânicos contra a agressão de peróxidos (NORDBERG e ARNÉR, 2001).

Na região semiárida os caprinos são submetidos a estresse de temperatura que, de acordo com Lopes et al. (1996) pode ser associado à perda de nitrogênio, aumento da atividade adrenal e catabolismo proteico, com decréscimo na proteína total e albumina e consequente elevação de uréia. Além do que, animais que estão em fase de transição, entre o desmame e a mudança de dieta alimentar, bem como, em crescimento, quando submetidos ao estresse por radiação solar, podem ser mais susceptíveis à ação de espécies reativas ao oxigênio (OCHSENDORF, 1999), que, por sua vez, compromete a produção e produtividade animal.

Ao suplementarem ovinos com uma única dose de 5 g de DL-alfa-tocoferol, por via intraperitoneal, Hidiroglou et al. (1990) observaram, aos três dias, após as aplicações, as maiores concentrações de vitamina E no tecido hepático, e concluíram ser o órgão alvo de ação desse composto. De acordo com Packer et al. (2001) e Quinn (2004) a provável explicação para a preferência de acumulação de alfa-tocoferol nos tecidos animais, e em maior parte no fígado, se dá devido à proteína de transferência conhecida como α -TTP, que apresenta elevada afinidade pelo alfa-tocoferol, resultando na incorporação desta forma isomérica nas lipoproteínas, que a transportam aos demais tecidos. Entretanto, os estoques plasmáticos e teciduais de vitamina E são rapidamente esgotados pela deficiência dietética, especialmente em ruminantes jovens, de crescimento rápido, submetidos a condições ambientais estressantes e doenças que induzem aumentar a produção de radicais livres (FETTMAN, 2003).

A análise bioquímica das proteínas séricas, albumina e globulinas, uréia e creatinina, assim como das enzimas Aspartato Aminotransferase (AST) e Gama Glutamiltransferase (GGT), é de primordial importância na avaliação de alterações metabólicas e do estado clínico dos animais.

A suplementação de vitamina E tem sido estudada em cordeiros (HORTON e JENKINS, 1978), bezerras (REIS et al., 2007) e fêmeas bovinas (MORGANTE et al., 1999) com resultados positivos na nutrição e qualidade do leite. No entanto, os dados da literatura

referentes à utilização da vitamina E na espécie caprina, em regime de confinamento e expostos a elevadas temperaturas, são escassos e devem ser investigados, uma vez que, variações climáticas consistem em um dos muitos fatores responsáveis pela produção de espécies reativas de oxigênio (HATFIELD et al., 2000).

Portanto, sabendo-se dos efeitos deletérios que o excesso de radicais livres causa nas células e tecidos orgânicos, objetivou-se com este estudo, avaliar, através da bioquímica sérica, os efeitos do acetato de DL-alfa-tocoferol, administrado por via intramuscular, em caprinos jovens, sem raça definida, criados no semiárido paraibano no Nordeste brasileiro, após o período de desmame até o início da sua fase reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi examinado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFCG, segundo parecer de número 96/2008. A pesquisa foi conduzida nas dependências do Hospital Veterinário (HV), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos – PB.

Animais. Foram utilizados 24 caprinos, machos, 12 em cada período experimental, sem raça definida (SRD), adquiridos imediatamente após o desmame, com 60 ± 12 dias de idade e apresentando peso médio de $12 \pm 2,5$ Kg. Os animais foram vermifugados com Cloridrato de Levamisol (Ripercol® - Fort Dodge) e mantidos em baia coletiva, com área coberta, provida de comedouros e bebedouros, durante toda a fase experimental, que teve uma duração de 112 dias para cada período avaliado. A dieta foi baseada em feno de capim Tifton (*Cynodon* spp) além de concentrado, como suplemento, o qual era composto por milho em grão (83,55%), farelo de trigo (7,89%), farelo de soja (5,56) e mistura mineral (2,97%), segundo as exigências dispostas no Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993). A proporção para o fornecimento da ração era equivalente a 1,5% do peso corporal, corrigido semanalmente, de acordo com o ganho de peso do animal. A dieta era oferecida aos caprinos em duas porções diárias, às 8 horas e 14 horas, e a água fornecida à vontade.

Delineamento experimental. O experimento iniciou-se no mês de agosto e concluiu-se em dezembro, período em que registrou-se temperaturas médias, máxima e mínima, de $35,6 \text{ °C} \pm 1,7$ e $24,8 \text{ °C} \pm 0,5$, respectivamente. Entre os meses de abril a julho, cuja temperatura média máxima foi de $31,89 \text{ °C} \pm 1,9$ e mínima de $23,6 \text{ °C} \pm 0,67$, executou-se a segunda fase da pesquisa. Para cada época do projeto, seca (ES) e chuvosa (EC), os 12 animais foram

distribuídos aleatoriamente, em dois grupos de igual número (n=6), denominados Grupo Controle (GC) e Grupo Tratamento (GT).

No GC, os caprinos não receberam nenhum tipo de tratamento. No GT, foi administrado, por via intramuscular (IM), na região compreendida pelos músculos semitendinoso e semimembranoso, vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol - Monovin E® - Bravet), na dose de 20 mg/kg de peso vivo, a cada sete dias, durante 112 dias.

Parâmetros avaliados. Após oito horas em jejum hídrico e alimentar, foram coletados 10 mL de sangue que foi acondicionado em tubos a vácuo (BD Vacutainer®), sem anticoagulante. Em seguida as amostras eram identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Patologia Clínica do HV – CSTR – UFCG e imediatamente centrifugadas a 5.000 rotações por minuto durante 15 minutos. O soro obtido foi fracionado em tubos de Eppendorff e armazenado a -20°C, até a realização das análises bioquímicas. Os momentos de avaliação dos parâmetros bioquímicos foram antes do início da aplicação de vitamina E (M0) e a cada 14 dias, durante 112 dias (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 e M8, respectivamente), totalizando nove coletas durante cada fase do experimento.

Após o descongelamento do soro em temperatura ambiente, foram mensuradas, através de método colorimétrico, as concentrações séricas de proteína total, albumina, uréia, creatinina, Aspartato Aminotransferase e Gama Glutamyltransferase. Para tanto, foram utilizados kits comerciais (BIOCLIN. Quibasa LTDA), sendo a leitura realizada através de analisador bioquímico semi-automático (BIOPLUS 2000). A globulina foi obtida pela diferença entre os valores de proteína total e albumina sérica. A relação albumina:globulina foi calculada dividindo-se o valor da fração albumina pelo valor total da fração globulina.

Análise estatística. Para a comparação dos dois grupos em cada momento experimental, inicialmente foi realizado o teste de normalidade de Anderson-Darling para a verificação da distribuição dos dados. Para dados com distribuição normal, os grupos foram comparados pelo teste *t* de Student, enquanto que, no caso de distribuição não normal, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (ZAR, 1999). O nível de significância adotado foi de 5% e as análises foram realizadas com os programas estatísticos MINITAB versão 14.0 e SPSS *for Windows* versão 13.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de ter sido realizada uma busca de material bibliográfico sobre o tema deste experimento, a escassez de dados na literatura referente aos efeitos da vitamina E sobre os

constituintes bioquímicos em cabritos, no semiárido, fez com que a discussão fosse baseada nos resultados de pesquisas científicas com bezerros, ovinos e caprinos jovens de outras regiões.

As médias obtidas na ES dos animais dos GC e GT, ao longo dos momentos, para as variáveis proteína total, albumina, globulina e relação albumina:globulina (Tabela 1) não apresentaram significância estatística ($p>0,05$), e os resultados encontram-se dentro das amplitudes de variação normal para a espécie caprina (BOYD, 1984; KANEKO et al., 1997; RÊGO, 2000). Ao analisar as proteínas totais, dos dois grupos pode-se constatar que as médias deste parâmetro, no primeiro dia do experimento (M0), foram mais elevadas quando comparadas aos demais momentos e grupos, fato este, atribuído a uma maior concentração de globulinas em relação às albuminas. Evidenciou-se também neste estudo, nos GC e GT, que as médias de globulinas apresentaram-se superiores às das albuminas, estando de acordo com Tizard (2000), o qual descreveu que a partir dos 60 dias de idade os animais adquirem rápida capacidade de síntese endógena de imunoglobulinas. Esta confirmação foi reportada por Kaneko et al. (1997) e Barioni et al. (2001), que observaram existir elevação dos teores de proteínas totais decorrente de uma diminuição da albumina e elevação da globulina com o aumento da idade. Tal fato também foi demonstrado por Barioni (2003), que trabalhando com cabritos, do nascimento aos 120 dias, e suplementados com acetato de DL-alfa-tocoferol, na dose de 100 mg/kg de peso vivo/dia, por via oral, não evidenciou variações nas concentrações de proteína total até os sete dias, mas constatou aumento em função da idade, registrando os maiores valores aos 120 dias.

