



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ANA GLÁUDIA VASCONCELOS CATUNDA

**COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DO PLASMA SEMINAL DE CAPRINOS SEM PADRÃO
RACIAL DEFINIDO (SPRD) EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO**

FORTALEZA-CE
Fevereiro de 2007

ANA GLÁUDIA VASCONCELOS CATUNDA

COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DO PLASMA SEMINAL DE CAPRINOS SEM PADRÃO RACIAL DEFINIDO (SPRD) EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, como pré-requisito para obtenção do título de mestre em Zootecnia – Área de Concentração: Manejo Reprodutivo.

Orientador: Professora: Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos.

FORTALEZA-CE
Fevereiro de 2007

ANA GLÁUDIA VASCONCELOS CATUNDA

**COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DO PLASMA SEMINAL DE CAPRINOS SEM PADRÃO
RACIAL DEFINIDO (SPRD) EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, como pré-requisito para obtenção do título de mestre em Zootecnia – Área de Concentração: Manejo Reprodutivo.

Dissertação aprovada em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos
ORIENTADORA

Professor Dr. Airton Alencar de Araújo
CO-ORIENTADOR (UECE/UFC)

Professor Dr. Gabrimar Araújo Martins
CONSELHEIRO (UVA)

Professor Dr. José Ferreira Nunes
CONSELHEIRO (UECE)

C361a Catunda, Ana Gláudia Vasconcelos

Composição bioquímica do plasma seminal de caprinos sem padrão racial definido (SPRD) em clima tropical úmido [manuscrito] / Ana Gláudia Vasconcelos Catunda
45 f., il., enc.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

Orientadora: Ana Cláudia Nascimento Campos

Co-orientador: Aírton Alencar Araújo

Área de concentração: Manejo Reprodutivo

1. Caprino – Plasma seminal - Avaliação I. Campos, Ana Cláudia Nascimento

II. Universidade Federal do Ceará – Mestrado em Zootecnia III. Título

As minhas tias Haydée, Orane, e Selma.

OFEREÇO

Aos meus pais Gláudio e Marluce, pelo incentivo e dedicação a mim dispensados. Ao meu irmão Meton Pompeu.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor supremo da existência de todas as coisas, e fonte de toda sabedoria.

Aos meus pais Gláudio e Marluce, companheiros de toda vida, pela compreensão em todos os momentos vividos.

Ao meu irmão, Meton Pompeu, pelo carinho e amizade a mim dispensados.

A minha amiga e colega Eliane Carvalho, pela torcida e incentivo.

A Professora Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos, pelos preciosos ensinamentos, orientação e colaboração para minha formação profissional, os quais tornaram possível a excussão desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo, pela atenção e co-orientação.

Ao colega Severino Jr., sempre disposto a ajudar, pelo apoio incondicional tantas vezes a mim dedicado.

Aos meus inesquecíveis mestres da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA Fátima Révia, Gabrimar Martins, Marcos Cláudio e Nicolau Bussons, pelo incentivo e apoio, que sempre me dedicaram.

Aos médicos veterinários Alexandre Weick e Gyselle Aguiar pela amizade e pela ajuda na condução do experimento.

Ao Professor Pedro Zione, pela concessão das instalações para realização do experimento.

Aos demais colegas contemporâneos deste curso de pós-graduação, pelos quais tenho um carinho especial, Roberto Batista, Francismá Gomes, Cecília Haponick, Marcelo Milfont, José Antônio Cutrim, Agnaldo Davi, Bruno Stefano e Rômulo, vocês tornaram a caminhada mais agradável e batalha menos ardorosa com seu companheirismo e cumplicidade.

Aos Professores Tadeu e Gorete, pela colaboração na realização deste experimento.

Aos alunos do Curso de Farmácia – UFC Daniel Freire e Jamille Magalhães, pela disponibilidade com a qual nos receberam e orientaram para realização das análises bioquímicas.

Aos professores deste curso de Pós-Graduação, que contribuíram para minha formação profissional.

À Universidade Federal do Ceará – UFC e Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, por proporcionar minha capacitação profissional.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pelo apoio financeiro.

Aos alunos dos cursos de graduação em Agronomia e Zootecnia da UFC, Jeane Ferreira, Rafael Soares, Gislaine Marques, Jameson Guedes, Ítalo Cordeiro, Igo Andrade, Michelle Moura, Aline Bezerra, Eduardo Martins, Juliana Ribeiro, Mairon Linard, Kyldary Celes, Josy Arruda, Elaine Santiago, Marcela Ramos, pela disponibilidade, sem vocês a execução desse trabalho teria sido ainda mais difícil. Essa conquista também é de vocês.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para superação de mais esse grau acadêmico.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

Em altas latitudes tem-se observado uma variação na composição bioquímica do plasma seminal (PS) de caprinos por influência da estacionalidade. Em baixas latitudes essa variação tem sido atribuída unicamente ao baixo valor nutricional das dietas na época seca. Objetivou-se por meio deste estudo avaliar a ocorrência de variação na composição bioquímica do PS de caprinos SPRD criados intensivamente no Estado do Ceará, Brasil. O experimento foi conduzido nas instalações do Dep. de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC. Foram utilizados 20 bodes SPRD, alimentados segundo o NRC/caprinos (1981). Os ejaculados foram coletados semanalmente em vagina artificial e eletroejaculador e em seguida avaliados, mensurados, centrifugados e separados o PS (sobrenadante) das células espermáticas (precipitado), sendo acondicionados em tubos eppendorffs a -18°C , durante um ano (Set/2005 a Ago/2006). Para realização das análises as amostras semanais passaram a constituir um pool individual mensal, onde foram avaliadas as concentrações de Ca, P, Mg, PTt, AC e frutose. Foi observada variação significativa ($p < 0,05$) na composição bioquímica do PS entre as épocas do ano, registrando-se os níveis mais elevados dos parâmetros bioquímicos na época chuvosa. A variação individual foi significativa ($p < 0,01$), só havendo interação significativa, animal/época para a frutose ($p < 0,05$). O estudo das correlações mostrou associações significativas ($p < 0,0001$) entre PTt, AC e frutose, entre os volumes de ejaculado e de PS, com os componentes, e de temperatura, umidade, precipitação e ITU, com os parâmetros bioquímicos do PS. Concluindo-se que a frutose é um bom parâmetro bioquímico para o estudo da qualidade seminal, entretanto, mais estudos são necessários para identificar as causas desta variação, e compreender melhor o papel da frutose, ácido cítrico e proteínas totais no metabolismo espermático.

ABSTRACT

Goat seminal plasma (SP) biochemical composition observed to vary in high latitudes due to seasonality. In low latitudes this variation has been attributed only to the low nutritional value of diets in the dry period. The aims of this study were to evaluate the occurrence of variation in the SP biochemical composition of SPRD goats breed intensively in the State of Ceará, Brazil. The experiment was carried out in the facilities of Dep. of Zootecnia of the Federal University of Ceará - UFC. Twenty male SPRD goats were used, they were fed according to NRC/goats (1981). Ejaculated were collected weekly in artificial vagina and eletroejaculador, and evaluated, measure, centrifuged and separated the SP (sobreswing) from the cells spermatic (precipitate), being stored in eppendorff tubes at -18°C , during one year (Sep/2005 the Aug/2006). For analyses purpose weekly sample were mixed to constitute a monthly individual pool, from which were evaluated the concentrations of Ca, P, Mg, PTt, CA and fructose. Significant variation was observed ($p < 0,05$) in the biochemical composition of the SP among the periods of the year, registering the highest levels of biochemical parameters in the rainy period. The individual variation was significant ($p < 0,01$), only having significant interaction animal/period to the fructose ($p < 0,05$). The study of correlations showed significant associations ($p < 0,0001$) among PTt, CA and fructose, among the ejaculate volume and of SP with the components, and of temperature, humidity, precipitation and ITU with the biochemical parameters of the SP. It is concluded that fructose is a good biochemical parameter for the study of seminal quality. However, more studies are necessary to identify the causes of this variation, and to better understand the role of the fructose, citric acid and total proteins in the metabolism spermatic.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Valores médios e desvio padrão dos parâmetros bioquímicos do sêmen de caprinos SPRD, nas épocas de transição seca / chuvosa, chuvosa, transição chuvosa / seca e seca, no Estado do Ceará17
- TABELA 2.** Médias e desvios-padrão mensais dos parâmetros bioquímicos do plasma seminal de caprinos SPRD criados no Estado do Ceará21
- TABELA 3.** Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do plasma seminal de caprinos SPRD na época seca23
- TABELA 4 –** Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do plasma seminal de caprinos SPRD na época de transição S / C24
- TABELA 5 –** Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do plasma seminal de caprinos SPRD na época chuvosa25
- TABELA 6 –** Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do plasma seminal de caprinos SPRD na época de transição C / S26
- TABELA 7 –** Correlações simples de Pearson para os parâmetros bioquímicos do plasma seminal, volume de sêmen (Vol.S), volume de plasma seminal (PS), temperatura (Temp°) e umidade de caprinos SPRD criados no Estado do Ceará27

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Características do Plasma Seminal.....	3
2.2. Principais eletrólitos do PS e sua importância sobre o metabolismo espermático	4
2.3. Proteínas e enzimas do PS e sua ação sobre os espermatozoides	7
2.4. Frutose e Acido Cítrico no Plasma Seminal.....	9
2.5. Índice de Temperatura e Umidade - ITU	11
3. JUSTIFICATIVA	12
4. OBJETIVOS	13
4.1. Objetivo geral:.....	13
4.2. Objetivos específicos:	13
5. MATERIAL E METODOS	14
5.1. Local do experimento.....	14
5.2. Determinação das épocas do experimento	14
5.3. Animais experimentais.....	14
5.4. Coletas e tratamento do sêmen.....	15
5.5. Análises dos parâmetros seminais.....	15
5.6. Análise estatística.....	15
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6.1. Diferença entre épocas dos parâmetros bioquímicos	17
6.2. Variação mensal e interação dos parâmetros bioquímicos.....	20
6.3. Estudo das Correlações dos parâmetros seminais	27
7. CONCLUSÃO	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	30

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AC	Ácido cítrico
C/S	Chuvosa/seca
Ca	Cálcio
g/dl	Gramas por decilitro
kDa	Kilodaltons
Mg	Magnésio
mg/dl	Miligramas por decilitro
Mg ⁺⁺	Íon magnésio
ml	mililitro
P	Fósforo
p	probabilidade
pH	Potencial de hidrogênio
PTt	Proteínas totais
S/C	Seca/chuvosa
SPRD	Sem padrão racial definido
Temp°	Temperatura
Vol.PS	Volume de plasma seminal
Vol.S	Volume de sêmen

1. INTRODUÇÃO

O plasma seminal é uma complexa mistura de componentes que têm efeito benéfico (AZEREDO *et al.*, 2001, BARRIOS *et al.*, 2000) e deletério (BRINSKO *et al.*, 2000; LEBOEUF *et al.*, 2000) sobre os espermatozóides.

Por várias razões, a bioquímica do plasma seminal (PS) dos mamíferos tem recebido considerável atenção, seja pela sua capacidade de influenciar a fertilidade potencial do espermatozóide ou pelo fato de que alguns constituintes seminais tenham suas origens em órgãos específicos, cujas concentrações são importantes para avaliar a capacidade secretora de várias glândulas sexuais anexas, as quais dependem da produção de andrógenos pelos testículos para desempenhar suas funções (MANN, 1974).

O PS serve como veículo no transporte dos espermatozóides até o trato genital da fêmea, promove a ativação metabólica das células espermáticas, disponibilizando nutrientes para o seu metabolismo, e retarda o processo de capacitação para que este ocorra no trato genital feminino (EVANS e MAXWELL, 1990).

O PS é composto de açúcares, lipídeos, minerais, e proteínas especiais, incluindo enzimas, hormônios, fatores de crescimento, inibidores, imunossuppressores, substâncias ligadas a andrógenos, inibina e imunoglobulinas, onde a presença ou ausência podem estar envolvidas com a fertilidade (FRAZER e BUCCI, 1996).

Há muito tempo que o sêmen tem sido objeto de intensas investigações bioquímicas, mas apesar dos consideráveis avanços, os conhecimentos sobre a função do PS ainda são obscuros. As modificações que ocorrem após o tratamento *in vitro* ocasionam variações do metabolismo e/ou sobrevivência dos espermatozóides. Além disso, a inexistência de mecanismos de eliminação das células espermáticas mortas submete os gametas vivos a uma convivência com os produtos de sua decomposição (CORTEEL, 1980). Skandhan (1981) reconheceu que as alterações de muitos dos componentes do PS são responsáveis pela incapacidade de fecundação do gameta.

O PS contém uma variedade de constituintes bioquímicos, alguns dos quais são relativamente específicos dentro do mecanismo de regulação da função do espermatozóide, entretanto as exatas funções destes componentes seminais no controle da motilidade espermática,

ainda não estão bem elucidadas (STREZEZEK *et al.*, 1992). O contato com o fluido seminal desencadeia eventos preparatórios nos espermatozoides para a fertilização (MÜLLER *et al.*, 1997), pois os constituintes do PS são conhecidos por modular uma variedade de funções espermáticas (CALVETE *et al.*, 1994).

O objetivo desse estudo foi avaliar a ocorrência de variação na composição bioquímica do PS entre as épocas do ano, bem como estudar os efeitos da variação individual e da interação animal/época, sobre os parâmetros bioquímicos do PS de caprinos SPRD criados intensivamente no Estado do Ceará.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características do Plasma Seminal

Alguns estudos demonstraram haver diferenças na qualidade do ejaculado de pequenos ruminantes entre as estações do ano em clima temperado (EATON e SIMMONS, 1952; COLAS, 1980; NUNES, 1982; COLAS, 1983; ROCA *et al.*, 1992; TULI e HOLTZ, 1995), e muitos deles atribuíram tais diferenças ao fotoperíodo. Em ovinos, a frequência de coleta pode influenciar a composição iônica e a atividade enzimática no PS, bem como, os parâmetros espermáticos e produção diária de espermatozóides (KAYA *et al.*, 2002).

Relatos em várias espécies sugerem que o PS contenha fatores que influenciam a fertilidade do macho (AURICH *et al.*, 1996). Estes estudos são geralmente baseados na comparação do PS entre machos com fertilidade diferente (AURICH *et al.*, 1996) ou sobre o isolamento de fatores do PS que facilitam ou inibem a capacitação espermática e a fertilização (OLLERO *et al.*, 1997). Aurich *et al.* (1996) demonstraram que a adição de PS de diferentes ganhões afetou a resistência de espermatozóides em suportar a congelação e descongelação. Henault *et al.* (1995) demonstraram que a adição de PS aos espermatozóides da cauda do epidídimo de touros aumentou a fertilidade, quando comparado à fertilidade dos espermatozóides epididimários sem a adição do PS.

Estudos previamente realizados demonstraram haver diferenças entre as membranas espermáticas dos espermatozóides epididimários e do ejaculado, devido à influência do PS (HENAULT *et al.*, 1995). Estas observações sugerem que alguns fatores presentes nas secreções das glândulas anexas aumentam a fertilidade de touros de alta fertilidade ou alguns fatores que inibem a fertilidade estão presentes em animais de baixa fertilidade (HENAULT *et al.*, 1995). Nesse sentido, as secreções das glândulas anexas dos touros e eqüinos são fatores determinantes para a fertilidade do macho (HENAULT *et al.*, 1995; AURICH *et al.*, 1996).

Yamashiro *et al.* (2006), tentando diminuir o efeito do PS sobre os espermatozóides de caprinos, coletaram o ejaculado em tubos já contendo diluidor e observaram uma melhora significativa sobre a motilidade espermática e integridade acrossômica. Sugerindo que as características funcionais *in vitro* são abruptamente modificadas pelo contato rápido com o fluido das glândulas acessórias na ejaculação.

Dott *et al.* (1979) demonstraram que a incubação de espermatozóide em altas taxas de diluição prejudica a motilidade, pois parece possível que haja algum fator essencial associado à célula para o desempenho da função espermática e que a proximidade das células é necessária para a provisão de níveis adequados deste fator. Tem sido sugerido que a presença do PS de caprinos no meio de conservação interfere no comportamento dos espermatozóides em suportar a congelamento (CORTEEL, 1974).

Ritar e Salamon (1991) demonstraram que o espermatozóide deteriorou durante os cinco meses de armazenamento a -196°C , e a taxa de declínio na viabilidade foi à mesma na presença ou ausência de gema de ovo, na presença (não lavado) ou ausência de plasma seminal (lavado).

Talvez a principal razão desse impasse seja devido à grande diversidade do plasma entre as espécies, ocorrência e concentração de muitos constituintes seminais importantes (RODGER, 1975). Alguns estudos demonstraram haver ampla variação nos níveis bioquímicos de muitos constituintes do PS entre bovinos e bubalinos (DHAMI e SAHNI, 1993). Esta variação pode ser responsável pelas notáveis diferenças na qualidade, congelabilidade e fertilidade do sêmen nestas espécies (DHAMI e SAHNI, 1993). Esta diversidade não é somente encontrada entre as espécies de mamíferos, mas também entre as raças de uma mesma espécie, como observada em caprinos (EATON e SIMMONS, 1952; PINHEIRO *et al.*, 1996a). O problema é agravado pela falta de informação e desconhecimento da fisiologia do espermatozóide *in vivo*. Estas limitações têm resultado em contínua identificação de constituintes bioquímicos seminais e especulações sobre o papel de cada novo constituinte (RODGER, 1975).

2.2. Principais eletrólitos do PS e sua importância sobre o metabolismo espermático

Ao contrário de outros nutrientes, os minerais não podem ser sintetizados pelos organismos vivos, sendo as suas principais funções: a composição de órgãos e tecidos, constituintes de tecidos e fluidos corporais como eletrólitos e catalisadores em sistemas hormonais e enzimáticos (SENGER, 2007).

Diversos eletrólitos estão presentes no PS, dentre os mais importantes foram encontrados Na^+ , K^+ , Mg^{++} (GONZALES *et al.*, 1984; PINHEIRO *et al.*, 1996a); Cl^- , fosfatos (DHAMI e SAHNI, 1993) e Zn^{++} (KVIST, 1980). Os níveis de cloreto no sêmen influenciam o potencial de membrana do espermatozóide e a motilidade em associação com cátions. Os íons Cl^- ,

Na e K estão diretamente relacionados com a manutenção da excitabilidade dos espermatozoides, pH ótimo do sêmen e pressão osmótica constante dentro e fora das células espermáticas (DHAMI e SAHNI, 1993). Em ovinos, a concentração de Na, Cl e P no PS excedem àquelas do espermatozoide, enquanto a de K, Ca e Mg são maiores no espermatozoide (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 2000).

Níveis mais altos de K e Ca no espermatozoide causaram redução na atividade espermática em ovinos nativos e Merinos. Os dados também sugerem uma relação recíproca entre o conteúdo intracelular de K, Ca e P com relação à percentagem de espermatozoides vivos, onde uma percentagem mais alta de células vivas foi associada com altos níveis de K e Ca e baixa de P (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 2000).

Neste sentido, estudos demonstraram que algumas enzimas têm correlação direta com o Na e K, como por exemplo, a fosfatase ácida, indicando que a mesma tem importante papel na atividade eletrolítica do sêmen (DHAMI e KODAGALI, 1987). A elevada quantidade de íons P no PS revela a atividade da fosfatase alcalina em liberar íons a partir dos processos metabólicos dos espermatozoides (DHAMI e SAHNI, 1993).

Pinheiro *et al.* (1996b) constataram que os níveis de Ca, P e Mg no PS do macho caprino podem variar conforme a época do ano (seca ou chuvosa) e a raça, sugerindo que a disponibilidade e qualidade do alimento entre os períodos chuvoso e seco, provavelmente influenciam o equilíbrio eletrolítico do sêmen desta espécie. Kaya *et al.* (2000) observaram que o aumento na frequência de coleta de sêmen em ovinos provocou um aumento significativo na concentração de Na e K no PS, todavia os níveis de Ca e Mg reduziram marcadamente. No mesmo estudo, observou-se uma redução progressiva da motilidade das células espermáticas no ejaculado e foi associado com as concentrações de Na e K.

Segundo Senger (2007) o cálcio atua na ativação da adenosina-trifosfatase liberando um grupo fosfato da molécula de ATP, transformando-a em ADP, nos processos de mobilização de energia nas células. O Ca atua ainda na regulação de enzimas usando a calmodulina como mediador, o complexo Ca-calmodulina ativa diferentes enzimas, dentre elas a fosfolipase A₂. O íon cálcio (Ca⁺⁺) é o gatilho da reação de acrossoma no espermatozoide dos mamíferos, e há evidência substancial de que este íon está diferencialmente envolvido na motilidade espermática dependendo do estágio de maturação da célula. A próstata e vesículas seminais são ricas em

cálcio, estudos gerais têm investigado a associação do Ca com a subfertilidade em humanos (WONG *et al.*, 2001).

O magnésio está presente em altas concentrações no sêmen fazendo parte de quase todos os sistemas enzimáticos atuando como modulador específico, enzima-substrato, tendo papel fundamental como cofator em mais de 300 reações enzimáticas envolvendo o metabolismo energético e síntese de ácidos nucleicos. O Mg é considerado como marcador das vesículas seminais e tem ação intracelular antagônica com o Ca (WONG *et al.*, 2001; SENGER, 2007).

O fósforo tem participação no metabolismo dos carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos (DNA e RNA). Uma deficiência alimentar de fósforo pode levar a infertilidade em mamíferos (BACILA, 1980).

O zinco é encontrado no próprio espermatozóide e no fluido seminal, onde sua concentração é consideravelmente maior do que em qualquer outro fluido corporal. No PS sua origem principal é a próstata (MANN e LUTWAK-MANN, 1981). Kvist (1980) demonstrou que a presença do Zn^{++} no PS previne a descondensação prematura da cromatina nuclear, preservando as células espermáticas para o estágio apropriado da transferência nuclear do genoma do macho, ou seja, o Zn espermático bloqueia a habilidade de descondensação da cromatina nuclear (NCD) do espermatozóide ejaculado, até este cátion ser removido, em estágios posteriores à transferência do genoma masculino.

Kvist (1980) sugere que o espermatozóide tem um mecanismo intrínseco para NCD, o qual é preservado pela inibição temporária do Zn, podendo ser reativada pela sua remoção dentro do trato reprodutivo da fêmea. Este estudo também sugere que há uma correlação direta entre o nível de zinco no fluido seminal e a motilidade do espermatozóide, ressaltando que pequenas quantidades destes elementos são essenciais para a manutenção da motilidade espermática. Uma fraca correlação positiva foi encontrada entre a porcentagem de espermatozóides com movimento circular ou movimento progressivo não linear e a concentração de zinco (HENKEL *et al.*, 1999). Portanto, a motilidade espermática é significativamente influenciada pelo Zn, pois o Zn flagelar está localizado principalmente nas fibras densas internas e estes elementos estruturais são quimicamente modificados durante a maturação espermática epididimária (eliminação do Zn), pois um baixo conteúdo de Zn nas fibras densas internas após o trânsito epididimário é requerido para realizar o enrijecimento das mesmas (HENKEL *et al.*, 1999). O enrijecimento das fibras pela formação de pontes dissulfeto durante a maturação espermática no epidídimo parece ser uma

etapa fisiológica essencial para a geração da motilidade, especialmente a motilidade progressiva (HENKEL *et al.*, 1999).