González e Silva (2006) descreveram que as variações nos níveis de globulinas podem ser usadas para avaliar estados de adaptação ao estresse, e animais adaptados tendem a ter concentrações normais do referido parâmetro, enquanto, o contrário tem os níveis aumentados. Ressalta-se que, nesta época da pesquisa, a temperatura ambiental no semiárido paraibano se elevou, consideravelmente, nos meses de outubro e novembro. A ação da radiação solar, aumento do metabolismo corporal, poeira e ventos quentes, que carregam agentes patógenos, são fatores que poderiam comprometer a imunidade celular e humoral dos animais, pela maior produção de radicais livres (MENEHINI, 1987; OCHSENDORF, 1999). No entanto, os resultados evidenciaram que os animais não sofreram estresse calórico severo, demonstrando capacidade de adaptação às condições climáticas adversas, possivelmente, por estarem confinados, com fácil acesso à ingestão de água e protegidos da radiação solar pela cobertura da baía e sombreamento de árvores. No que se refere aos

Tabela 1 - Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) da concentração de Proteínas Totais (g/dL), Albumina (g/dL), Globulina (g/dL), relação Albumina:Globulina, Uréia (mg/dL), Creatinina (mg/dL) e atividade enzimática da Aspartato Aminotransferase (AST) (U/L) e Gama Glutamiltransferase (U/L), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Proteínas totais (g/dL)	GC	7,40±1,72	6,10±0,39	6,00±0,32	6,20±0,76	6,05±0,40	5,83±0,35	6,27±0,38	5,98±0,28	6,18±0,50
	GT	7,05±0,80	6,38±0,61	6,08±0,43	6,00±0,49	6,25±0,35	5,88±0,25	6,13±0,33	6,13±0,23	6,23±0,26
	P	0,660	0,198	0,709	0,568	0,378	0,781	0,571	0,175	0,831
Albumina (g/dL)	GC	3,12±0,60	2,75±0,21	2,57±0,12	2,35±0,22	2,62±0,30	2,57±0,22	3,03±0,19	3,07±0,26	3,12±0,17
	GT	3,13±0,12	2,87±0,45	2,60±0,21	2,58±0,34	2,80±0,35	2,63±0,15	2,95±0,26	3,07±0,27	3,05±0,16
	P	0,950	0,574	0,743	0,189	0,354	0,560	0,536	1,000	0,508
Globulina (g/dL)	GC	4,28±1,17	3,35±0,40	3,43±0,42	3,85±0,91	3,43±0,58	3,27±0,50	3,23±0,41	2,85±0,29	3,07±0,48
	GT	3,92±0,81	3,45±0,59	3,48±0,33	3,42±0,35	3,45±0,52	3,25±0,29	3,18±0,26	3,07±0,31	3,18±0,29
	P	0,574	0,687	0,823	0,316	0,959	0,945	0,805	0,237	0,441
Relação Albumina: globulina	GC	0,79±0,14	0,83±0,13	0,76±0,12	0,65±0,21	0,79±0,17	0,80±0,17	0,95±0,13	1,10±0,17	1,04±0,17
	GT	0,83±0,19	0,86±0,26	0,75±0,08	0,76±0,12	0,84±0,23	0,82±0,10	0,93±0,13	1,01±0,17	0,97±0,13
	P	0,654	0,826	0,891	0,276	0,662	0,887	0,827	0,460	0,447
Uréia (mg/dL)	GC	23,17±6,88	16,67±3,78	18,50±3,27	23,17±3,19	28,50±7,64	17,33±2,80	25,67±5,32	25,50±6,66	28,33±4,89
	GT	23,33±5,43	18,50±5,54	18,17±5,46	23,33±4,37	30,00±8,72	19,50±4,64	26,17±6,97	25,00±4,65	28,00±4,34
	P	0,964	0,518	0,900	0,941	0,758	0,351	0,892	0,883	0,903
Creatinina (mg/dL)	GC	1,10±0,13	1,05±0,08	1,03±0,08	0,85±0,05	1,00±0,06	0,82±0,04	0,90±0,09	0,93±0,10	1,07±0,08
	GT	0,98±0,17	1,10±0,09	0,97±0,08	0,88±0,10	0,93±0,10	0,87±0,12	0,88±0,07	0,93±0,16	1,12±0,07
	P	0,211	0,341	0,188	0,485	0,207	0,360	0,734	1,000	0,296
AST (U/L)	GC	118,1±30,9	90,17±22,18	80,57±11,03	84,37±18,52	91,4±24,6	101,5±31,9	98,5±26,6	95,70±22,98	99,77±24,06
	GT	87,25±15,43	76,05±14,60	76,18±9,83	76,47±6,67	83,50±2,82	91,05±5,09	91,33±7,68	101,82±8,05	96,60±6,54
	P	0,054	0,222	0,484	0,362	0,471	0,461	0,551	0,560	0,767
GGT (U/L)	GC	52,98±20,87	38,83±7,16	37,78±4,91	37,43±4,58	32,83±2,93	30,72±2,94	31,77±3,01	32,47±3,47	30,33±2,21
	GT	57,55±10,79	40,62±5,78	40,98±6,43	37,42±4,98	33,17±4,77	32,30±6,21	32,48±5,49	34,93±3,48	33,18±3,71
	P	0,648	0,645	0,378	0,995	0,887	0,585	0,785	0,247	0,137

*P≤0,05 = diferença significativa entre os grupos.

caprinos do GT, é possível, também, que o efeito protetor da vitamina E, ao potencializar as funções imunológicas (NORDBERG e ARNÉR, 2001), tenha tido influência sobre os valores séricos normais das globulinas destes animais, uma vez que, outro fator de estresse seria atribuído à contenção e aplicação semanal de acetato de DL-alfa-tocoferol.

Nos GC e GT a relação albumina:globulina (Tabela 1) apresentou valores similares aos observados por Barioni et al. (2001) estudando fêmeas caprinas com quatro meses de idade.

Os valores obtidos, na ES, para as concentrações sérica de uréia e creatinina dos animais dos GC e GT (Tabela 1), não sofreram alteração estatística significativa ($p > 0,05$), e as médias, em todos os momentos de avaliação permaneceram dentro da faixa de normalidade segundo Ferreira Neto et al. (1977), Boyd (1984) e Borjesson et al. (2000). As variações dos resultados em relação aos teores de uréia nos dois grupos experimentais, podem estar relacionadas à quantidade de proteína ingerida pelos caprinos (PÉREZ et al., 2003), haja vista que o aumento ou a diminuição de seu consumo na dieta reflete a quantidade de uréia sintetizada no fígado e/ou excretada pelos rins (THRALL, 2007). Apesar do estresse ocasionado por elevadas temperaturas nesta fase da pesquisa e consequente aumento do catabolismo endógeno proteico (LOPES et al., 1996; KERR, 2003), os valores dessa variável obtidos no decorrer dos momentos não revelaram a possibilidade de lesão ou desintegração das membranas dos tecidos hepático e/ou renal, uma vez que, tais resultados, inclusive nos animais não suplementados, se mostraram dentro da normalidade para caprinos, em clima quente (PÉREZ et al., 2003). Demonstrando, portanto, a adaptabilidade dos animais às adversidades ambientais.

No decorrer de todo o experimento as variações nas concentrações de creatinina, dos animais dos GC e GT, não indicaram a possibilidade de alterações na função renal em decorrência das altas temperaturas no semiárido, estando de acordo com Fonteque (2005) ao estudar o estresse oxidativo em ovinos de seis a oito meses de idade.

Resultados similares a esta pesquisa foram obtidos por Reddy et al. (1985) estudando a suplementação de vitamina E em bezerros, não tendo estes autores encontrado diferença significativa entre os grupos para nenhum parâmetro estudado, a saber: uréia, creatinina, proteína total e albumina.

Conforme é demonstrado na Tabela 1, os valores observados para AST e GGT nos GC e GT, na ES, não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) e se mostraram dentro dos valores normais reportados por Boyd (1984) e Borjesson et al. (2000). Os resultados enzimáticos dos referidos parâmetros desta pesquisa demonstraram não ter havido alterações hepáticas em nenhum dos grupos de animais ao longo do estudo, estando de acordo com o trabalho de

Fonteque (2005). Contudo, um fato observado em relação às médias de AST no GC, é que, a sua atividade foi maior em todos os momentos avaliados quando comparado ao GT. Sendo possível conjecturar que estes animais obtiveram, através da vitamina E, maior proteção antioxidante, especificamente nos hepatócitos e células musculares ESquelética e cardíaca, órgãos onde há maior concentração da enzima (THRALL, 2007).

Na EC não foi observado significância estatística ($p>0,05$) com relação às médias da proteína total e albumina dos animais (Tabela 2) dos GC e GT, ao longo de todos os momentos da pesquisa. Os resultados obtidos estão de acordo com os valores fisiológicos de referência para a espécie e são similares aos relatados por Boyd (1984), Kaneko et al. (1997) e Barioni (2003). Embora não se tenha constatado diferença estatística na época chuvosa, as médias da proteína total se elevaram a partir dos 70 dias (M5) nos GC e GT, podendo tal achado ser atribuído ao desenvolvimento etário dos animais, concordando com Rêgo (2000), ao trabalhar com caprinos, do nascimento à fase adulta, no Estado de Pernambuco, Nordeste brasileiro. Este fato também foi observado em bezerros, machos, acompanhados do nascimento aos 45 dias de idade e suplementados, diariamente, com dois gramas de vitamina E, por via oral (REIS et al., 2007). Outra explicação para tais resultados referentes às proteínas, ao final desta época do estudo, poderia estar relacionado ao aumento das globulinas ocasionado pela ação de microrganismos patógenos (MUNDIN et al., 2007), uma vez que afecções respiratórias foram evidenciadas nos dois grupos de caprinos.

Comparando-se os valores médios da albumina na EC, nos GC e GT (Tabela 2), pode-se verificar que os menores valores, mesmo situando-se dentro dos limites de referência para caprinos, foram entre os 28 (M2) e 56 dias (M4). Como neste período de chuvas é reconhecido que há queda na qualidade e, portanto, no consumo de feno oferecido aos animais, este poderia ser um dos fatores para o declínio de síntese de albumina pelo fígado (THRALL, 2007), já que um fator de variabilidade para o teste da albumina sérica é a quantidade de proteína ingerida na dieta (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; REIS et al., 2007), o que justifica pequenas diferenças entre os autores.