A distribuição da maioria dos íons entre a fração espermática e o PS poderá promover as bases para a variação da qualidade do sêmen e deverá ser considerada na interpretação dos resultados obtidos na avaliação da fertilidade de ovinos (ABDEL-RAHMAN *et al.*, 2000).

2.3. Proteínas e enzimas do PS e sua ação sobre os espermatozóides

Frazer e Bucci (1996) afirmaram que o PS é composto de açúcares, lipídios e minerais, bem como de um elevado teor de proteínas especiais, incluindo enzimas, hormônios, fatores de crescimento, inibidores, imunossuppressores, substâncias ligadas a andrógenos, inibina e imunoglobulinas, onde a presença ou ausência de muitos destes componentes pode estar envolvida com a fertilidade.

Estudos demonstraram que alguns componentes do PS são adsorvidos sobre a superfície das células espermáticas durante a ejaculação, tais como as proteínas (CALVETE *et al.*, 1994; OLLERO *et al.*, 1997), pois diversas proteínas estão presentes no PS, cuja proporção pode variar entre os indivíduos de uma mesma espécie (FRAZER e BUCCI, 1996).

Assim também, diferentes variedades de proteínas medeiam à ligação com a heparina e a superfície espermática em diferentes espécies animais. A possibilidade de que a maioria das proteínas heparina-ligantes do PS possa agir como fatores de capacitação espécie-específico merecem maiores estudos (CALVETE *et al.*, 1994).

Em eqüinos, o aumento da concentração de proteínas no sêmen pouco concentrado diminui a congelabilidade do mesmo (BITTMAR e KOSINIAK 1992). Em touros, a estimação dos níveis de lactato desidrogenase (LDH), aspartato aminotransferase (AAT), fosfatase alcalina, fosfatase ácida e outras enzimas podem ser usadas para avaliar a qualidade, descongelabilidade e fertilidade do sêmen, podendo assim ajudar na seleção de touros para uso em inseminação artificial (DHAMI e KODAGALI, 1987). Em ovinos, uma intensa atividade de coleta de sêmen resulta em um aumento na atividade de AAT e piruvato-glutâmico transferase (GPT) no PS. Em contraste com a LDH que teve atividade reduzida (KAYA *et al.*, 2002).

Uma atividade elevada de AAT e GTP mensuradas no PS é indicativo de dano ou de função alterada na membrana, que ocorre devido, provavelmente, a maturação inadequada no epidídimo, como conseqüência do aumento da freqüência de coleta (KAYA *et al.*, 2002). Já a

redução da atividade da LDH pode resultar da síntese reduzida no tecido testicular e pode indicar distúrbios da função do parênquima testicular, bem como mudanças no metabolismo espermático (KAYA *et al.*, 2002).

Topfer-Petersen *et al.*, (2005) afirmaram que as proteínas do PS são originadas, principalmente dos epidídimos e glândulas acessórias. Foi observado que no PS de bovinos, as proteínas em seu estado nativo estão na forma de agregados protéicos de alto peso molecular estando, portanto, relacionadas com a motilidade espermática, integridade das membranas e com a fertilidade (AL-SOMAI *et al.*, 1994). Segundo os mesmos autores, sob condições ácidas se formam moléculas de baixo peso molecular que são responsáveis pelos efeitos danosos à membrana espermática.

As proteínas do PS exercem múltiplos efeitos sobre a função espermática e desempenham um importante papel na capacitação dos espermatozoides, traduzido por um complexo processo que habilita a célula espermática a penetrar, através da zona pelúcida, por meio da reação acrossômica (CALVETE *et al.*, 1994; JONAKOVA *et al.*, 2000; BARRIOS *et al.*, 2001).

Bittmar e Kosiniak (1992) descreveram que a habilidade fertilizante do espermatozoide seria, em grande parte, determinada pelas proteínas espermáticas localizadas no acrossoma e peça intermediária, conhecidas como fonte de enzimas metabólicas especialmente ativas, cujas liberações em grandes quantidades podem indicar danos na membrana plasmática do espermatozoide.

Bhargava *et al.* (1959) encontraram altas concentrações de aminoácidos livres, e baixas concentrações de nucleotídeos e ácidos nucléicos no PS de touros. Alguns aminoácidos presentes no PS de ovinos tais como, a taurina e hipotaurina, parecem ter efeito positivo sobre a fertilidade. É possível que o melhoramento observado nas características de motilidade de espermatozoides ovinos congelados na presença da taurina possa ser devido a outros fatores que não sejam suas propriedades antioxidantes (SÁNCHEZ-PARTIDA *et al.*, 1997).

As proteínas do PS parecem ser importantes para manutenção da motilidade em touros e carneiros, pela melhoria da viabilidade espermática, e por protegerem a membrana espermática dos espermatozoides de suínos e ovinos dos danos causados pelas baixas temperaturas de preservação (BARRIOS *et al.*, 2000; PÉREZ-PÉ *et al.*, 2001). Melhorias no quadro espermático

de ovinos foram relacionadas ao aumento dos níveis de proteínas totais no PS (SOUZA et al., 2002).

2.4. Frutose e Acido Cítrico no Plasma Seminal

A frutose se origina nas glândulas sexuais anexas, principalmente as vesículas seminais, mas em algumas espécies também é encontrada na ampola e em certas partes do órgão prostático (MANN e LUTWAK-MANN, 1948).

Do sêmen ejaculado, a frutose é o sacarídeo presente em maior quantidade no PS de muitas espécies incluindo o carneiro, cuja função é a produção de ATP pelo metabolismo espermático. A frutose é sintetizada a partir da glicose sanguínea pelas glândulas acessórias que são estimuladas pela testosterona (MANN e LUTWAK-MANN, 1948; GIRÃO e MIES FILHO, 1989; KUMAR e FAROOQ, 1994).

A formação de frutose na vesícula seminal depende essencialmente de duas vias metabólicas: uma que deriva da glicose sangüínea e outra que é conseqüência do metabolismo do sorbitol (MANN, 1974). Esta se constitui num componente seminal importante para o metabolismo do espermatozóide e seu nível reflete na qualidade espermática, na atividade metabólica e na função normal secretora da glândula vesicular (DHAMI e SAHNI, 1993).

Na maioria das espécies, os espermatozoides, uma vez formados no testículo, se misturam com os fluidos do meio, permanecendo imóveis e com um nível metabólico muito baixo pela necessidade de preservar as reservas energéticas, e diminuir o risco de alterações nas membranas, estruturas internas e composição bioquímica por efeitos de agentes oxidantes endógenos produzidos pela atividade mitocondrial (SANZ *et al*, 2007).

Ibarra e Navaridas (1992) sugerem que a frutose seminal comporta-se como um marcador das funções das vesículas seminais, sendo necessária à sobrevivência e à motilidade inicial da célula espermática e que o AC reflete a atividade secretora da próstata, mesmo que sua função ainda não esteja bem conhecida. Todavia, acredita-se que o AC se comporta como um ativador da fosfatase ácida, sendo importante para a manutenção do equilíbrio osmótico, juntamente com o potássio e o sódio, favorecendo desse modo à atividade espermática.

Nos animais de fecundação interna, a frutose é a principal forma de energia para o espermatozóide, sendo degradada então por frutólise, em etapas metabólicas semelhantes as da glicólise. É possível correlacionar atividade bioquímica do esperma com a sua capacidade

fertilizadora, pois o espermatozóide dispõe de mecanismo enzimático completo com todos os atributos de células somáticas para produção de ATP, tanto por atividade respiratória como em nível de substrato (BACILA, 1980). Aerobicamente, a frutose não é a única fonte de energia para o espermatozóide que, mesmo se privado de frutose, pode sobreviver na presença de O₂ devido à utilização de outros substratos energéticos (MANN, 1946). O autor afirma que somente quando o espermatozóide depletou sua própria reserva de açúcar presentes no PS, o efeito benéfico do açúcar extra, se torna mais aparente (MANN, 1946).

O AC é um dos principais constituintes do PS e apresenta relação com os níveis de testosterona plasmática, ocorrendo em altas concentrações na maioria das espécies de mamíferos, por constituir-se em um agente regulador necessário em muitos sistemas bioquímicos, tendo, portanto, elevada importância para o metabolismo e motilidade espermática (POLAKOSKI e KOPTA, 1982).

Humphrey e Mann (1948) trabalhando com sêmen fresco, incubado com ácido cítrico, observaram que este é metabolizado tanto pela via anaeróbica, quanto pela via aeróbica. Entretanto a taxa de utilização do citrato é muito menor que a da frutose. Similarmente espermatozóides lavados utilizaram o citrato adicionado mais lentamente que a frutose. O PS, por si só, é incapaz de metabolizar o AC, por conter um fator termo-lábil que inibe o consumo de O₂ e oxidação do citrato.

No espermatozóide de carneiro lavado, o ácido cítrico não teve efeito sobre o curso da frutólise, pois ele é incapaz de manter a respiração espermática, sendo diferente da frutose neste aspecto, bem como de outros ácidos orgânicos, tais como, láctico, pirúvico, oxaloacético, dentre outros, que têm prolongado a respiração dos espermatozóides lavados (HUMPHREY e MANN, 1948).

Singh e Penbey (1995), avaliando a correlação existente entre os níveis de testosterona plasmática com a quantidade de alguns constituintes bioquímicos do PS, observaram que altas concentrações do andrógeno, não somente conduziam a uma melhor demonstração da libido, como também, eram responsáveis pela elevação dos níveis de frutose e AC no sêmen de caprinos. Hiroe *et al.* (1960) afirmaram que a condição de armazenamento do PS, a frequência de ejaculações, o nível de glicose no sangue e a condição nutricional podem interferir fortemente na produção e metabolismo da frutose.

Roca *et al.* (1993), observando o efeito da variação estacional sobre os níveis de frutose e AC no PS de caprinos da raça Murciana-Granadina, na Espanha, constataram uma variação sazonal em ambos componentes do PS. Os níveis de frutose e AC foram mais altos no verão e outono (quando os dias estavam ficando curtos) e mais baixos na primavera (quando os dias estavam ficando longos). O inverno foi considerado um período transicional.

2.5. Índice de Temperatura e Umidade - ITU

Em busca de um melhor desempenho do rebanho deve-se levar em consideração o clima, e o efeito dos elementos climáticos aos quais os animais estão submetidos, para que desta forma se possa atuar no sentido de minimizar seus efeitos sobre o desempenho animal (SOUZA *et al.*, 2004). Segundo Silva (2004), o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) originalmente desenvolvido por Thom em 1958 como um índice de conforto térmico humano, é um dos mais empregados nos rebanhos de bovinos leiteiros, podendo ser usado para classificação e especificação de regiões com finalidades peculiares, para a avaliação de zoneamento bioclimático, pois fornece subsídios necessários para melhoria das condições de manejo e eficiência da exploração animal. Foram estabelecidas diferentes classes de ITU: alerta (72 – 78); perigo (79 – 82); e emergência (>82). De acordo com o valor calculado pelo ITU recomendam-se ações no sentido de minimizar o efeito do ambiente sobre o animal (PEREIRA, 2005).

3. JUSTIFICATIVA

Alguns estudos realizados na região semi-árida do Nordeste do Brasil demonstraram não haver diferenças significativas na qualidade espermática entre a época seca e chuvosa (SILVA & NUNES, 1984). Além disso, a pouca diferença encontrada tem sido atribuída quase que exclusivamente ao fator alimentação, ou seja, a carência alimentar no período seco diminui a qualidade dos ejaculados, todavia os estudos não levaram em consideração se alguns componentes do plasma seminal podem aumentar ou diminuir seus níveis, exercendo ou não ação benéfica sobre os espermatozóides.