Com relação às médias das globulinas dos GC e GT (Tabela 2), ao longo do experimento, apesar de ter-se mantido dentro dos valores fisiológicos para a espécie caprina (LOPES et al., 1996; BORJESSON et al., 2000; BARIONI et al. 2001), a significância estatística foi observada aos 98 dias (M7), e os animais não suplementados com a vitamina E obtiveram médias superiores ($4,08\pm 0,25$ g/dL) aos do GT ($3,57\pm 0,45$ g/dL). Na estação

Tabela 2 - Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) da concentração de Proteínas Totais (g/dL), Albumina (g/dL), Globulina (g/dL), relação Albumina:Globulina, Uréia (mg/dL), Creatinina (mg/dL) e atividade enzimática da Aspartato Aminotransferase (AST) (U/L) e Gama Glutamiltransferase (U/L), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Proteínas totais (g/dL)	GC	4,82±0,40	4,77±0,12	4,75±0,41	4,70±0,50	4,95±0,72	5,20±0,83	5,65±0,34	6,40±0,35	6,22±0,42
	GT	4,98±0,24	4,97±0,33	4,83±0,36	4,78±0,67	5,05±0,90	5,42±0,41	5,82±0,31	6,20±0,36	6,05±0,22
	P	0,400	0,197	0,716	0,811	0,836	0,584	0,392	0,356	0,415
Albumina (g/dL)	GC	2,77±0,15	2,53±0,23	2,02±0,20	1,90±0,23	1,87±0,56	2,00±0,55	2,10±0,44	2,32±0,47	2,42±0,44
	GT	2,85±0,10	2,68±0,12	2,02±0,25	2,02±0,52	1,83±0,34	2,05±0,46	2,35±0,14	2,63±0,17	2,63±0,15
	P	0,292	0,190	1,000	0,630	0,903	0,868	0,216	0,157	0,280
Globulina (g/dL)	GC	2,05±0,39	2,23±0,31	2,73±0,45	2,80±0,47	3,08±0,27	3,20±0,44	3,55±0,41	4,08±0,25	3,80±0,55
	GT	2,13±0,22	2,28±0,26	2,82±0,29	2,77±0,20	3,22±0,66	3,37±0,08	3,47±0,36	3,57±0,45	3,42±0,31
	P	0,659	0,771	0,712	0,876	0,656	0,404	0,718	0,034*	0,171
Relação Albumina: globulina	GC	1,38±0,24	1,16±0,27	0,76±0,16	0,70±0,14	0,60±0,15	0,63±0,15	0,61±0,20	0,57±0,14	0,66±0,21
	GT	1,35±0,15	1,19±0,12	0,72±0,12	0,72±0,15	0,58±0,12	0,61±0,15	0,69±0,10	0,75±0,13	0,78±0,11
	P	0,718	0,862	0,675	0,731	0,773	0,866	0,421	0,046*	0,249
Uréia (mg/dL)	GC	22,83±3,54	18,67±3,78	20,50±3,02	17,50±7,18	14,67±7,34	38,83±12,25	30,17±8,61	33,00±8,29	29,83±8,47
	GT	20,50±3,21	21,17±3,43	18,67±4,68	20,00±7,43	12,83±5,04	37,17±6,40	25,17±3,54	28,17±3,43	29,67±4,59
	P	0,260	0,258	0,438	0,566	0,625	0,774	0,232	0,217	0,967
Creatinina (mg/dL)	GC	1,15±0,23	1,08±0,10	0,88±0,13	0,67±0,08	0,97±0,16	1,03±0,20	0,90±0,20	1,01±0,16	0,92±0,10
	GT	1,07±0,12	1,10±0,13	0,68±0,10	0,73±0,23	0,88±0,12	0,95±0,12	0,88±0,04	0,95±0,08	1,02±0,07
	P	0,457	0,804	0,014*	0,525	0,333	0,399	0,852	0,388	0,076
AST (U/L)	GC	110,6±26,9	143,3±75,9	127,0±50,9	110,6±28,7	96,30±14,01	118,3±77,0	92,8±28,6	93,7±25,3	94,25±18,0
	GT	101,0±49,9	114,9±37,3	105,9±25,1	78,2±25,0	136,2±82,9	92,80±22,93	83,47±21,75	84,65±12,44	87,13±14,50
	P	0,688	0,430	0,385	0,064	0,295	0,456	0,539	0,451	0,468
GGT (U/L)	GC	34,25±4,35	35,32±9,38	47,17±19,53	52,27±18,76	48,20±16,43	46,97±9,43	42,92±9,22	42,03±8,41	48,37±13,62
	GT	33,17±7,07	33,18±4,98	45,57±7,67	45,53±11,19	52,30±31,50	57,4±27,6	47,85±10,43	43,08±7,89	42,02±6,90
	P	0,756	0,633	0,856	0,468	0,784	0,402	0,406	0,828	0,332

*P≤0,05 = diferença significativa entre os grupos.

chuvosa, os caprinos passaram por estresse excessivo, decorrente das baixas temperaturas, das afecções respiratórias que se agravaram devido os mesmos se aglomerarem em área coberta, e das consequentes infestações por nematódeos e coccídeos. Fatores que estimulam a síntese endógena de imunoglobulinas (TIZARD, 2000; THRALL, 2007), resultando em concentrações mais elevadas das mesmas nos casos de estresse prolongado (LOPES et al., 1996; GONZÁLEZ e SILVA, 2006). As condições climáticas e de manejo eram semelhantes para todos os animais, porém, as imobilizações e aplicações de acetato de DL-alfa-tocoferol no GT, associado a todos os outros fatores citados para EC, poderiam, por ação dos radicais livres, ter promovido alterações severas nas membranas dos tecidos linfóide e hepático. O que não foi evidenciado, pois os resultados das globulinas sérica se apresentaram em concentrações normais ao longo de toda a pesquisa. É possível inferir, mesmo não sendo significativo, que a vitamina E administrada semanalmente, por via intramuscular, tenha promovido uma maior proteção nos períodos de maior instabilidade imunológica nos animais suplementados (REIS et al., 2007).

Na EC, no tocante a relação albumina:globulina, apesar de encontrar-se dentro dos padrões normais proposto por Boyd (1984) e Kaneko et al. (1997), a significância estatística foi evidenciada aos 98 dias (M7), obtendo-se, no GC, média de $0,57 \pm 0,14$ e no GT, $0,75 \pm 0,13$ (Tabela 2). Conforme observações feitas por Bacila (2003), tal relação é importante na avaliação de infecções, e o menor valor obtido para este parâmetro nos animais do GC, poderia ser decorrente de resposta humoral a estímulos antigênicos (TIZARD, 2000) promovido por infecção respiratória na EC, levando a uma maior produção de globulinas.

Não se constatou diferença estatística ($p > 0,05$) nas médias relativas às concentrações sanguíneas de uréia (Tabela 2), nos grupos estudados ao longo dos momentos, na EC, e os valores apresentaram-se dentro dos limites normais de referência para caprinos (BOYD, 1984; KANEKO et al., 1997; RÊGO, 2000; PÉREZ et al., 2003). Porém, ao avaliar os resultados dos animais não tratados ($14,67 \pm 7,34$ mg/dL) e tratados ($12,83 \pm 5,04$ mg/dL) aos 56 dias (M4), observou-se os valores mais baixos de uréia. Tal achado, apesar dos cuidados no manejo higiênico sanitário, pode ter sido atribuído as intensificações das infestações parasitárias, com a manifestação de apatia e consequente decréscimo na ingestão de proteínas. No entanto, a partir dos 70 dias (M5), tanto os caprinos do GC como GT, demonstraram maior resistência e capacidade de adaptação às influências negativas do ambiente, resultando em maior consumo alimentar e elevação na síntese hepática de uréia, registrando-se médias de $38,83 \pm 12,25$ mg/dL (GC) e $37,17 \pm 6,40$ mg/dL (GT). Ainda com relação as médias dos teores de uréia nos animais tratados, referente ao citado momento, apesar de não ter significado

estatístico a obtenção de resultados mais baixos se comparados ao GC, parece demonstrar que a vitamina E auxiliou na proteção das membranas teciduais hepáticas, confirmando a explicação descrita por Quinn (2004), onde a preferência de armazenagem de alfa-tocoferol se dá em maior parte nos hepatócitos, prevenindo-os do processo de lipoperoxidação (HIDIROGLOU e KARPINSKI, 1987).

As concentrações de creatinina na EC, nos GC e GT, mostraram diferença significativa aos 28 dias (M2) (Tabela 2). Embora tenham apresentado resultados normais, considerados de referência para a espécie em estudo (BOYD, 1984; BORJESSON et al., 2000), os animais do GC obtiveram médias superiores ($0,88 \pm 0,13$ mg/dL) às do GT ($0,68 \pm 0,10$ mg/dL), podendo estar correlacionado à uma maior taxa de filtração glomerular (GONZÁLEZ e SILVA, 2006), justificado pelo maior tamanho corporal e massa muscular (KERR, 2003). Haja vista que a produção de creatinina é proporcional à massa corpórea do indivíduo (THRALL, 2007).

Na avaliação das médias de AST e GGT na EC, dos GC e GT, não foi evidenciado diferença estatística significativa ($p > 0,05$) e os resultados corroboram com os valores fisiológicos para caprinos citados por Kaneko et al. (1997) e Pérez et al. (2003). Durante todos os momentos experimentais, os valores de AST nos dois grupos estudados, não demonstraram comprometimento da função hepática. O mesmo pode ser atribuído à GGT, visto que esta é considerada hepatoespecífica pela literatura (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

CONCLUSÕES

A vitamina E, na dose proposta neste trabalho, não exerceu influência sobre os constituintes bioquímicos sanguíneos, na ES. Na EC, manteve os níveis normais de globulinas e a relação albumina:globulina aos 98 dias da pesquisa. Entretanto, a via e/ou frequência da suplementação, nos caprinos em crescimento, devem ser mais amplamente pesquisadas no semiárido, de tal modo que justifique ser o alfa-tocoferol a melhor fonte de antioxidante.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo; a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por ceder as instalações e toda a equipe técnica do Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário; e a BIOCLIN – Quibasa, Belo Horizonte - MG, que, gentilmente fez doações de Kits para as análises desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Technical committee on responses to nutrients. **Nutrient Abstracts and Reviews**, v.61, n.9, p. 576-612, 1993.

BACILA, M. **Bioquímica Veterinária**. São Paulo: Robe, 2003. 583p.

BARIONI, G. et al. Valores séricos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e proteínas totais em caprinos fêmeas da raça parda alpina. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.435-438, 2001.

BARIONI, G. **A influência da idade e da suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol) sobre o hemograma, proteinograma, imunoglobulina G, fragilidade osmótica e metabolismo oxidativo eritrocitário em caprinos da raça Saanen**. 2003. 156p. Tese (Doutorado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 5 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2004. 1059p.

BORJESSON, D.L.; CHRISTOPHER, M.M.; BOYCE, W.M. Biochemical and hematologic reference intervals for free-ranging desert bighorn sheep. **Journal of Wildlife Diseases**, v.36, n.2, p. 294-300, 2000.

BOYD, J.W. The interpretation of serum biochemistry test results in domestic animals. **Veterinary Clinical Pathology**, v.13, n.2, p.7-14, 1984.

FERREIRA NETO, J.M.; VIANA, E.S.; MAGALHÃES, L.M. **Patologia Clínica Veterinária**. Belo Horizonte: Rabelo e Brasil, 1977. 279p.

FETTMAN, M.J. Vitaminas lipossolúveis. In: ADAMS, H.R. **Farmacologia e Terapêutica em Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 8 ed. 2003, p. 571-586.

FONTEQUE, J.H. **Estresse oxidativo e lipoperoxidação devido à anemia induzida por perda de sangue em ovinos**. 2005. 68p. Tese (Doutorado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 357p.

HATFIELD, P.G. et al. Role of supplemental vitamin E in lamb survival and production: A review. **American Society of Animal Science**, v.50, p.285-288, 2000.

HIDIROGLOU, M.; KARPINSKI, K. Vitamin E kinetics in sheep. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.58, p.113-125, 1987.

HIDIROGLOU, N.; BUTLER, G.; McDOWELL, L.R. Plasma and tissue vitamin E concentrations in sheep after administration of a single intraperitoneal dose of dl- α -tocopherol. **Journal of Animal Science**, v.68, n.3, p.782-787, 1990.

HORTON, G.M.J.; JENKINS, W.L. Haematological and blood chemistry changes in ewes and lambs following supplementation with vitamin E and selenium. **British Journal of Nutrition**, v.40, p.193-203, 1978.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KERR, M.G. **Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária – Bioquímica Clínica e Hematologia**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2003. 436p.

LOPES, S.T.A. et al. **Patologia Clínica Veterinária**. Santa Maria: UFSM, 1996. 164p.

MENEGHINI, R. A toxicologia do oxigênio. **Ciência Hoje**, v.5, n.28, p.57-62, 1987.

MORGANTE, M. et al. Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on mammary health and milk cell counts in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.623-631, 1999.

MUNDIN, A.V. **Perfil bioquímico sérico em potros Betão Postier e cães Doberman em fase de crescimento e de cabras Saanen nos diferentes estádios de lactação**. 2007. 76 p. Tese (Doutorado), Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

NORDBERG, J.; ARNÉER, E.S.J. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology & Medicine**, v.31, n.11, p.1287-1312, 2001.

OCHSENDORF, F.R. Infections in the male genital tract and reactive oxygen species. **Human Reproduction Update**, v. 5, n.5, p. 399-420, 1999.

PACKER, L. et al. Molecular aspects of α -tocotrienol antioxidant action and cell signalling. **Journal of Nutrition**, v.131, p.369-373, 2001.

PÉREZ, J.M.M. et al. Hematologic and biochemical reference intervals for spanish ibex. **Journal of Diseases**, v.39, n.1, p.209-215, 2003.

QUINN, P.J. Antioxidants and prophylactics. Is the distribution of α -tocopherol in membranes consistent with its putative functions? **Biochemistry**, v.69, n.1, p.58-66, 2004.

REDDY, P.G. et al. Effects of supplemental vitamin E on the performance and metabolic profiles of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.9, p.2259-2266, 1985.

RÊGO, E.W. **Contribuição ao estudo da bioquímica clínica de caprinos (*Capra hircus*), criados no Estado de Pernambuco. Influência de fatores de variabilidade etário e sexual.** 2000. 64 p. Tese (Doutorado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

REIS, M.C.; COSTA, J.N.; PEIXOTO, A.P.C. Efeito da idade e da suplementação oral com o acetato de DL-alfa-tocoferol sobre os níveis séricos de vitamina E e sobre o proteinograma de bezerro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p.152-161, 2007.

THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária.** São Paulo: Roca, 2007. 582p.

TIZARD, I.R. **Veterinary Immunology: an introduction.** 6 ed. London: Saunders Company, 2000. 482p.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis.** Prentice Hall, Upper Saddle River: New Jersey, 1999, 663p.

4.3 CAPÍTULO III

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E ELETROCARDIOGRÁFICOS DE
CAPRINOS JOVENS, SUPLEMENTADOS COM ACETATO DE DL-ALFA-
TOCOFEROL, POR VIA INTRAMUSCULAR, NO SEMIÁRIDO
PARAIBANO**

Parâmetros fisiológicos e eletrocardiográficos de caprinos jovens, suplementados com acetato de DL-alfa-tocoferol, por via intramuscular, no semiárido paraibano

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência da vitamina E administrada por via intramuscular (IM), sobre os parâmetros fisiológicos e eletrocardiográficos de caprinos jovens, confinados, nas épocas seca (ES) e chuvosa (EC), do semiárido paraibano. Para tanto foram utilizados, para cada época, 12 caprinos, machos, sem raça definida (SRD), com idade de 60 ± 12 dias e peso de $12 \pm 2,5$ kg, distribuídos em dois grupos ($n=6$), denominados Grupo Controle (GC) e Grupo Tratamento (GT). Aos animais do GC não foi administrado nenhum tipo de tratamento, enquanto no GT, administrou-se vitamina E (20 mg/kg IM), a cada sete dias, durante 112 dias. Durante este período e para cada época, com intervalos de 14 dias (M0, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 e M8), foram aferidos a temperatura corporal (TC), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC), e os parâmetros eletrocardiográficos (PmV, Pms, PRms, QRSms, RmV e QTms). Os dados obtidos foram comparados pelo teste *t* de Student ($p<0,05$) e pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($p<0,05$). Na ES, nos GC e GT, não houve diferença significativa ao longo dos momentos, para as variáveis temperatura corporal e frequência cardíaca, porém aos 28 dias (M2) observou-se significância estatística para a variável frequência respiratória, aos 14 dias (M1) para QRSms e aos 84 dias (M6) para a RmV. Na EC, nos GC e GT, nenhuma significância estatística foi verificada com relação aos parâmetros fisiológicos, porém foi evidenciado diferença significativa para Pms aos 70 dias (M5) e 98 dias (M7) e PRms aos 84 dias (M6). Conclui-se que a administração IM de vitamina E não influenciou sobre os parâmetros fisiológicos temperatura corporal, frequência respiratória e frequência cardíaca, sendo estes influenciados pela temperatura ambiental. A vitamina E não apresenta efeitos sobre a eletrofisiologia cardíaca de caprinos jovens e os parâmetros eletrocardiográficos obtidos podem vir a ser usados como valores de referência para a espécie, no semiárido.

Palavras-chave: Caprinos, eletrocardiograma, parâmetros fisiológicos, parenteral, vitamina E

Physiological and electrocardiographic parameters of young goats, supplemented with DL-alfa-tocopherol acetate, by intramuscular way, in semiarid of Paraiba

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the influence of Vitamin E administered by intramuscular injection (IM), on physiological and electrocardiographic parameters of young goats, confined, at the dry period (DP), and at the rainy period (RP), in semiarid of Paraiba. For this were used, for each period, 12 crossbred males, at the age of 60 ± 12 days, and mean weight of $12 \pm 2,5$ kg, which were distributed into two groups ($n=6$), called Control Group (CG) and Treatment Group (TG). Animals of the CG had not received any kind of treatment, while the others of the TG received vitamin E (20mg/kg IW), once a week, during 112 days. During this time and for each period, in gaps of 14 days (M0, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 and M8) were checked body temperature (BT), respiratory frequency (RF) and cardiac frequency (CF), and the electrocardiographic parameters (PmV, Pms, PRms, QRSms, RmV e QTms). The obtained data were compared by the *t*-test ($p<0.05$), and by the non-parametric Mann-Whitney test ($p<0.05$). At DP, for CG and TG, there was no significant difference for body temperature and cardiac frequency, however at 28 days (M2) was observed statistical significance for respiratory frequency, at 14 days (M1) and for QRSms complex and at 84 days (M6) for RmV. At RCP, for CG and TG, no statistical significance was verified for physiological parameters, however was showed significant difference for Pms at 70 (M5) and 98 days (M7) and for PRms at 84 days (M6). It was concluded that the IM administration of vitamin E exercises no influence on the physiological parameters body temperature, respiratory frequency and cardiac frequency, being these influenced by the environmental temperatures. Vitamin E does not present effects on cardiac electrophysiology of young goats and the obtained electrocardiographic parameters can be used as reference values for this specie, in semiarid.

Key words: Goats, electrocardiogram, physiological parameters, parenteral, vitamin E

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm-se observado um crescimento significativo da caprinocultura, por inúmeras vantagens que apresentam como a necessidade de uma menor área de criação,

menor consumo de alimento, facilidade de manejo e uma boa diversidade de produção, como carne, leite e couro, fatores importantes de fixação do homem ao campo. Ressalta-se também que, no semiárido paraibano novas tecnologias que visam aumentar a produtividade animal e ao mesmo tempo a resistência dos caprinos às condições climáticas adversas têm sido implementadas (SILVA et al., 2006a; BEZERRA et al., 2008).

A vitamina E tornou-se o nome genérico de um grupo de compostos derivados dos tocoferóis e tocotrienóis (alfa, beta, gama e delta), sendo o isômero alfa o mais amplamente distribuído na natureza e com maior atividade biológica (MURRAY et al. 2002), por possuir excelente capacidade antioxidante (NORDBERG e ARNÉR, 2001). Os ruminantes não possuem a habilidade de sintetizar a vitamina E, portanto são dependentes do estoque corpóreo obtido por meio do alimento (McDOWELL, 1989). No entanto, esses estoques de vitamina E, plasmáticos e teciduais, poderão ser rapidamente esgotados pela deficiência dietética, especialmente nos animais desmamados e em crescimento, que possuem metabolismo acelerado (HATFIELD et al., 2000), e se forem submetidos a condições ambientais estressantes, onde há excesso na produção de calor e queda de temperatura, a formação de radicais livres excede a magnitude das defesas antioxidantes (PEREIRA, 1996), que, reduzidas, poderão comprometer a saúde do animal.