PINHEIRO *et al.* (1996a), com o objetivo de determinar os parâmetros bioquímicos normais no plasma seminal de caprinos criados no Nordeste do Brasil, em machos das raças Alpina, Moxotó e mestiços Alpina-Moxotó, observaram que os valores encontrados para frutose, ácido cítrico e proteína total foram inferiores na época seca. Entretanto, em ambas as épocas, o tipo racial Moxotó mostrou valores sempre mais elevados, correlacionando os níveis de frutose e ácido cítrico com a maior disponibilidade de alimento ocorrida durante a época chuvosa.

Estudos recentes demonstraram que a época do ano (seca ou chuvosa) teve efeito sobre o tamanho dos genitais dos machos caprinos (CAMPOS *et al.*, 2003a), sobre a morfologia espermática e percentagem de espermatozóides móveis nos epidídimos (CAMPOS, 2003b), e sobre a conservação do sêmen resfriado por até 72 horas (CAMPOS *et al.*, 2003c e 2004).

Todavia, não existem estudos sobre a variação na composição do plasma seminal de caprinos, durante o ano (épocas seca, transição seca / chuvosa, chuvosa e transição chuvosa/ seca) nem variação mensal em animais SPRD criados no semi-árido do Nordeste do Brasil. O conhecimento desta variação poderá ajudar na escolha da melhor época para conservação do sêmen caprino, partindo-se do princípio de que a época do ano afetaria a qualidade do sêmen, mesmo que a alimentação esteja atendendo as exigências nutricionais dos animais.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral:

Avaliar se há variação na composição do plasma seminal entre as épocas do ano (épocas seca, transição seca / chuvosa, chuvosa e transição chuvosa/ seca) e entre os meses do ano em caprinos sem padrão racial definido (SPRD) criados intensivamente no Estado do Ceará.

4.2. Objetivos específicos:

- 1) Constatar por meio de análise bioquímica se há diferença na composição do plasma seminal entre as épocas (épocas seca, transição seca / chuvosa, chuvosa e transição chuvosa/ seca);
- 2) Verificar se há variação na composição do plasma seminal durante os doze meses do ano;
- 3) Avaliar a existência de variação individual entre os caprinos SPRD, mantidos sobre manejo intensivo e alimentação balanceada.

5. MATERIAL E METODOS

5.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (Fortaleza – Ceará), situado a 3° 45' 02" de Latitude Sul, 38° 32' 35" de Longitude a oeste de Greenwich, a 15,5 m acima do nível do mar. O clima, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo AW, com clima quente e úmido, suas médias térmicas são de 26°C a 27°C, com máximas de 30°C e mínimas de 19°C, a umidade relativa do ar é de 82% no litoral cearense. O experimento foi conduzido durante os meses de agosto de 2005 a setembro de 2006, apresentando neste período temperatura média de $27,28 \pm 0,54^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar $75,75 \pm 4,88\%$. Os dados climatológicos foram cedidos pela estação meteorológica da FUNCEME/Campus do Pici.

5.2. Determinação das épocas do experimento

Os ejaculados foram obtidos semanalmente, no período compreendido de agosto/2005 a setembro/2006. Para determinação das épocas consideradas no estudo, tomou-se por base os dados climatológicos médios de precipitação, umidade e temperatura, referentes ao período em que transcorreu o experimento. Ficando as épocas assim definidas: época seca: setembro, outubro, novembro, dezembro, com precipitação de 0mm, umidade relativa de $71,50 \pm 1,50\%$ e temperatura $27,68 \pm 0,42^{\circ}\text{C}$; época de transição seca/chuvosa (TS/C): janeiro a fevereiro, com precipitação $65,15 \pm 9,87\text{mm}$, e umidade relativa $75,00 \pm 2,03\%$ e temperatura $27,80 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$, época chuvosa: março, abril, maio e junho, com precipitação média $298,18 \pm 101,44\text{mm}$, umidade relativa $81,19 \pm 2,97\%$, e temperatura $26,89 \pm 0,32^{\circ}\text{C}$, e época de transição chuvosa/seca (TC/S): julho a agosto, com precipitação média $35,13 \pm 21,76\text{mm}$, umidade relativa $74,74 \pm 4,55\%$ e temperatura $26,75 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$. Para cada época foi calculado o ITU de acordo com a fórmula: $\text{ITU} = T_A + 0,36T_{PO} + 41,5$ citada por Silva (2000). Os valores de ITU encontrados por época foram os seguintes, época chuvosa 75,44; TC/S 76,50; seca 76,50 e época de TS/C 77,00.

5.3. Animais experimentais

Foram utilizados 20 machos caprinos Sem Padrão Racial Definido (SPRD), com idade média de $22,41 \pm 5,91$ meses, com peso vivo médio de $36,22 \pm 6,91$ Kg e perímetro

escrotal (PE) médio de $24,73 \pm 1,53$ cm. Criados sob condições intensivas e alimentados segundo NRC (1981) para caprinos. A mineralização foi incorporada à ração, e a água foi fornecida *ad libidum*. O controle sanitário (anti-helmíntico e suplementação vitamínica) foi realizado conforme critérios pré-estabelecidos. Mensalmente os animais foram pesados, e por ocasião da pesagem, a cada dois meses, mensurou-se o perímetro escrotal de cada macho.

5.4. Coletas e tratamento do sêmen

Os ejaculados foram coletados em vagina artificial (em 17 animais) ou por eletroejaculação (método empregado em três animais que não se adaptaram à vagina artificial). Ao final do período experimental foram realizadas 52 colheitas. Após a coleta, o volume de cada ejaculado foi mensurado individualmente e a concentração espermática determinada por espectrofotometria.

O sêmen de cada animal foi centrifugado em centrífuga refrigerada (+ 4°C), a 4000 g /20 min. Em seguida, o sobrenadante (PS) foi mensurado e acondicionado em tubos eppendorfs, mantidos sob refrigeração a - 18°C até que fossem realizadas as análises da composição bioquímica. Ao final do período de coletas, em virtude do baixo volume de PS de alguns animais, procedeu-se à realização de um pool de quatro amostras de cada indivíduo totalizando 240 observações. Resultando uma amostra por mês de cada animal.

5.5. Análises dos parâmetros seminais

Para a determinação das concentrações de Ca, P, Mg e proteínas totais foram utilizados kits comerciais da marca LABTEST®. Para a determinação dos níveis de AC e frutose foram utilizados os kits ESPERMOTESTE da *In Vitro* Diagnóstico S/A®.

5.6. Análise estatística

Para a análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SAS®. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, em que cada animal constituiu um bloco para retirada dos efeitos de idade, peso e PE, responsáveis pela variação entre as alíquotas dos ejaculados permitindo assim, que todas as outras fontes de variação fossem testadas no mesmo ejaculado proveniente de cada animal. Foram calculadas as médias e desvios-padrão mensais dos parâmetros bioquímicos do PS, Ca, P, Mg, PTt, AC e frutose. Foi feito um estudo de análise de

variância para avaliação dos efeitos de época, bloco (animal), e da interação época x bloco (animal) sobre os parâmetros bioquímicos do PS. Ao serem detectados efeitos significativos pelo teste F, às médias foram comparados pelo teste t, com uma probabilidade de 5% de erro. Também se procedeu ao estudo das correlações simples de Pearson para verificar a magnitude e direção da proporcionalidade das variâncias dos componentes entre si, e dos componentes como volume de ejaculado, volume de plasma, temperatura, umidade, precipitação e ITU, obedecendo à independência das variâncias dos pares de observações utilizados.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de alguns componentes bioquímicos do PS pode ser uma alternativa viável para avaliação do funcionamento do aparelho reprodutivo e da qualidade seminal de bodes (PINHEIRO *et al.*, 1996a; SANTOS *et al.*, 2000).

6.1. Diferença entre épocas dos parâmetros bioquímicos

Os valores médios, desvios-padrão, e coeficiente de variação para a composição bioquímica do PS anual, e nas diferentes épocas (seca, transição S/C, chuvosa e transição C/S) são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão dos parâmetros bioquímicos do sêmen de caprinos SPRD, nas épocas de transição seca / chuvosa, chuvosa, transição chuvosa / seca e seca, no Estado do Ceará.

Parâmetros Bioquímicos	Epoca Transição S/C	Epoca Chuvosa	Epoca Transição C/S	Epoca Seca	Médias Anuais	CV%
Cálcio (mg/dl)	11,68 ± 1,95 ^{ab}	12,27 ± 1,76 ^a	11,15 ± 1,70 ^b	11,93 ± 2,43 ^b	11,88 ± 1,98	16,70
Fósforo (mg/dl)	10,25 ± 3,85 ^b	11,96 ± 2,96 ^a	10,18 ± 2,85 ^b	9,16 ± 3,71 ^c	10,43 ± 2,47	23,68
Magnésio (mg/dl)	7,52 ± 3,38 ^c	9,86 ± 4,00 ^a	9,35 ± 3,95 ^{ab}	8,33 ± 3,63 ^{bc}	8,86 ± 3,55	40,09
Proteínas totais (g/dl)	5,75 ± 0,77 ^a	5,80 ± 1,33 ^a	4,61 ± 1,88 ^b	5,55 ± 1,21 ^a	5,46 ± 0,92	16,80
Acido Cítrico (mg/dl)	453,45 ± 96,04 ^b	498,69 ± 109,49 ^a	429,95 ± 109,38 ^b	458,89 ± 104,99 ^b	466,02 ± 82,36	17,67
Frutose (mg/dl)	652,98 ± 166,18 ^a	613,02 ± 176,85 ^a	399,91 ± 182,56 ^c	540,82 ± 168,39 ^b	559,42 ± 127,22	22,74

Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$)

As concentrações de Ca foram mais elevadas nas épocas chuvosa e de transição S/C diferindo significativamente ($p < 0,05$) das demais. Pinheiro *et al.* (1996a) analisando os parâmetros bioquímicos do PS em caprinos na região Nordeste do Brasil nos períodos chuvoso e seco encontraram valores próximos para essas variáveis. Os níveis de Ca nos períodos chuvoso e seco foram respectivamente ($15,01 \pm 0,03$; $14,6 \pm 0,27$ mg/ dl), porém os referidos autores não encontraram diferenças significativas entre as mesmas. As diferenças entre épocas encontradas no experimento atual podem ser atribuídas ao rigoroso controle alimentar, regularidade na frequência de coletas e determinação das épocas de coleta.

No presente estudo foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) para as concentrações de P entre as épocas, a concentração mais elevada foi registrada na época chuvosa. Para as concentrações de Mg também houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as épocas, tendo sido a maior concentração encontrada na época chuvosa. Resultados encontrados por Pinheiro *et al.* (1996a), para os valores de P ($35,16 \pm 2,78$ mg/dl) mostraram-se mais elevados, e para os de Mg ($8,78 \pm 0,16$; $10,19 \pm 0,20$ mg/dl) foram próximos aos encontrados neste experimento, também tendo sido observada diferença significativa para ambas as concentrações entre os períodos. Abdel-Rahman *et al.* (2000) avaliando a composição mineral do PS de diversas raças de carneiros, encontraram concentrações médias de Ca $19,2 \pm 1,3$ mg/dl, P $13,4 \pm 1,8$ mg/dl e Mg $8,6 \pm 0,6$ mg/dl. Tais resultados sugerem similaridade na composição mineral do PS (Ca, P e Mg) entre as espécies caprina e ovina.

Para as proteínas totais, a maior concentração foi registrada na época chuvosa, diferindo apenas da época de transição C/S. Pinheiro *et al.* (1996b) também encontraram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os períodos chuvoso e seco respectivamente, ($4,27 \pm 0,08$; $3,14 \pm 0,1$ g/dl), tendo sido observado também, um efeito de raça entre os grupos para os parâmetros estudados.

A concentração média de proteínas solúveis de PS de caprinos da raça Alpina, segundo Martins *et al.* (2006) foi de $2,4 \pm 0,59$ g/dl, mas não encontraram correlação entre as proteínas solúveis do PS e a fertilidade. Além disso, afirmaram que a presença de várias substâncias protéicas no PS tem diversas funções no metabolismo espermático torna necessária sua identificação, caracterização e quantificação para melhor entender os resultados. Rodrigues (1997) coletando por meio de vagina artificial encontrou $4,20 \pm 0,95$ g/dl em caprinos e $3,68 \pm 0,73$ g/dl de proteínas totais em ovinos, concentrações estas menores que as encontradas no presente estudo. Gundogan (2006), trabalhando com ovinos do mediterrâneo, encontrou uma concentração decrescente no inverno ($2,28 \pm 0,5$ g/dl) e no verão ($2,30 \pm 0,04$ g/dl) e voltaram a aumentar no outono ($2,50 \pm 0,06$ g/dl). O mesmo autor demonstrou que as concentrações de proteínas totais no PS ovino apresentam correlação positiva com a circunferência escrotal, motilidade e concentração espermática. Também observaram que as proteínas do PS são compostas principalmente por albumina e globulina e pequenas quantidades adicionais de nitrogênio de origem não protéica, aminoácidos e peptídeos.

La Falci *et al.* (2002), estudando mudanças sazonais nos níveis de proteína totais no PS de caprinos da raça Saanen manejados sob condições naturais no sul do Brasil, encontraram uma importante diferença no padrão de proteínas entre a estação reprodutiva e a estação não reprodutiva, mas não encontraram diferença quantitativa entre as estações. Os mesmos autores observaram que as proteínas da estação reprodutiva eram mais pesadas (178 kDa) do que àquelas da estação não reprodutiva (73 – 104 kDa). Atribuíram que tal diferença deve-se a estacionalidade, que tem relação com a função espermática. Segundo Souza *et al.* (2002) melhorias no quadro espermático de ovinos estão relacionadas ao aumento das concentrações de proteínas totais no PS. Barrios *et al.* (2000) e Pérez-Pé *et al.* (2001) sugerem que as proteínas parecem ser importantes para a manutenção da motilidade em touros e carneiros, para a melhoria da viabilidade espermática, e por protegerem a membrana plasmática dos espermatozoides de suínos e ovinos dos danos causados pelas baixas temperaturas de preservação.

A principal função da frutose é suprir a energia vital para o espermatozoide na forma de um material facilmente metabolizável, mesmo que aerobicamente, a frutose não seja a única fonte de energia para o espermatozoide, também foi observado que as variações no conteúdo de frutose são difíceis de explicar (MANN, 1946). Esta se constitui num componente seminal importante para o metabolismo do espermatozoide e seu nível reflete na qualidade espermática e conseqüentemente, na atividade metabólica e na função normal secretora da glândula vesicular (DHAMI e SAHNI, 1993).

Mann (1946) demonstrou que os espermatozoides só utilizam a frutose adicionada ao sêmen após a depleção da reserva de frutose do próprio PS, somente após isso ocorrer, o efeito benéfico do açúcar extra torna-se evidente. Pinheiro *et al.* (1996b) observaram que os níveis de AC e frutose nos períodos chuvoso e seco, respectivamente foram: AC ($461,4 \pm 10,6$; $338,4 \pm 12,3$ mg/dl) e frutose ($679,2 \pm 18,8$; $348,8 \pm 21,8$ mg/dl). No experimento atual, os níveis de frutose diferiram significativamente ($p < 0,05$), o nível mais elevado de frutose foi observado já na época de transição S/C, mantendo-se elevado na época chuvosa, diferindo das demais épocas. As causas dessa variação ainda não foram devidamente esclarecidas, mas sabe-se que existe a variação individual, e que ocorre uma interação entre o animal e a época, podendo as variáveis climáticas que compõe a época exercer influência sobre o padrão hormonal que irão atuar sobre os níveis de frutose seminal. Conhecimento desta variação é importante para escolha da época mais apropriada para a conservação e utilização do sêmen caprino.

As variações observadas neste estudo, sobre as concentrações e níveis dos componentes bioquímicos do PS provavelmente, devem-se as variáveis climáticas, uma vez que as demais condições em que foi conduzido o experimento foram controladas, podendo estes fatores, terem de alguma maneira influenciado o padrão hormonal dos animais.

Os níveis de AC mais elevados foram registrados também na época chuvosa, diferindo significativamente ($p < 0,05$) das demais épocas. O processo de citricólise, embora ocorra lentamente, pode continuar no sêmen por algum tempo após o espermatozóide ter exaurido inteiramente a reserva de frutose seminal, isto é, após a frutólise ter chegado ao fim. Além disso, a atividade citricolítica no PS só é observada na presença de células espermáticas, uma vez que o PS é incapaz de metabolizar o AC (HUMPHREY e MANN, 1948). Os mesmos autores encontram flutuações individuais diárias no nível de AC e frutose, também observaram uma relação variável entre níveis de frutose e AC que parece ser característica do sêmen. Neste experimento, também foi observada uma relação variável entre esses parâmetros nas diferentes épocas: transição S/C (69,44%), chuvosa (81,35%) transição C/S (93,01%) e seca (84,85%). Tendo sido na época de transição S/C observado o maior nível de frutose, já o ácido cítrico mostrou-se mais estável.

Os valores mais elevados para os parâmetros bioquímicos do PS caprino foram observados na época chuvosa, com exceção da frutose, cujo valor mais alto foi observado na transição S/C. Roca *et al.* (1993) encontraram concentrações de frutose e AC mais elevadas no verão (867,57 e 311,98 mg/dl, respectivamente) e outono (931,42 e 327,66 mg/dl, respectivamente), o menor valor foi encontrado na primavera (567,95 e 249,11 mg/dl, respectivamente) o inverno (765,57 e 285, 11, respectivamente) foi considerado como período transicional.

6.2. Variação mensal e interação dos parâmetros bioquímicos

Os níveis mensais dos componentes do PS com suas respectivas médias e desvios-padrão são apresentados na Tabela 2. Tendo sido observado o seguinte comportamento, o cálcio apresentou a maior concentração no mês de outubro, e a menor em novembro. Já o P atingiu a maior concentração em maio, e a menor em setembro. Entretanto, o Mg alcançou a maior concentração em junho, e a menor em março. Em relação às PTt, AC e frutose, os valores máximos, para concentração (PTt) e níveis (AC e frutose), foram observados em abril, porém os

valores mínimo para PTt e frutose foram registrados em agosto. O AC atingiu o nível mínimo em setembro. Mann (1974) afirma que os componentes bioquímicos do PS estão sujeitos a uma variação fisiológica ampla e perfeitamente normal. Os resultados sugerem que a época de transição C / S não seria a mais indicada para a conservação do sêmen caprino, pois é neste período que o nível de frutose foi mais baixo, e segundo Dhami e Kodagali (1986), o nível inicial de frutose no PS é um importante parâmetro indicativo da qualidade do sêmen.

Tabela 2 – Médias e desvios-padrão mensais dos parâmetros bioquímicos do PS de caprinos SPRD criados no Estado do Ceará.

Meses	Ca mg/dl	P mg/dl	Mg mg/dl	PTt g/dl	AC mg/dl	Frutose mg/dl
Janeiro	12,72 ± 1,86	9,29 ± 3,67	7,90 ± 3,80	5,67 ± 0,55	507,48 ± 61,98	607,45 ± 128,11
Fevereiro	10,61 ± 2,25	11,21 ± 2,10	7,28 ± 3,23	5,66 ± 0,66	398,21 ± 64,12	695,23 ± 104,46
Março	13,25 ± 2,64	11,52 ± 1,99	6,25 ± 4,69	5,33 ± 0,92	493,13 ± 81,13	684,18 ± 92,13
Abril	12,49 ± 1,67	11,86 ± 1,77	9,85 ± 3,18	6,72 ± 1,03	558,61 ± 110,5	698,89 ± 109,92
Mai	12,03 ± 1,95	12,80 ± 2,89	9,89 ± 3,57	5,74 ± 0,84	462,83 ± 74,10	584,80 ± 111,28
Junho	11,52 ± 2,00	11,63 ± 1,85	12,78 ± 2,81	5,08 ± 1,27	480,26 ± 86,60	489,27 ± 132,16
Julho	11,48 ± 2,10	10,50 ± 2,19	11,03 ± 2,97	5,53 ± 0,54	435,06 ± 82,81	404,48 ± 191,07
Agosto	10,81 ± 2,09	9,85 ± 1,91	7,82 ± 4,42	4,01 ± 1,25	423,62 ± 104,49	392,06 ± 173,90
Setembro	12,52 ± 1,85	5,59 ± 0,97	8,93 ± 2,10	5,76 ± 1,44	392,01 ± 83,28	480,53 ± 134,26
Outubro	14,10 ± 1,60	11,98 ± 2,19	7,57 ± 4,28	5,03 ± 0,75	474,96 ± 69,13	578,98 ± 123,48
Novembro	8,73 ± 2,35	10,25 ± 2,67	8,37 ± 5,42	5,40 ± 1,07	454,61 ± 85,99	567,33 ± 130,21
Dezembro	12,33 ± 1,43	8,82 ± 5,35	8,75 ± 2,18	5,65 ± 0,74	511,56 ± 84,21	529,86 ± 95,70
Média Anual	11,88 ± 1,98	10,43 ± 2,46	8,86 ± 3,55	5,46 ± 0,92	466,02 ± 82,36	559,42 ± 127,22

Matsuoka *et al.* (2006) trabalhando com carneiros Suffolk no Japão encontram concentrações máximas de frutose no mês de outubro (179,8 mg/dl) e mínimas em maio (6,9 mg/dl), apesar de não ter encontrado diferença significativa durante o ano. Estes resultados diferiram do experimento atual, talvez devido ao tamanho da amostra utilizada pelo autor que foi de apenas cinco animais.

A variação individual foi significativa ($p < 0,01$) para todos os parâmetros seminais estudados Ca, P, Mg, PTt, AC e frutose. Podendo ainda se observar que o animal mantém um comportamento padrão de variação ao longo das diferentes épocas do ano, para cada componente analisado. Mann (1946) observou que variações consideráveis são encontradas no sêmen de um mesmo animal coletado em ocasiões diferentes.

As Tabelas 3, 4, 5, e 6 mostram as concentrações médias dos componentes do PS de acordo com a época do ano. No tocante ao efeito da interação época/animal, foi encontrada

significância ($p < 0,05$) somente para a frutose. Roca *et al.* (1993), que trabalharam com caprinos Murciano-Granadina, também encontraram interação entre esses parâmetros, indicando que há uma grande diferença entre indivíduos e de estação para estação, sugerindo que essa variação provavelmente reflita uma população não selecionada.

Resultados similares foram observados neste estudo, pois os animais experimentais representam uma população altamente heterogênea, visto que os mesmos não possuem padrão racial definido, ou seja, constituem uma mescla de diversas raças, o que representa a realidade da população caprina do Nordeste brasileiro.

Tabela 3 – Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do PS de caprinos SPRD na época seca.