Os ruminantes mantêm uma temperatura corpórea relativamente constante durante exposição a extremas variações de ambientes térmico (RADOSTITS et al., 2002). Porém, os organismos podem vivenciar situações em que a homeotermia mantida pelos mecanismos fisiológicos e comportamentais é insuficiente, levando a alterações desses parâmetros na tentativa de minimizar o efeito do estresse térmico e manter a temperatura corporal (BACCARI JÚNIOR et al., 1996).

De acordo com Muller et al. (1994) a capacidade do animal de resistir aos rigores do estresse calórico tem sido avaliada fisiologicamente por alterações na temperatura retal (TR) e na frequência respiratória (FR). Segundo afirmou Brown-Brandl et al. (2003) a TR é a forma de mensuração que melhor representa a temperatura do núcleo central, sendo muito utilizada como critério de diagnóstico de doenças e para verificar o grau de adaptabilidade dos animais domésticos. Bianca e Kunz (1978) e Souza et al. (2008) também confirmaram que a TR, a FR e a frequência cardíaca (FC) são as melhores referências para estimar a tolerância dos animais ao calor.

Para Radostits et al. (2002) a exposição excessiva ao calor e/ou frio alteram subitamente o débito cardíaco, as frequências cardíaca e respiratória, e a pressão sanguínea, o que resulta

em fraqueza muscular e decúbito. Estes autores reportaram que os efeitos da elevação da temperatura corpórea provocam alteração degenerativa na maioria dos tecidos orgânicos.

A afirmação de que a vitamina E é o mais potente antioxidante biológico (REIS et al., 2005) por prevenir e/ou reparar lesões teciduais decorrentes da produção excessiva de radicais livres (SIMON et al., 1997), e como um dos motivos responsáveis por tal fato seja também atribuído à ação das variações climáticas, então a suplementação de acetato de DL-alfa-tocoferol pode ser uma alternativa para proteger as membranas de lipoperoxidação (HATFIELD et al., 2000). Embora existam controvérsias, resultados de pesquisas científicas relacionadas à suplementação de vitamina E como uma alternativa para auxiliar na proteção dos tecidos hepático, pancreático, respiratório, cardíaco, muscular e nervoso, tem sido relatadas (HIDIROGLOU et al., 1990; FRANK, 2005).

A busca por material bibliográfico demonstrou a ausência de dados na literatura referente ao tema deste experimento. Então, sabendo-se dos efeitos deletérios que o excesso de radicais livres causa nas células e tecidos orgânicos, objetivou-se com este estudo, avaliar, através dos parâmetros TC, FC, FR e eletrocardiografia, os efeitos do acetato de DL-alfa-tocoferol, administrada por via intramuscular, em caprinos jovens, sem raça definida, criados em regime de confinamento, no semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi examinado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFCG, segundo parecer de número 96/2008.

O experimento foi conduzido nas dependências do Hospital Veterinário (HV), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos – PB, localizada no semiárido da Paraíba.

Para a realização da pesquisa os animais foram avaliados em duas épocas do ano bem definidas. Entre os meses de agosto e dezembro, época seca (ES), cuja temperatura média máxima foi de $35,6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7$ e mínima de $24,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ executou-se a primeira fase da pesquisa. A segunda parte do experimento foi realizada entre os meses de abril a julho, época chuvosa (EC), com temperatura média, máxima de $31,89\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,9$ e mínima de $23,6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,67$.

Foram utilizados 24 caprinos, machos, não castrados, 12 em cada período experimental, sem raça definida (SRD), adquiridos imediatamente após o desmame, com 60 ± 12 dias de idade e apresentando peso médio de $12 \pm 2,5$ Kg.

Para cada período da pesquisa, que foi de 112 dias, os animais permaneceram alojados em instalação pertencente ao centro de pesquisa do setor de Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais do HV. A baía coletiva, com área coberta, era provida de comedouros, bebedouros e permitia manejo higiênico sanitário de boa qualidade

O período de adaptação à nova dieta e manejo correspondeu a 21 dias. No decorrer deste tempo, os animais foram identificados, vermifugados com Cloridrato de Levamisol⁹ na dose de 7,5 mg /kg de peso vivo, administrado por via subcutânea, bem como submetidos a exame físico geral, pelo qual foram considerados clinicamente sadios.

Os animais, mantidos em regime intensivo de manejo, receberam ração balanceada, segundo as exigências dispostas no Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993), composta por 83,55% de milho em grão, 7,89% de farelo de trigo, 5,56% de farelo de soja e 2,97% de mistura mineral, a qual foi fornecida na proporção equivalente a 1,5% do peso corporal e corrigida semanalmente de acordo com o ganho de peso, além de volumoso a base de feno de capim Tifton (*Cynodon spp*), oferecido aos caprinos em duas porções diárias, às 8 horas e 14 horas e água a vontade.

Para cada época do projeto (ES e EC), os 12 animais foram distribuídos aleatoriamente, em dois grupos de igual número (n=6), denominados Grupo Controle (GC) e Grupo Tratamento (GT). Os caprinos, no GC, não receberam nenhum tipo de tratamento. No GT, foi administrado, por via intramuscular (IM), na região compreendida pelos músculos semitendinoso e semimembranoso, vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol)¹⁰ na dose de 20 mg/kg de peso vivo, a cada sete dias, durante 112 dias. Para tanto, realizou-se semanalmente a pesagem dos caprinos.

Os dados das variáveis fisiológicas começaram a ser obtidos antes do início da aplicação de vitamina E (M0), sendo as demais avaliações realizadas com intervalos de 14 dias, durante 112 dias (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 e M8, respectivamente).

A temperatura corporal (TC) foi obtida por meio de um termômetro clínico digital inserido no ânus do animal, permanecendo em uma angulação de modo a possibilitar o seu contato com a mucosa retal, por um período de dois minutos, e o resultado expresso em graus Celsius (°C). Para a frequência respiratória (FR) foi realizada uma inspeção direta com contagem dos movimentos da cavidade torácica e o resultado expresso em movimentos por minuto (mov./min.). A frequência cardíaca (FC) foi mensurada por meio de eletrocardiógrafo

⁹ Ripercol® - Fort Dodge

¹⁰ Monovin E® - Bravet

computadorizado (TEB – mod. ECGPC software versão 1.10), através do intervalo R-R e o resultado expresso em batimentos por minuto (bat./min.).

O eletrocardiograma foi obtido por meio de eletrocardiógrafo computadorizado, descrito para a FC, em derivação DII, com velocidade de 25 mm/seg e sensibilidade 2/N (Figuras 2 e 3). Tal procedimento foi feito com os animais em decúbito lateral direito e as agulhas eram fixadas no subcutâneo das regiões das articulações dos cotovelos e joelhos (TILLEY, 1992). Foram obtidos os valores referentes à amplitude e duração da onda P, em milivolts (mV) e milisegundos (ms), respectivamente, intervalo compreendido entre as ondas P e R, em ms (PRms), duração do complexo QRS, em ms (QRS ms), amplitude da onda R, em mV (RmV) e duração do intervalo entre as ondas Q e T, em ms (QTms).



Figura 2- Caprino sendo submetido ao registro eletrocardiográfico na época seca



Figura 3- Caprino sendo submetido ao registro eletrocardiográfico na época chuvosa

Para a comparação dos dois grupos em cada momento experimental, inicialmente foi realizado o teste de normalidade de Anderson-Darling para a verificação da distribuição dos dados. Para dados com distribuição normal, os grupos foram comparados pelo teste *t* de Student, enquanto que, no caso de distribuição não normal, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (ZAR, 1999). O nível de significância adotado foi de 5% e as análises foram efetuadas com os programas estatísticos MINITAB versão 14.0 e SPSS *for Windows* versão 13.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a relevância dos estudos relacionados aos danos teciduais induzidos pela ação dos radicais livres, verificou-se que a exposição de caprinos jovens às condições climáticas adversas no semiárido é mais um fator de estresse que seriamente pode aumentar a produção dos referidos compostos, e assim, comprometer a saúde dos animais. No entanto, observou-se que artigos literários, na Veterinária, sobre os efeitos antioxidantes da vitamina E e sua interação com os parâmetros fisiológicos e a eletrocardiografia em cabritos, não são encontrados.

A administração IM de vitamina E é uma técnica de fácil execução, apesar de causar desconforto ao animal, devido à contenção deste. Porém, tal modalidade de tratamento pode se tornar uma alternativa aos produtores que venham a necessitar de uma resposta fisiológica mais premente.

As médias da TC, FR e FC dos animais dos GC e GT, nas ES e EC, encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Os valores obtidos na ES, para a variável TC, nos GC e GT, não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) e as médias, em todos os momentos de avaliação permaneceram dentro da faixa de normalidade para a espécie caprina (SANTOS et al., 2005; SILVA et al., 2006a). Embora no semiárido as mais altas temperaturas sejam registradas nesta fase da pesquisa, os resultados evidenciaram que os animais, dos dois grupos, não sofreram estresse calórico severo, sendo capazes, através dos seus mecanismos termorregulatórios, de manterem o equilíbrio térmico, e assim, a TC normal, que nos caprinos varia de 38,5 °C a 40,0 °C (BACCARI JÚNIOR et al., 1996), registrando-se valores de até 41,0 °C nos mais jovens (GÜRTLER et al., 1987). A explicação ainda pode ser atribuída ao manejo cujos animais, mantidos sob confinamento, eram protegidos da intensa e direta radiação solar pela cobertura da baía e sombreamento das árvores. Resultados semelhantes a esta pesquisa foram obtidos por SILVA et al. (2006b), ao avaliar caprinos sob estresse térmico no semiárido paraibano.