Animal	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)	PTt (g/dl)	AC (mg/dl)	Frutose (mg/dl)
1	13,07±1,82	9,13±2,21	10,10±2,17	6,44±1,07	416,25±151,90	521,69±101,32
2	12,00±2,32	15,35±5,69	6,63±2,57	4,36±1,11	273,68±94,28	283,49±108,46
3	13,50±2,06	4,22±3,60	8,22±3,88	4,81±1,41	478,08±103,43	642,97±213,16
4	12,67±1,53	6,22±2,69	8,43±4,69	6,22±0,82	528,30±106,11	785,28±155,31
5	11,79±1,53	8,72±3,69	10,75±6,19	5,37±0,83	478,56±88,18	498,35±187,38
6	10,52±2,93	8,42±3,51	8,16±2,96	5,54±1,08	517,30±101,77	624,11±112,45
7	11,35±4,00	7,32±3,71	6,15±3,30	3,64±0,88	462,41±94,06	387,25±218,15
8	11,81±3,27	7,36±3,64	12,05±3,61	6,18±0,78	489,85±84,74	760,45±213,84
9	9,86±3,10	10,52±4,43	7,92±2,60	5,94±1,23	395,99±96,74	441,06±174,69
10	13,20±2,82	7,22±3,48	8,24±3,42	6,07±1,11	556,41±104,68	690,34±145,59
11	10,39±3,47	7,93±4,80	7,55±2,98	5,14±1,97	372,48±141,35	540,56±188,05
12	11,92±2,28	5,71±1,87	5,77±2,66	6,08±1,90	414,58±105,84	581,36±182,55
13	11,24±3,15	10,71±2,55	7,20±2,63	4,53±1,67	444,46±114,40	512,58±228,07
14	11,45±3,27	9,96±3,90	8,99±4,61	6,49±0,64	540,88±104,46	573,37±185,53
15	12,17±1,69	9,30±4,09	8,24±2,85	5,08±1,99	495,90±197,74	375,28±224,25
16	12,08±1,67	11,08±4,95	5,30±3,33	4,78±1,01	363,06±41,44	440,07±89,29
17	11,84±1,97	11,16±4,63	6,29±3,50	6,38±1,26	459,52±68,76	628,92±145,79
18	12,05±2,75	12,54±3,04	8,58±2,13	4,50±1,57	418,42±114,09	373,91±241,34
19	11,65±2,22	8,98±3,98	11,64±7,79	6,18±0,55	509,46±124,73	633,88±103,50
20	14,09±0,41	11,38±3,78	10,49±4,81	7,41±1,48	562,33±61,24	521,47±149,25
Total	11,93±2,43	9,16±3,71	8,33±3,63	5,55±1,21	458,89±104,99	540,82±168,37

Tabela 4 – Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do PS de caprinos SPRD na época de T S/C.

Animal	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)	PTt (g/dl)	AC (mg/dl)	Frutose (mg/dl)
1	12,42± 1,01	9,86± 6,39	9,95± 4,28	5,79± 1,03	439,43± 138,80	492,92± 134,40
2	10,99± 0,50	13,32± 7,09	3,72± 2,67	4,76± 0,86	275,25± 22,01	420,49± 269,46
3	13,09± 0,90	4,85± 4,00	4,13± 2,03	5,44± 0,42	533,08± 56,60	858,65 ± 138,68
4	13,38± 0,66	5,48± 5,57	5,68± 5,21	6,87± 0,82	561,93± 65,11	957,66 ± 109,66
5	11,25± 0,86	7,68± 8,28	3,97± 1,28	5,80± 0,83	444,28± 182,99	631,35± 211,42
6	12,70± 0,47	7,79± 5,78	9,15± 1,63	5,16± 1,23	553,51± 110,06	838,12± 103,55
7	13,28± 0,73	6,70± 5,42	5,26± 3,41	4,77± 0,66	537,02± 111,35	766,69 ± 110,18
8	12,07± 1,79	9,78± 1,69	7,62± 3,94	5,93± 0,78	468,30± 118,53	691,27 ± 267,01
9	7,60± 2,07	15,10± 2,25	9,05± 4,46	5,93± 0,66	353,52± 95,36	505,32± 168,88
10	12,97± 2,24	8,16± 2,98	7,23± 4,31	6,57± 0,62	499,03± 100,05	798,13± 114,02
11	10,57± 2,32	9,86± 2,88	10,58± 1,26	5,85± 0,51	442,57± 112,68	728,01± 86,83
12	11,80± 2,43	5,45± 2,23	9,26± 6,62	6,23± 1,20	406,17± 100,25	714,28± 180,58
13	9,50± 2,89	13,87± 3,72	5,81± 2,01	4,59± 0,64	418,98± 81,03	580,59± 124,99
14	10,72± 1,74	13,72± 2,89	7,74± 4,29	6,13± 0,59	481,87± 57,11	603,48± 126,60
15	10,93± 3,76	9,12± 2,93	4,91± 5,79	6,04± 0,96	483,85± 45,50	798,15± 96,65
16	11,71± 2,73	11,94± 1,76	7,66± 3,98	4,55± 0,42	346,56± 111,82	518,20± 176,07
17	11,27± 3,33	11,01± 2,20	5,57± 2,79	7,03± 1,23	439,91± 80,08	660,14± 175,40
18	11,96± 2,88	14,03± 1,89	7,52± 1,29	5,51± 0,65	404,73± 117,72	464,61± 158,50
19	11,71± 3,00	13,97± 2,04	11,58± 3,30	5,99± 0,64	481,55± 101,64	575,42± 250,60
20	13,72± 2,54	13,35± 5,11	14,10± 3,15	6,16± 0,81	497,44± 112,22	456,11± 203,18
Total	11,68 ± 1,95	10,25 ± 3,85	7,52 ± 3,38	5,75 ± 0,77	453,45 ± 96,04	652,98 ± 166,18

Tabela 5 – Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do PS de caprinos SPRD na época chuvosa.

Animal	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)	PTt (g/dl)	AC (mg/dl)	Frutose (mg/dl)
1	12,72±1,23	13,09±1,72	13,57±3,08	6,41±1,04	462,92±66,70	480,59±72,56
2	12,27±1,96	13,35±4,30	6,02±3,43	4,52±1,49	296,91±129,32	365,26±163,62
3	13,07±0,80	6,23±1,82	10,69±3,66	5,18±0,85	494,56±52,03	759,45±104,65
4	13,24±0,95	9,69±3,62	9,55±1,92	7,28±1,58	529,44±89,14	767,17±142,95
5	11,42±1,50	13,17±2,99	11,66±3,06	5,46±0,90	514,29±68,24	583,27±172,45
6	13,16±1,81	10,85±2,91	15,64±3,00	6,10±1,09	636,25±59,42	760,58±163,32
7	13,05±1,63	10,45±2,66	8,35±4,60	4,81±1,36	568,69±98,13	611,00±202,03
8	10,53±2,42	11,32±2,32	12,55±2,36	6,36±1,38	449,80±106,83	632,36±133,88
9	8,71±1,23	15,02±3,29	11,31±2,41	7,10±1,55	424,38±120,02	472,79±130,59
10	14,08±1,16	8,43±2,97	9,96±3,66	6,49±1,49	590,89±137,57	823,89±170,08
11	11,99±2,93	11,57±2,44	9,87±4,21	6,68±1,71	533,60±148,76	745,79±221,24
12	12,68±1,24	6,64±4,06	9,23±4,68	6,09±1,87	463,34±165,90	728,67±203,21
13	10,99±1,41	12,70±4,42	6,46±5,07	3,67±0,89	430,29±113,26	510,23±207,50
14	10,65±3,10	14,56±2,80	9,53±6,30	4,66±1,60	486,59±154,46	512,93±228,39
15	12,60±1,17	10,64±2,64	8,85±5,82	5,52±1,89	562,80±126,84	579,56±317,32
16	12,37±2,74	15,81±2,37	8,27±3,81	4,73±0,95	351,73±77,30	453,10±154,24
17	12,95±3,20	13,66±3,16	8,03±5,74	6,91±0,87	504,27±94,62	680,33±141,42
18	12,33±3,12	14,30±3,77	7,68±3,20	4,95±1,91	476,01±117,43	580,02±339,74
19	12,14±0,72	13,80 ± 2,83	9,20±5,37	6,93±0,95	554,64±110,09	656,98±98,28
20	14,40±0,92	13,84±2,29	10,98±4,74	6,34±1,24	642,45±153,97	556,62±169,72
Total	12,27±1,76	11,96 ± 2,96	9,86 ± 4,00	5,80 ± 1,33	498,69 ± 109,49	613,02 ± 176,85

Tabela 6 – Variação individual média e desvio-padrão da composição bioquímica do PS de caprinos SPRD na época de T C/S.

Animal	Ca(mg/dL)	P (mg/dL)	Mg(mg/dL)	PTt (g/dL)	AC (mg/dL)	Frutose (mg/dL)
1	11,12±1,33	12,06±2,99	13,73±2,74	5,45±1,62	383,09±70,40	331,32±216,75
2	12,64±0,90	12,55±2,12	9,37±3,24	5,58±1,44	271,98±71,84	240,84±206,08
3	12,13±1,09	3,50±2,58	9,60±3,77	4,14±3,28	420,10±123,80	588,44±364,36
4	12,85±0,81	9,36±3,71	11,90±4,43	5,65±1,56	535,75±63,44	577,02±201,48
5	9,99±1,33	12,25±4,20	12,58±1,78	4,21±1,29	436,51±72,01	134,70±219,67
6	11,18±1,69	8,41±2,17	12,74±3,60	4,89±1,25	553,18±60,23	730,08±202,72
7	10,92±1,97	8,83±3,00	6,26±2,73	3,83±1,87	406,74±155,90	254,76±258,88
8	10,29±1,40	9,40±2,51	15,90±1,91	4,96±1,32	532,72±187,72	636,30±220,31
9	10,33±0,97	13,12±2,81	10,19±4,70	5,78 ±3,24	416,05±142,73	389,59±220,71
10	13,73±1,37	8,60±1,97	12,08±1,39	5,30±2,04	533,86±83,27	655,29±164,40
11	11,04±1,18	13,64±3,50	6,68±3,39	5,39±1,20	408,86±70,41	374,00±146,76
12	13,18±0,84	6,00±2,75	7,76±5,17	7,10±3,29	561,51±184,87	764,08±267,40
13	11,58±6,09	6,43±4,16	4,99±3,48	2,31±2,03	266,05±181,30	181,73±79,85
14	8,72±0,88	9,56±2,20	6,45±6,40	2,46±1,60	305,07±136,84	43,26±29,35
15	11,08±2,55	9,35±2,39	6,94±2,72	2,52±1,39	326,66±135,23	95,93±45,93
16	10,14±1,43	13,89±2,48	10,34±4,72	3,81±1,67	390,68±60,77	289,25±162,13
17	10,76±1,69	11,83±2,19	6,79±4,54	5,89±2,01	514,72±100,95	512,22±196,26
18	8,95±1,47	10,78±3,76	5,62±4,95	2,03±1,51	302,67±97,01	299,81±159,92
19	10,11±3,46	11,63±2,27	7,10±4,40	6,19±2,04	528,55±99,33	533,85±163,21
20	12,40±1,55	12,74±3,35	10,13±9,11	5,08±1,82	504,30±89,66	365,74±225,00
Total	11,15±1,70	10,18 ± 2,85	9,35 ± 3,95	4,61 ± 1,88	429,95 ± 109,38	399,91 ± 182,56

6.3. Estudo das Correlações dos parâmetros seminais

O estudo das correlações de Pearson dos parâmetros seminais entre si, e destes com volume de sêmen, volume de PS, temperatura, umidade, precipitação e ITU são mostrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Correlações simples de Pearson para os parâmetros bioquímicos do PS, volume de sêmen (Vol. S), volume de PS (PS), temperatura (Temp°), umidade, precipitação e ITU de caprinos SPRD criados no Estado do Ceará.

	P	Mg	PTt	AC	Frutose	Vol.S	Vol.PS	Temp°	Umíd	Precip	ITU
Ca	-0,11456 (0,0784)	0,00126 (0,9846)	0,25802 (0,0001)	0,37464 (<.0001)	0,29617 (<.0001)	0,15005 (0,0208)	0,15504 (0,0169)	-0,03013 (0,6444)	0,15525 (0,0168)	-0,05456 (0,4031)	0,16605 (0,0104)
P		0,04682 (0,4731)	-0,02643 (0,6856)	0,10831 (0,0962)	-0,27066 (<.0001)	-0,24583 (0,0001)	-0,18080 (0,0052)	-0,13046 (0,0448)	0,35768 (<.0001)	0,08860 (0,1740)	0,14381 (0,0268)
Mg			0,22416 (0,0005)	0,28331 (<.0001)	0,02959 (0,6504)	0,02054 (0,7531)	0,03615 (0,5760)	-0,29120 (<.0001)	0,14405 (0,0266)	0,06122 (0,3480)	-0,16824 (0,0095)
PTt				0,49649 (<.0001)	0,60386 (<.0001)	0,43792 (<.0001)	0,44375 (<.0001)	0,11492 (0,0775)	0,19721 (0,0023)	-0,14498 (0,0256)	0,25679 (<.0001)
AC					0,59719 (<.0001)	0,38501 (<.0001)	0,39559 (<.0001)	0,05118 (0,4329)	0,19921 (<.0021)	-0,04708 (0,4706)	0,13960 (0,0317)
Frutose						0,48009 (<.0001)	0,51934 (<.0001)	0,19474 (0,0026)	0,25493 (<.0001)	-0,07728 (0,2359)	0,35931 (<.0001)

Foram identificadas correlações significativas ($p < 0,0001$) entre PTt, AC e frutose. Corroborando com Roca *et al.* (1992) que também encontraram correlação significativa ($r = 0,60$, $p > 0,01$) entre estes componentes. Gundogan (2006) encontrou relação entre circunferência escrotal, motilidade espermática e concentração espermática com o nível de proteínas totais no PS de carneiros. O que reflete a importância do estudo das proteínas presentes no PS.

O Ca apresentou correlação significativa com a frutose. O Mg mostrou correlação positiva com as PTt, entretanto, P e frutose foram correlacionadas negativamente ($p < 0,0001$). Segundo Abdel-Rahman *et al.* (2000), o Ca está correlacionado positivamente com a concentração espermática e com o número de espermatozóides vivos, e negativamente com a motilidade. Ainda segundo os mesmos autores, o P mostrou ter correlação negativa com a motilidade e com a concentração espermática. Da correlação entre componentes bioquímicos e volume de sêmen, o P também mostrou correlação negativa ($p < 0,0001$). O volume do sêmen teve correlação positiva com as PTt, AC e frutose. Segundo Al Somai *et al.* (1994), as proteínas do PS de ruminantes são encontradas em agregados protéicos de alto peso molecular, que na presença de citrato e em

condições ácidas, separam-se em moléculas protéicas de baixo peso molecular. A correlação entre volume de ejaculado e concentração de frutose ($r=0,74$ $p<0,01$) também foi observada anteriormente por Roca *et al.* (1993). No tocante à correlação entre volume de PS e P houve correlação negativa fraca, porém, significativa ($p<0,01$).

Para as correlações dos parâmetros bioquímicos com o volume do PS, a maior correlação encontrada foi com a frutose. Da correlação entre parâmetros seminais com temperatura, o Mg mostrou ter correlação negativa. A frutose mostrou correlação positiva, apesar de fraca, com a temperatura. A umidade correlacionou-se positivamente com o Mg, PTt e com a frutose. Apenas as proteínas totais mostraram correlação significativa ($p<0,05$), porém baixa, com a precipitação pluviométrica. No tocante a associação entre o ITU e os parâmetros bioquímicos do PS, foi observada correlação positiva significativa entre todos os componentes avaliados ($p<0,05$; $p < 0,0001$). Entretanto, essas correlações foram baixas. Durante o período experimental o ITU médio foi de 78 indicando que os animais estavam sob condição de alerta para o estresse. Todavia, Silva (2004) afirma que é preciso lembrar que essas temperaturas foram determinadas para animais de raças de clima temperado, observadas sob condições artificiais em câmaras climáticas. Também afirma que não há estudos a esse respeito realizados em ambientes tropicais, com animais neles aclimatados, mas tudo indica que neste caso as temperaturas críticas devem ser bem diferentes. De qualquer modo, é evidente que quanto maior o desempenho produtivo dos animais, mais baixas se tornam as suas temperaturas críticas (SILVA, 2004). O mesmo autor afirma que é preciso lembrar que os índices são modelos matemáticos, os quais jamais podem representar a verdadeira complexidade das interações físico-biológicas. Todavia, Silva (2000) questiona a aplicabilidade dos resultados do ITU em animais de clima tropical, visto que, este teste foi desenvolvido em clima temperado e sob condições artificiais. Os animais de clima tropical são adaptados às condições locais.

Segundo Abdel-Rahman *et al* (2000) a discrepância na composição iônica do ejaculado pode ser devida, em parte, a fatores de ordem ambiental, como, temperaturas elevadas e baixa umidade, fatores estes que têm influência relevante nos estudos da qualidade seminal em carneiros. A existência dessas correlações sugere que os fatores climáticos podem influenciar, de forma ainda não compreendida, a composição bioquímica do PS de caprinos.

7. CONCLUSÃO

Concluiu-se que, existe influência da época do ano sobre a variação na composição bioquímica do plasma seminal (Ca, P, Mg, PTt, AC e frutose) de caprinos SPRD criados em clima tropical úmido. Os maiores índices foram registrados nas épocas de transição S/C para frutose e os demais constituintes na chuvosa.

A existência de variação individual e de interação entre os fatores animal/época, para os níveis de frutose, justifica a inclusão desse parâmetro bioquímico na avaliação do sêmen caprino. Mais estudos, entretanto, são necessários para identificar as causas desta variação, e compreender melhor o papel da frutose, ácido cítrico e proteínas totais no metabolismo espermático.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABDEL-RAHMAH, H. A.; EL-BELELY, M.S.; AL-QARAWI, A. A.; EL-MOUGY, S.A. The relation between semen quality and mineral composition of semen in various breeds. **Small Ruminant Research**, Lennoxville , v. 38, p. 45-49, 2000.

AL-SOMAI, N.; MOLAN, P.C. ; VISHWANATH, R. ; SHANNON, P. Anionic and cationic components from protein aggregates in bovine seminal plasma and their effects of sperm motility. **Molecular Reproduction Development**, Hamilton, v. 39 (3), p. 328-36. 1994.

AURICH, J. E.; KÜHNE, A.; HOPPE, H.; AURICH, C. Seminal plasma affects membrana integrity and motility of equine spermatozoa after criopreservation. **Theriogenology**, New York, v. 46, p. 791-797, 1996.

AZERÊDO, G.A.; ESPER, C.R.; RESENDE, K.T. Evaluation of plasma membrane integrity of frozen-thawed goat spermatozoa with or without seminal plasma. **Small Ruminant Research**, Lennoxville, v. 41, p. 257 – 263, 2001.

BACILA, M. Bioquímica da reprodução. In: **Bioquímica Veterinária**. São Paulo: J. M. Varela Livros, 1980. cap. 14, p. 395.

BARRIOS, B.; PÉREZ-PÉ, R.; GALLEGO, M.; TATO, A.; OSADA, J.; MUIÑO-BLANCO, T.; CEBRIÁN-PÉREZ, J.A. Seminal Plasma Proteins Revert the Cold-Shock Damage on Ram Sperm Membrane. **Biology of Reproduction**, Zoragoza, v.63, p. 1531-1537. 2000.

BHARGAVA, P.M.; BISHOP, M.W.H.; WORK, T.S. The Chemical Composition of Bull Semen with Special Reference to Nucleic Acids, Free Nucleotides and Amino Acids. **Biochemical Journal**, London, v. 73 (2), p. 242-247, 1959.

BITTMAR, A.; KOSINIAK, K. The role of selected biochemical components of equine seminal plasma in determining suitability for deep-freezing. **Archivum Veterinarium Polonicum**, Wroclaw Norwida, v. 32, p. 17-28, 1992.

BRINSKO, S.P.; CROCKETT, E. C.; SQUIRES, E.L. Effect of centrifugation and partial removal of seminal plasma on equine spermatozoal motility after cooling and storage. **Theriogenology**, New York, v. 54, p. 129-136, 2000.

CALVETE, J. J.; NESSAU, S.; MANN, K.; SANZ, L.; SIEME, H.; KLUG, E.; TÖPFER-PETERSEN, E. Isolation and biochemical characterization of stallion seminal plasma proteins. **Reproduction Domestic Animal**, Berlim, v. 29, p. 411-426, 1994.

COLAS, G. Factors affecting the quality of ram semen. **EAST SCHOOL AGRICULTURE SCIENCE UNIVERSITY OF NORTHINGANS**, 1983, Norththingans, **Anais..** 1983. p. 453-465.

COLAS, G. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France I. Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. **Reproduction Nutrition Development**, Jouy-en-Josas, v. 20, n. 6, p.1789-1799, 1980.

CAMPOS, A. C. N.; NUNES, J. F.; SILVA FILHO, A. H. S.; MONTEIRO, A. W. U. Parâmetros biométricos do trato genital masculino de caprinos sem raça definida (SRD) criados no semi-árido Nordeste durante o período seco e chuvoso. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 185-189, 2003a.

CAMPOS, A. C. N. *Morfometria do trato genital masculino: influência do plasma seminal obtido em época seca ou chuvosa sobre os espermatozoides decaprinos*. Fortaleza: UECE, Faculdade de Veterinária, 2003. 85p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias).

CAMPOS, A.C.N.; NUNES, J.F.; MONTEIRO, A.W.U.; PINHEIRO, J.H.T.; FERREIRA, M.A.L; ARAÚJO, A.A.; CRUZ, J.F. Conservação do sêmen caprino a 4 °C durante o período

seco e chuvoso no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 27, n. 4, p. 620-624, 2003c.

CAMPOS, A. C. N.; NUNES, J. F.; MONTEIRO, A. W. U.; FIGUEIRÊDO, E. L.; PINHEIRO, J. H. T.; FERREIRA, M. A. L.; ARAÚJO, A. A., Viabilidade do sêmen caprino lavado e não lavado diluído em água de coco e armazenado a 4 °C. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 11, n. 3, p. 178–183. 2004.

CORTEEL, J.M. Viabilité des spermatozoides de bouc conservés et congelés avec ou sans leur plasma séminal. Effect du glucose. **Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique**, Paris, v. 14, n. 4B, p. 741 –745, 1974.

CORTEEL, J. M. Effets du plasma séminal sur la survie et la fertilité des spermatozoïdes conservés *in vitro*. **Reproduction Nutrition Development**, Jouy-en-Josas, v. 20, n. 4, p. 1111-1123, 1980.

DHAMI, A. J. G.; KODAGALI, S. B. Correlation between biochemical and enzymatic constituents of semen of surti buffalo bulls. **Indian Journal Animal Science**, v. 57, n. 12, p. 1283-1286, 1987.

DHAMI, A. J.; SAHNI, K. L. Comparative assessment of certain biochemical and mineral constituents of seminal plasma and their interrelationships in ox and buffalo bulls. **UAR**. v. 14, n. 2, p. 98-100, 1993.

DOTT, H. M.; HARRISON, R. A. P.; FOSTER, G. C. A. The maintenance of motility and the surface properties of epididymal spermatozoa from bull, rabbit and ram in homologous seminal and epididymal plasma. **Journal Reproduction and Fertility**, Colchester, v. 55, p. 113-124, 1979.

EATON, O.N.; SIMMONS, V.L. A semen study of goats. **American Journal of Veterinary Research**, Michigan, v. 13, p. 537 – 544, 1952.

EVANS, G.; MAXWELL, W.M.C. 4. Semen y sus características. **Inseminación artificial de ovejas y cabras**. Zaragoza: Editorial Acribia, p.25. 1990.

FRAZER, G. S.; BUCCI, D. M. SDS pages characterization of the protein in equine seminal plasma. **Theriogenology**, New York, v. 46, p. 579-591, 1996.

GIRÃO, R.N.; MIES FILHO, A. Teores de frutose e de AC no sêmen de carneiros da raça Corriedale, submetidos a fotoperíodo e temperaturas naturais e artificiais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 13 (3), p. 137-142. 1989.