Ao se avaliar a FR (Tabela 1) na ES, observou-se significância estatística aos 28 dias (M2), com médias de $23 \pm 2,51$ mov./min. e $27 \pm 2,19$ mov./min. para os GC e GT, respectivamente; resultados estes que corroboram com os valores normais propostos por Reece (1996). Ao analisar os dados da FR, verificou-se que os caprinos do GT apresentaram médias mais altas quando comparadas ao GC. Tal fato não foi atribuído aos efeitos da vitamina E, mas às contenções aos quais eram submetidos os animais, para a mensuração do referido parâmetro.

Tabela 1 – Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e nível de probabilidade (P) dos parâmetros fisiológicos Temperatura Corporal (°C), Frequência Respiratória (movimentos/minuto) e Frequência Cardíaca (batimentos/minuto), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Temperatura corpórea (°C)	GC	38,5±0,25	38,7±0,59	39,0±0,45	39,6±0,20	38,8±0,20	38,7±0,29	38,4±0,26	39,0±0,30	38,8±0,33
	GT	38,7±0,82	38,9±0,88	38,8±0,30	39,6±0,34	38,7±0,67	38,9±0,56	38,4±0,39	39,2±0,39	38,9±0,34
	P	0,618	0,654	0,383	1,000	0,911	0,459	0,933	0,518	0,879
Frequência respiratória (mov/min)	GC	30±6,30	30±11,20	23±2,51	41±8,73	30±7,00	29±4,97	29±4,71	29±4,63	32±6,36
	GT	31±1,83	32±7,84	27±2,19	43±6,08	31±9,04	31±5,56	26±4,17	32±6,47	32±3,21
	P	0,483	0,643	0,028*	0,765	0,728	0,416	0,385	0,378	0,867
Frequência cardíaca (bat/min)	GC	115±28,4	99±26,6	98±21,6	134±25,8	126±15,4	108±18,0	105±19,5	126±20,2	111±24,2
	GT	123±25,2	118±38,3	113±12,2	122±9,9	130±14,2	119±13,2	106±37,0	123±23,0	99±23,7
	P	0,631	0,322	0,157	0,306	0,624	0,223	0,932	0,815	0,438

*P≤0,05 = diferença significativa entre os grupos.

Tabela 2 – Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e nível de probabilidade (P) dos parâmetros fisiológicos Temperatura Corporal (°C), Frequência Respiratória (movimentos/minuto) e Frequência Cardíaca (batimentos/minuto), de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Temperatura corpórea (°C)	GC	38,4±0,85	39,0±0,34	38,9±0,38	39,0±0,52	38,8±0,36	39,4±0,76	38,1±0,62	38,0±0,20	37,3±1,50
	GT	39,2±0,36	39,1±0,26	38,7±0,52	39,2±0,47	39,0±0,44	39,3±0,72	38,0±0,49	38,1±0,62	37,9±0,30
	P	0,070	0,712	0,503	0,694	0,310	0,849	0,920	0,132	0,386
Frequência respiratória (mov/min)	GC	26±4,20	25±2,06	29±3,01	35±7,00	28±4,40	30±6,07	26±5,51	26±2,20	22±2,28
	GT	23±5,21	22±2,25	29±5,50	30±4,55	30±6,50	30±4,20	24±5,06	25±2,83	26±3,60
	P	0,554	0,091	0,799	0,250	0,614	1,000	0,527	0,446	0,052
Frequência cardíaca (bat/min)	GC	99±21,33	107±10,90	99±14,90	129±38,30	107±23,43	130±33,60	89±19,84	96±14,60	107±32,50
	GT	103±20,41	102±16,64	89±11,50	124±26,60	109±21,40	141±24,40	78±7,20	99±10,44	103±11,70
	P	0,788	0,619	0,252	0,831	0,910	0,423	0,247	0,643	0,423

*P≤0,05 = diferença significativa entre os grupos.

O estresse físico e uma maior sensibilidade à temperatura ambiental, a qual se elevou consideravelmente no M2 da pesquisa (35,2 °C), resultou na perda de calor por evaporação através do aumento da FR, com manutenção da homeostasia térmica (SILVA et al., 2006a). Mesmo diante da tal particularidade, as médias, em ambos os grupos ao longo dos momentos, encontraram-se dentro dos limites fisiológicos para a espécie em estudo, no semiárido (MEDEIROS et al., 1998; SANTOS, et al., 2005).

Conforme é demonstrado na Tabela 1, na ES não foi observado significância estatística ($p > 0,05$) quanto à variável FC, entre os GC e GT, e as médias obtidas e comparadas com as reportadas por Reece (1996) e Feitosa (2004) estão, em alguns momentos, acima dos valores de referência (95 a 120 bat./min.). A literatura enfatiza que os animais jovens quando expostos a radiação solar e a temperaturas muito altas podem ter alterações no tônus vagal e intensificação da atividade dos centros cardioacelerador e vasoconstritor, elevando acentuadamente o valor da FC (CUNNINGHAN e KLEIN, 2008). Este mecanismo fisiológico pode ser verificado nos resultados dos animais do GC, aos 42 dias (M3), os quais obtiveram as médias mais altas (134±25,8 bat./min.) em toda a pesquisa. Souza et al. (2005) ao determinarem os parâmetros fisiológicos de caprinos no semiárido, também relataram médias de 133,06±9,60 bat./min. para a FC. Embora não significativo, nesta fase do experimento foram registradas as mais elevadas temperaturas ambientais do ano, o que poderia ter causado a taquicardia nos animais não tratados e tratados com a vitamina E.

Na EC, ao analisar a TC dos GC e GT, não se constatou diferença estatística ($p > 0,05$) ao longo dos momentos (Tabela 2). A temperatura ambiental pode causar variações na TC (CUNNINGHAN e KLEIN, 2008) mas, embora se tenha registrado baixas temperaturas nesta fase experimental, principalmente no mês de julho, com médias máxima de 29,97 °C e mínima de 23,0 °C, não se verificou perda de calor endógeno, em nenhum dos grupos avaliados, demonstrando que a atividade metabólica, mesmo de maior intensidade nos caprinos jovens expostos ao frio (RADOSTITS et al., 2002) não promoveu variações na TC, em função do declínio térmico, o que foi constatado nos resultados, cujos valores estão dentro dos considerados fisiológicos para a espécie (ANDERSSON e JÓNASSON, 1996; FEITOSA, 2004).

Ao se avaliar as médias da FR, na EC, dos GC e GT, ao longo dos momentos (Tabela 2), não foi observada diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Embora nesta fase os animais estivessem mais susceptíveis à ação de radicais livres, promovidos por fatores como as afecções respiratórias e infestações por endoparasitos, além da queda de temperatura ambiental, os mesmos mantiveram a produção de calor pela intensa atividade metabólica, bem

como pelo efeito calorigênico das catecolaminas, e demonstraram, assim, eficiência dos seus mecanismos fisiológicos em dissipar o calor, uma vez que, a FR tanto nos animais não tratados como tratados, apresentaram valores normais dentro da faixa proposta para caprinos (SANTOS et al., 2005).

A ausência de diferença significativa entre os GC e GT (Tabela 2) para a FC, demonstrou que não houve influência da vitamina E sobre a atividade mecânica do coração na EC. Em todos os momentos a FC apresentou-se dentro dos índices de valores considerados fisiológicos para a espécie em estudo (REECE, 1996; FEITOSA, 2004), exceto aos 42 (M3) e 70 dias (M5) em que, tanto os animais do GC como os do GT obtiveram médias elevadas, estando acima dos limites de referência para caprinos. Houve declínio da temperatura ambiente, sendo possível afirmar o aumento do metabolismo corporal dos caprinos, de forma compensatória para manter a TC, e assim, conferir maior conforto térmico. Desta forma, a FC permaneceria elevada em função do estímulo promovido pelo metabolismo endógeno.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os valores médios referentes aos parâmetros eletrocardiográficos. Ao analisar o eletrocardiograma na derivação II, observou-se que o ritmo cardíaco foi caracterizado como sinusal, pois os traçados sempre continham ondas P-QRS-T em frequência e distribuição constante.

Na ES da pesquisa, nos GC e GT, não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para as médias da amplitude da onda P (mV). Foram obtidos resultados com amplitudes entre 0,05 a 0,08 mV (Tabela 3), estando dentro dos padrões de referência segundo Smith e Sherman (2009), contudo são inferiores aos relatados por Tório et al. (1997), os quais obtiveram médias de $0,118 \pm 0,041$ mV e Mohan et al. (2005), que registraram valores de $0,096 \pm 0,015$ mV. Os dados, portanto, confirmaram que as elevações de temperatura ambiental, no semiárido, bem como as aplicações de vitamina E não promoveram aumento no potencial de despolarização atrial nos caprinos, haja vista serem fatores que estimulam, através dos nervos simpáticos, a liberação de norepinefrina, com consequente aumento da frequência da descarga do nodo sinusal (CUNNINGHAM e KLEIN, 2008).

Os valores obtidos na ES para a duração da onda P (ms), dos animais do GC e GT (Tabela 3) não sofreram alterações estatísticas significativas ($p > 0,05$). O tempo transcorrido desde o estímulo no nodo sinusal até a despolarização da musculatura atrial foi registrado com médias que variaram de $35,00 \pm 5,80$ ms a $48,83 \pm 7,44$ ms, e estão dentro dos índices considerados fisiológicos para a espécie em estudo (SMITH e SHERMAN, 2009).