GONZALES, C. I. M.; NEVES, J. P.; SILVA, C. A M. Determinação do sódio, potássio, cálcio e magnésio no PS ovino em diferentes tempos de incubação do sêmen a +37°C. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 8, n. 3, p. 174-178, 1984.

GUNDOGAN, M. Some Reproductive Parameters and Seminal Plasma Constituents in Relation to Season in Akkaraman and Awassi Ram. **Turk Journal Vet. Animal Science**, Turquia, v. 30, p. 95-100. 2006.

HENAULT, M. A.; KILLIAN, G. S.; KAVANAUGH, J. F.; ORIEL JR., L. C. Effect of accessory sex gland fluid from bulls of differing fertilities on the ability of cauda epididymal sperm to penetrate zona-free bovine oocytes. **Biology of Reproduction**, Augusta, v. 52, p. 390-397, 1995.

HENKEL, R.; BITTNER, J.; WEBER, R.; HUTHER, F.; MISKA, W. Relevance of zinc in human sperm flagella and its relation to motility. **Fertility and Sterility**, USA, v. 71, n. 6, p. 1138 – 1143, 1999.

HIROE, K.; TOMISUKA, Y. W.; MASSKI, J. Biochemical studies on the semen of domestic animals: On the chemical composition of seminal plasma of goats. **Japanese Journal Animal Reproduction**, v. 6, n. 1, p. 28-30, 1960.

HUMPHREY, G.F.; MANN, T. Studies on the Metabolism of Semen: 5. Citric Acid in Semen. **Biochemical Journal**, Cambridge, v.44, p.97-105. 1948.

IBARRA, M. C. B.; NAVARIDAS, A. S. Variaciones estacionales de los niveles de fructosa, ácido cítrico y proteínas totales en ejaculados de moruecos de raza Manchega. **Investigación Agraria Producción y Sanidad Animales**, v. 7, n. 3, p. 235-240, 1992.

JONAKOVA, V.; MANASKOVA, P.; KRAUS, M.; LIBERDA, J. TICHÁ, M. Sperm Surface Proteins in Mammalian Fertilization. **Molecular Reproduction and Development**, Praga, v. 56, p. 275-277. 2000.

KAYA, A.; AKSON, M.; TEKELI, T. Influence of ejaculation frequency on sperm characteristics, ionic composition and enzymatic of seminal plasma in ram. **Small Ruminant Research**, Lennoxville, v. 44, p. 153 – 158, 2002.

KUMAR, A; FAROOQ, A. Effect of oxytocin on the concentration of fructose in the accessory glands of mouse. **Life Science**, New Delhi, 55(1), p. 19-24, 1994.

KVIST, U. Importance of spermatozoal zinc as temporary inhibitor of sperm nuclear chromatin decondensation ability in man. **Acta Physiology Scandinavan**, Stockholm, v. 109, p. 79-84, 1980.

LA FALCI, V.S.N.; TORTORELLA, H.; RODRIGUES, J.L.; BRANDELLI, A. Seasonal variation of goat seminal plasma proteins. **Theriogenology**, New York, v. 57, n.6, p. 805-810. 2007.

LEBOEUF, B.; RESTALL, B.; SALAMON, S. Production and storage of goat semen for artificial insemination. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 62, p. 113 – 141. 2000.

MANN, T. Secretory function of the prostate, seminal vesicle and other male accessory organs of reproduction. **Journal Reproduction and Fertility**, Colchester, v. 37, p. 179-188, 1974.

MANN, T. Studies on the metabolism of semen: 3. Fructose as a normal constituent of seminal plasma. Site of formation and function of fructose in semen. **Biochemical Journal**, Cambridge, v. 40, n. 4, p. 481-491. 1946.

MANN, T.; LUTWAK- MANN, C. Male reproductive function and semen: themes and trends in physiology, **Biochemistry and Investigative Andrology.**, Berlim: Springer-Verlag, 1981.

MANN, T.; LUTWAK-MANN.C. Studies on the metabolism of semen: 4. Aerobic and anaerobic utilization of fructose by spermatozoa and seminal vesicles. **Biochemical Journal** Cambridge, v.43 (2), p. 266-270. 1948.

MARTINS, L.F.; PEREIRA, M.C.B.; GUIMARÃES, J.D.; COSTA, E. P.; SILVEIRA, T. S.; TORRES, C.A. A.; RODRIGUES, M.T.; BRAZ, V.B. Avaliação espermática e da concentração de proteínas solúveis no plasma seminal de bodes da raça Alpina em regime de monta controlada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.35, n.4, p.1653-1659. 2006.

MATSUOKA, T.; IMAI, H.; ASAKUMA, S. KOHNO, H. ; FUKUI, Y. Changes of fructose concentrations in seminal plasma and glucose and testosterone concentrations in blood plasma in ram over the course of a year. **Journal of Reproduction and Development**, Tokyo, v.52, n.6, 2006.

MENDOZA, G.; WHITE, I.G.; CHOW, P. Studies of chemical components of Angora goat seminal plasma. **Theriogenology**, Sydney, v. 32 (3), p. 455-66. 1989.

MÜLLER, K.; MÜLLER, P.; HERMANN, A. Transbilayer motion of spin-labelled phospholipids in the plasma membrane of epididymal and ejaculated ram spermatozoa. **Journal Reproduction and Fertility**, Colchester, v. 111, p. 81-89, 1997.

NUNES, J. F. *Étude des effets du plasma seminal sur la survie in vitro des espermatozoïdes de bouc*. Paris. Université Paris VI, 1982. 45p. Tese (Ciências da Vida).

OLLERO, M.; GARCÍA-LOPÉZ, N.; PÉREZ-PÉ, R.; CEBRIÁN-PÉREZ, J.A.; MUIÑO-BLANCO, T. Surface changes of ram spermatozoa by adsorption of homologous and heterologous seminal plasma proteins revealed by partition in aqueous two-phases system. **Reproduction Fertility Development**, Collingwood, v. 9, p. 81-390, 1997.

PEREIRA, J.C.C. Alternativas para amenizar os efeitos do estresse calórico em vacas leiteiras. In: Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Minas Gerais: FEMVZ, 2005. p 120-121.

PÉREZ-PÉ, R.; MUIÑO-BLANCO, T.; CEBRIÁN-PÉREZ, A. Sperm washing method alters the ability of seminal plasma proteins to revert the cold-shock damage on ram sperm membrane. **International Journal of Andrology**, Zaragoza, v. 24, p. 352-359. 2001.

PINHEIRO, R. R.; MALHADO, R.; PINHEIRO, A. A.; SIMPLÍCIO, A. A. Níveis de Cálcio, Fósforo, Magnésio e pH do sêmen de caprinos no Nordeste do Brasil. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 33, Fortaleza, Anais ... Fortaleza, p. 419-421, 1996a.

PINHEIRO, R. R.; MALHADO, R.; PINHEIRO, A. A.; SIMPLÍCIO, A. A. Parâmetros bioquímicos do PS de 3 tipos raciais de caprinos do Nordeste do Brasil. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 33, Fortaleza, Anais ... Fortaleza, p. 416-418. 1996b.

POLAKOSKI, K. L.; KOPTA, M. Seminal plasma. In: **ZANEVELD, L. J. & CHATTERTON, R. T.** Biochemistry of mammalian reproduction, John Wiley, New York, p. 89-117, 1982.

RITAR, A. J.; SALAMON, S. Effects of month of collection, method of processing, concentration of egg yolk and duration of frozen storage on viability of Angora goat spermatozoa. **Small Ruminant Research**, Lennoxville, v. 4, n. 1, p. 29 – 37, 1991.

ROCA, J.; MARTINEZ, E.; VÁSQUEZ, J. M. Seasonal variation in fructose and citric acid in seminal plasma of Murciana-Granadina goats. **Small Ruminant Research**, Lennoxville, v. 10, p. 219-226, 1993.

ROCA, J.; MARTINEZ, E.; VÁSQUEZ, J. M.; COY, P. Characteristics and seasonal variations in the semen of Murciana-Granadina goats in the Mediterranean. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 29, p. 255-263, 1992.

RODGER, J. C. Seminal plasma, an unnecessary evil? **Theriogenology**, New York, v. 3, n. 6, p. 237-247, 1975.

RODRIGUES, L.F.S. *Efeito do método de colheita sobre os aspectos físicos, morfológicos e bioquímicos do sêmen de caprinos mestiços e ovinos deslanados da raça Santa Inês criados no Estado do Ceará*. 1997. 87f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Fortaleza, 1997.

SANZ, E.; ÁVILA, L.M.; GAITÁN, P.; ESCOBAR, M.; SANTOS, A.M. **Importância das glândulas sexuais acessórias no ejaculado**. Disponível em: <<http://www.cesemed.com>>. Acesso em: 13 jan. 2007.

SAS, User's guide: statistics – **version 6**. ed. Cary, Statistical Analysis System Institute, 2000.

SENGER, C.C.D. Papel dos minerais como cofatores enzimáticos. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/bioquímica/index.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2007.

SILVA, A. E. D. F.; NUNES, J. F. Estacionalidade na atividade sexual e qualidade do sêmen nos ovinos deslançados das raças Santa Inês e Somalis. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 8, p. 207 – 214, 1984.

SILVA; R.G. Zoneamento Bioclimático para animais de interesse zootécnico. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 42, Goiânia-GO, Anais, p.388-393. 2005.

SILVA, R. G. Introdução à Bioclimatologia Animal. São Paulo: Editora Nobel, p. 286. 2000.

SINGH, L. P.; PENBEY, L. N. Relationship between seminal attributes and peripheral testosterone level in Desi bucks. **Indian Journal Animal Research**, v. 65, n. 10, p. 1112-1124, 1995.

SKANDHAN, K. P. Zinc in normal human seminal plasma. **Andrologia**, Giessen, v. 13, n. 4, p. 436-351, 1981.

SOUZA, C.E.A.; MOURA, A.A.A.; OLIVEIRA, J.T.A.; ARAÚJO, A.A.; LIMA, A.C.B.; NEIVA, J.N.M. Características reprodutivas, concentração de proteínas seminais e testosteronemia de carneiros Santa Inês durante o primeiro ano de vida. In: **VI Reunião Regional da SBBq-Nordeste**, Fortaleza, 2002.

SOUZA, R.L.; NÄÄS, I.A.; MARCHETO, F.G.; SALGADO, D.D. Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento “freestall” para bovinos de leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.8, n. 2/3, p.299-303. 2004.

STREZEZEK, J.; KORDAN, W.; KOSTYRA, H.; ZABORNIK, A. Purification and partial characterization of a 5,700 Da sperm motility inhibiting factor from seminal plasma of boar. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 29, p. 5-52, 1992.

TOPFER-PETERSEN, E.; EKHLASI-HUNDRIESER, M.; KIRCHHOFF, C.; LEEB, T.; SIEME, H. The role of stallion seminal proteins in fertilization. **Animal Reproduction Science**, Alemanha, v.89, p. 159-170. 2005.

TULI, R.K.; HOLTS, W. Effects of season on the freezability of boer goat semen in the northern temperate zone. **Theriogenology**, New York, v. 43, p. 1359 – 1363, 1995.

YAMASSHIRO, H.; KUMAMOTO, K. WANG, H.; TAMASHITA, Y.; TERADA, T. Effect of sêmen colletion in extender solution on the characteristics of goat spermatozoa. **Journal of Reproduction and Development**, Tokyo, v. 52, n. 3, p.397 – 406, 2006.

WONG, W. Y.; FLIK, G.; GROENEN, P.M.W.; SWINKELS, D.W.; THOMAS, C..M.G.; COPIUS-PEEREBOOM, J.H.J.; MERKUS, H.M.W.M.; STEEGERS-THEUNISSEN, R.P.M. The impact of calcium, magnesium, zinc and copper in blood and seminal plasma on semen, parameter in men. **Reproduction Toxicology**, Rome, v. 15, p. 131- 136, 2001.