Na ES, nos GC e GT, também não foi observado variação estatística significativa ($p > 0,05$) para o intervalo PR. Os resultados obtidos nesta fase (Tabela 3), referentes ao tempo

Tabela 3 – Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) referentes aos parâmetros eletrocardiográficos amplitude e duração da onda P (PmV e Pms), duração do intervalo PR (PRms), duração do complexo QRS (QRSms), amplitude da onda R (RmV) e duração do intervalo QT (QTms) de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época seca (ES) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
PmV (milivolt)	GC	0,06±0,02	0,07±0,03	0,07±0,02	0,06±0,02	0,08±0,02	0,06±0,01	0,05±0,01	0,06±0,01	0,05±0,01
	GT	0,06±0,01	0,06±0,02	0,06±0,00	0,06±0,01	0,08±0,02	0,06±0,01	0,06±0,02	0,05±0,01	0,06±0,01
	P	0,560	0,256	0,796	0,451	0,684	0,601	0,679	0,367	0,215
Pms (milisegundo)	GC	38,50±6,53	48,83±7,44	36,00±5,69	36,67±3,67	37,50±8,09	39,67±5,89	42,67±10,71	38,67±5,75	35,67±3,56
	GT	32,33±6,68	48,33±14,69	41,50±4,72	35,00±5,80	36,83±13,75	38,83±7,99	46,33±11,45	37,17±6,27	37,17±6,27
	P	0,182	1,000	0,070	0,744	0,807	0,870	0,688	0,617	0,461
PRms (milisegundo)	GC	102,3±34,7	98,33±12,96	84,33±22,02	85,00±12,38	82,67±21,69	91,00±10,68	87,83±8,68	97,33±12,27	96,67±4,68
	GT	100,2±38,7	87,83±18,20	85,50±14,99	85,83±4,49	85,50±12,05	84,50±15,12	75,17±21,56	93,33±12,72	89,33±21,42
	P	0,946	0,422	0,746	0,934	0,747	0,197	0,146	0,627	0,935
QRSms (milisegundo)	GC	51,17±18,10	45,50±6,98	37,33±7,09	41,00±5,06	43,83±6,62	42,67±5,54	46,83±7,31	46,67±7,87	44,50±2,95
	GT	51,67±8,94	35,00±6,42	43,33±5,50	39,83±4,12	42,83±4,88	47,33±9,09	39,50±7,56	43,33±9,69	40,67±6,53
	P	0,629	0,029*	0,124	0,548	0,625	0,466	0,143	0,519	0,251
RmV (milivolt)	GC	0,18±0,07	0,20±0,11	0,21±0,13	0,18±0,56	0,22±0,06	0,20±0,05	0,23±0,08	0,21±0,08	0,18±0,09
	GT	0,14±0,06	0,19±0,08	0,17±0,05	0,16±0,06	0,19±0,05	0,14±0,04	0,12±0,06	0,15±0,09	0,14±0,06
	P	0,335	0,872	0,436	0,332	0,334	0,063	0,036*	0,261	0,478
QTms (milisegundo)	GC	274,0±53,7	294,3±36,7	291,8±43,5	231,8±45,6	243,5±49,3	275,5±32,6	301,7±44,1	266,0±34,6	296,50±21,22
	GT	265,7±46,2	261,3±60,4	277,2±34,8	253,8±30,06	260,0±18,74	261,7±26,5	293,3±43,8	258,3±37,9	293,8±36,8
	P	0,575	0,378	0,631	0,378	0,809	0,575	0,936	0,873	0,748

*P≤0,05 = diferença significativa entre os grupos.

requerido pelo impulso para percorrer desde o nodo sinusal, passando pelos feixes de His e alcançando a musculatura ventricular, despolarizando-a, demonstraram não ter havido influências externas sobre essa variável, já que mantiveram-se dentro dos valores referenciais descritos por Mohan et al. (2005) e Smith e Sherman (2009).

Foi constatada significância estatística aos 14 dias (M1) para o complexo QRS (ms), na ES entre os GC e GT (Tabela 3), no entanto, os valores, em ambos os grupos, não estão fora dos padrões estabelecidos na literatura para caprinos (MOHAN et al., 2005; SMITH e SHERMAN, 2009) e ovinos (TORÍO et al., 1997). A despolarização dos ventrículos apresentou, no citado momento, médias de $45,50 \pm 6,98$ ms e $35,00 \pm 6,42$ ms para os animais não tratados e tratados, respectivamente, o que demonstra que tais resultados não são atribuídas à ação da vitamina E, mas, decorrentes de variações individuais dos animais, uma vez que, na referida época, as temperaturas ambientais no semiárido paraibano já estariam se elevando consideravelmente.

Ao avaliar na ES (Tabela 3) a amplitude da onda R (mV), observou-se diferença significativa entre os GC e GT, aos 84 dias (M6). Com relação a intensidade elétrica de despolarização ventricular (TILLEY, 1992) pode-se verificar médias de $0,23 \pm 0,08$ mV e $0,12 \pm 0,06$ mV para os animais não tratados e tratados, respectivamente. Valores estes que, de acordo com Mohan et al. (2005) são inferiores aos dos padrões para caprinos da raça Jamunapari ($0,51 \pm 0,064$ mV). Assim como se registrou médias mais baixas para o GT no M6, também foi verificado em todos os outros momentos, apesar de não significativo, valores menores para os caprinos suplementados. Então, fica implícito que estes animais necessitaram de um potencial de despolarização ventricular menor, em relação ao GC, para promover a sístole ventricular. É possível inferir que o alfa-tocoferol, incorporado nas células musculares do coração, auxiliou no metabolismo oxidativo dos ácidos graxos poliinsaturados (NORDBERG e ARNÉR, 2001), propiciando um menor gasto de energia e proteção contra a ação dos radicais livres, uma vez que, em altas e prolongadas temperaturas, há aumento da permeabilidade iônica das membranas celulares e exaustão dos processos metabólicos (CUNNINGHAN e KLEIN, 2008).

Ao se avaliar o intervalo QT (ms), pode-se observar tanto na ES como na EC (Tabelas 3 e 4, respectivamente), que os GC e GT, ao longo das referidas fases não demonstraram diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Os estudos relacionados a eletrofisiologia cardíaca em caprinos evidenciaram que o tempo de duração da sístole ventricular apresentaram médias,

Tabela 4 – Valores médios e desvios-padrão ($\chi \pm s$) e probabilidade de ocorrência ao acaso (P) referentes aos parâmetros eletrocardiográficos amplitude e duração da onda P (PmV e Pms), duração do intervalo PR (PRms), duração do complexo QRS (QRSms), amplitude da onda R (RmV) e duração do intervalo QT (QTms) de caprinos jovens, Sem Raça Definida, não tratados (GC) e tratados com vitamina E (GT), por via intramuscular, a cada 14 dias, durante 112 dias, na época chuvosa (EC) do semiárido paraibano, ao longo dos momentos.

Variáveis	Grupos	Momentos								
		M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
PmV (milivolt)	GC	0,07±0,02	0,06±0,03	0,06±0,02	0,07±0,03	0,06±0,02	0,07±0,02	0,06±0,02	0,07±0,02	0,06±0,02
	GT	0,06±0,02	0,06±0,02	0,06±0,02	0,07±0,03	0,08±0,03	0,06±0,01	0,07±0,02	0,06±0,02	0,07±0,00
	P	0,329	0,806	0,935	0,687	0,197	0,192	0,191	0,492	0,371
Pms (milisegundo)	GC	35,50±7,53	41,83±5,74	45,50±9,65	35,50±4,14	36,17±6,59	30,06±15,08	40,33±5,89	31,33±4,08	38,33±3,44
	GT	38,17±5,74	44,00±8,72	45,00±8,29	41,17±7,19	38,17±5,74	42,17±4,45	40,00±5,93	40,17±9,02	31,17±10,85
	P	0,453	0,739	0,936	0,145	0,557	0,027*	0,805	0,030*	0,118
PRms (milisegundo)	GC	79,17±11,14	81,83±9,85	83,33±6,31	77,00±14,70	78,17±10,82	73,50±6,22	81,50±9,50	84,50±7,56	79,50±12,36
	GT	84,50±9,85	88,83±11,97	90,50±11,88	88,00±17,96	83,33±12,08	79,00±15,56	93,83±9,15	91,67±8,94	82,17±4,45
	P	0,293	0,376	0,252	0,227	0,418	0,418	0,042*	0,169	0,935
QRSms (milisegundo)	GC	45,00±6,10	43,33±6,12	42,83±3,92	40,17±4,12	36,17±4,40	41,00±4,69	36,67±4,27	34,00±6,00	40,67±5,85
	GT	45,17±6,71	38,17±4,58	41,00±1,55	36,67±3,67	34,50±4,14	40,00±2,68	35,50±4,14	36,67±4,68	39,00±5,06
	P	1,000	0,139	0,309	0,122	0,557	0,506	0,614	0,463	0,614
RmV (milivolt)	GC	0,57±0,43	0,36±0,20	0,36±0,27	0,31±0,17	0,31±0,15	0,25±0,22	0,27±0,19	0,20±0,16	0,23±0,27
	GT	0,56±0,23	0,20±0,17	0,15±0,05	0,15±0,06	0,20±0,09	0,12±0,04	0,16±0,11	0,17±0,09	0,13±0,05
	P	0,873	0,092	0,197	0,064	0,229	0,260	0,171	0,810	0,872
QTms (milisegundo)	GC	304,0±14,42	277,67±21,92	272,17±24,40	252,3±41,7	287,8±38,0	250,0±44,0	326,2±49,1	315,3±41,7	299,8±59,6
	GT	279,5±26,4	280,0±17,05	279,0±14,35	241,0±38,5	262,33±12,83	236,3±60,2	342,33±18,99	299,5±22,84	286,67±21,21
	P	0,076	1,000	0,686	0,422	0,335	0,334	0,628	0,198	0,261

*P≤0,05 = diferença significativa entre os grupos.

nas épocas seca e chuvosa, dentro dos valores fisiológicos para a espécie, que de acordo com Smith e Sherman (2009) variam entre 220,0 a 380,0 ms. O intervalo QT é inversamente proporcional a FC (LAGO et al., 2009). Assim sendo, os eventos discutidos por ocasião da descrição dos achados relativos à FC, são perfeitamente cabíveis quando se avalia o QTms.

Na EC, conforme é verificado na Tabela 4, não foram constatadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os grupos avaliados para as médias da onda PmV, o que permite afirmar que não houve interferência do acetato de DL-alfa-tocoferol sobre o impulso rítmico gerado no nodo sinusal. Comparando os dados deste estudo com aqueles obtidos por Tório et al. (1997) e Mohan et al. (2005), observou-se que as médias são inferiores às citadas pelos autores, são superiores as descritas Kant et al. (2009), mas se encontram dentro dos padrões segundo Smith e Sherman (2009). As variações de resultados confirmam que fatores como idade, raça, manejo, temperatura e técnicas de mensuração eletrocardiográficas podem interferir diretamente na fisiologia cardíaca (CUNNINGHAM e KLEIN, 2008). Portanto, é imperativo ter cautela na interpretação dos dados, uma vez que pode-se ter variações temporárias normais na eletrofisiologia (TILLEY, 1992).

Com relação às médias de Pms, dos GC e GT na EC, ao longo do experimento (Tabela 4), apesar de ter-se mantido dentro dos padrões normais (TORÍO et al., 1997; SMITH e SHERMAN, 2009), a significância estatística foi observada aos 70 (M5) e 98 dias (M7), e os animais do GT obtiveram valores superiores [$42,17\pm 4,45$ ms (M5) e $40,17\pm 9,02$ ms (M7)] aos do GC [$30,06\pm 15,08$ ms (M5) e $31,33\pm 4,08$ ms (M7)]. Tal achado pode ser atribuído ao declínio de temperatura e às contenções para a realização do eletrocardiograma, fatores estes que estimulam mais intensamente as terminações nervosas simpáticas e a medula adrenal, e consequente aumento na liberação e concentração de catecolaminas no sistema circulatório (REECE, 1996). Então há, não somente aumento do ritmo, mas também da velocidade de condução elétrica do coração (OLIVEIRA, 2008).

No tocante ao intervalo PR ao longo do estudo, na EC (Tabela 4), embora as médias estivessem dentro dos valores fisiológicos para caprinos (SMITH e SHERMAN, 2009), observou-se diferença estatística significativa aos 84 dias (M6), com médias superiores para o GT ($93,83\pm 9,15$ ms) em relação aos do GC ($84,50\pm 7,56$ ms). Nesta época as temperaturas médias máxima e mínima foram de $30,03$ °C e $23,1$ °C, respectivamente. Verificou-se que os caprinos suplementados demonstraram no M6 uma maior adaptabilidade às baixas temperaturas ambientais, mantendo suas taxas metabólicas basais em condições fisiológicas. Provavelmente tenha havido correlação com a função antioxidante da vitamina E, que

impedindo a lipoperoxidação e preservando o tecido muscular, promoveu um maior tempo de abertura dos canais de cálcio voltagem dependentes, e então, um tempo mais longo de condução do impulso do nodo sinusal até os ventrículos, foi registrado nestes animais (FEITOSA, 2004).

Na EC, a duração do complexo QRS, ao longo dos momentos, não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) entre os dois grupos avaliados (Tabela 4). As médias obtidas nesta fase variaram de $34,00\pm 6,00$ ms a $45,17\pm 6,71$ ms, e estão dentro dos limites de normalidade para caprinos (SMITH e SHERMAN, 2009) bem como se assemelham aos resultados citados por Tório et al. (1997), quando compararam dois métodos de eletrocardiografia em ovinos da raça Gallega.

Embora não tenha sido estatisticamente significativa ($p>0,05$) e encontrar-se na faixa de normalidade (SMITH e SHERMAN, 2009), observou-se na EC, ao longo de toda a pesquisa, que as médias relativas a amplitude da onda R no GT, foram bem menores do que as do GC. Outro fato observado nos dois grupos antes da aplicação de vitamina E (M0), são os valores bem mais altos em relação aos demais momentos. Sendo possível conjecturar a influência da idade sobre a intensidade elétrica de despolarização ventricular, uma vez que, quanto mais jovem o animal mais elevado é o metabolismo basal, principalmente em períodos frios (CUNNINGHAN e KLEIN, 2008).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a administração IM de vitamina E não influenciou sobre os parâmetros fisiológicos normais da espécie caprina, sendo estes influenciados pela temperatura ambiental, evidenciando a necessidade de mais estudos relacionados à dose e ao intervalo de aplicação em animais confinados e de produção. Outrossim, conclui-se que a vitamina E não apresenta efeitos diretos sobre a eletrofisiologia cardíaca de caprinos jovens, mantendo-as estáveis durante as variações de temperatura ambientais, e que os parâmetros eletrocardiográficos obtidos podem vir a ser usados como valores de referência para a espécie, no semiárido.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por ceder as instalações e a equipe técnica e de apoio do setor de Clínica Médica de Grandes Animais do Hospital Veterinário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Technical committee on responses to nutrients. **Nutrient Abstracts and Reviews**, v.61, n.9, p. 576-612, 1993.

ANDERSSON, B.E.; JÓNASSON, H. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M.J., REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.805-813.

BACCARI JÚNIOR, F.; GONÇALVES, H.C.; MUNIZ, L.M.R. Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. **Revista Veterinária Zootécnica**, v.8, n. 1, p.9-14, 1996.

BEZERRA, L.R. et al. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no cariri paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.955-960, 2008.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock Production Science**, v.5, n.1, p.57-69, 1978.

BROWN-BRANDL, T.M. et al. Comportamento de ovinos submetido a três níveis de temperatura ambiente. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, p.231-242, 2003.

CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 710p.

FEITOSA, F.L.F. **Semiologia Veterinária. A Arte do Diagnóstico**. São Paulo: Roca, 2004. 807p.

FRANK, J. Beyond vitamin E supplementation: an alternative strategy to improve vitamin E status. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 7, p. 834-843, 2005.

GÜRTLER, H. et al. **Kolb-Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

HATFIELD, P.G. et al. Role of supplemental vitamin E in lamb survival and production: A review. **American Society of Animal Science**, v.50, p.285-288, 2000.

HIDIROGLOU, N.; BUTLER, G.; McDOWELL, L.R. Plasma and tissue vitamin E concentrations in sheep after administration of a single intraperitoneal dose of dl- α -tocopherol. **Journal of Animal Science**, v.68, p.782-787, 1990.

KANT, V. et al. Alterations in electrocardiographic parameters after subacute exposure of fluoride and ameliorative action of aluminium sulphate in goats. **Biological Trace Element Research**, 2009. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/d31872h5jh26572w/>. Acesso em 11 de janeiro de 2010.

LAGO, et al. Perfis eletrocardiográfico e ecodopplercardiográfico de ovinos após ingestão da suspensão aquosa de *Mascagnia rígida* Griseb. (Malpighiaceae). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.853-862, 2009.

McDOWELL, L.R. **Vitamins in animal nutrition: comparative aspects to human nutrition**. New York: Academic Press, 1989, p. 93-131.

MEDEIROS, L.F.; SCHERER, P.O.; VIEIRA, D.H. et al. Frequência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: São Paulo, 1998.

MOHAN, N.H.; NIYOGI, D.; SINGH, H.N. Analysis of normal electrocardiograms of Jamunapari goats. **Journal of Veterinary Science**, v.6, n.4, p.295-298, 2005.

MULLER, C.J.C., BOTHA, J.A, SMITH, W.A. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 3. Behavior. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v.24, p.61-66, 1994.

MURRAY, R. K. et al. **Harper: Bioquímica**. 9 ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

NORDBERG, J.; ARNÉR, E.S.J. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology & Medicine**, v.31, n.11, p.1287-1312, 2001.

OLIVEIRA, et al. Padronização da técnica de execução e parâmetros eletrocardiográficos normais, em derivações periféricas, para bovinos indianos. **Ceres**, v.55, n.3, p.224-230, 2008.

PEREIRA, B. Radicais livres de oxigênio e sua importância para a funcionalidade imunológica. **Motriz**, v.2, n.2, dez. 1996.

RADOSTITS, O.M. et al. **Clínica Veterinária – Um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 737p.

REECE, W.O. Respiração e exercício. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.241-276.

REIS, M.C. et al. Efeito da idade e da suplementação oral com o acetato de DL-alfa-tocoferol sobre os níveis séricos de vitamina E e sobre o metabolismo oxidativo dos neutrófilos em bezerros. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.6, n.1, p.8-17, 2005.

SANTOS, F.C.B. et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SILVA, G.A. et al. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n.4, p.903-909, 2006a.

SILVA, G.A. et al. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.154-161, 2006b.

SIMON, E. et al. Plasma and erythrocyte vitamin E content in asymptomatic hypercholesterolemic subjects. **Clinical Chemistry**, v.43, p.285-289, 1997.

SMITH, M.C.; SHERMAN, D.M. **Goat Medicine**. 2 nd. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2009. 620p.

SOUZA, B.B. et al. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no Semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.314-320, 2008.

SOUZA, E.D. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.177-184, 2005.

TILLEY, L.P. **Essential of canine and feline eletrocardiography**. 3 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992. 470p.

TORÍO, R. et al. Comparison of two methods for electrocardiographic analysis in Gallega sheep. **Small Ruminant Research**, v.24, p.239-246, 1997.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River: New Jersey, 1999, 663p.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância dos trabalhos relacionados aos danos teciduais induzidos pela ação dos radicais livres confirma que a exposição de caprinos jovens às variações climáticas constitui mais um fator de estresse que pode estimular a produção dos referidos compostos. Como consequência, há comprometimento na saúde e, por conseguinte, no desenvolvimento e na produção dos animais.

O semiárido é uma região em que as pesquisas precisam ser aprimoradas. Inclusive quando se utiliza a vitamina E, como suplemento alimentar, cujos trabalhos, como foi citado durante a descrição literária, são escassos. A administração intramuscular de acetato de DL-alfa-tocoferol é uma técnica de fácil execução, apesar de causar desconforto ao animal, devido à contenção deste. Porém, tal modalidade de tratamento pode se tornar uma alternativa aos produtores que venham a necessitar de uma resposta fisiológica mais premente.

A realização desta pesquisa demonstrou que há várias possibilidades de viabilizar a produção econômica no Nordeste, principalmente, quando estão envolvidos animais de adaptabilidade às adversidades climáticas.

Que nós, pesquisadores, empenhados em aprender e divulgar os conhecimentos tenhamos a sensibilidade e a humildade, sem contar com a persistência, de reconhecer os mínimos detalhes que propiciam melhor qualidade de vida ao produtor rural, tão sofrido nesta área do Brasil.