



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

JÔSY MARIA ARRUDA DE ALENCAR
Zootecnista

**PARÂMETROS SEMINAIS E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DO
PLASMA SEMINAL DE COELHOS CRIADOS NO NORDESTE DO
BRASIL**

**FORTALEZA-CE
FEVEREIRO/2011**

JÔSY MARIA ARRUDA DE ALENCAR

**PARÂMETROS SEMINAIS E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DO
PLASMA SEMINAL DE COELHOS CRIADOS NO NORDESTE DO
BRASIL**

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: Reprodução Animal.

Orientadora: Professora Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos.

**FORTALEZA-CE
FEVEREIRO/2011**

A353p Alencar, Josy Maria Arruda de
Parâmetros seminais e composição bioquímica do plasma seminal de coelhos criados
no nordeste do Brasil / Josy Maria arruda de Alencar.
52 f . ;il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Nascimento Campos

Co-Orientadora: Dra. Gyselle Viana Aguiar

Área de concentração: Produção Animal

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias. Depto. de Zootecnia , Fortaleza, 2011.

1. Coelho 2. Semen 3. Reprodução animal I. Campos, Cláudia Nascimento
(orient.) II. Aguiar, Gyselle Viana (co-orient.) III. Universidade Federal do Ceará –
Curso de Mestrado em Zootecnia IV. Título

CDD 636.08

JÔSY MARIA ARRUDA DE ALENCAR

**PARÂMETROS SEMINAIS E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DO PLASMA
SEMINAL DE COELHOS CRIADOS NO NORDESTE DO BRASIL.**

Dissertação defendida e aprovada em __/__/____

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos
ORIENTADORA

Dra. Gyselle Viana Aguiar
CO-ORIENTADORA (UECE)

Professora Dra. Carla Renata Figueiredo Gadelha
CONSELHEIRA (UFC)

Professor Dr. José Ferreira Nunes
CONSELHEIRO (UECE)

**PARÂMETROS SEMINAIS E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DO
PLASMA SEMINAL DE COELHOS CRIADOS NO NORDESTE DO
BRASIL.**

As minhas tias Maria Alice (Licinha), Celina (Ina), Carmen (Cainha), Celene (Ceen), Cláudia Lalá e Coeli (Eli).

OFEREÇO

Aos meus pais Joathan e Célia pelo amor e dedicação. As minhas irmãs Josianne e Josilene pelo apoio e carinho. Aos meus sobrinhos Sabrina, Yasmin e Leone Neto pela alegria e amor. Ao Ciro por todo amor, paciência e companheirismo.

DEDICO

vi

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades que me tem dado e por ter colocado, em minha vida pessoas verdadeiramente especiais e amigas. Agradeço ainda, por ter sempre estado ao meu lado, segurando a minha mão e também pelas inúmeras vezes em que me levou no colo.

A minha família, meu referencial, por todo amor, carinho, dedicação e compreensão nos momentos de ausência.

A minha avó materna “Mamãezinha”, *in memorian*, exemplo de força e determinação em minha vida.

As minhas tias Carmen (Cainha), Celina (Ina), Celene (Ceen), Cláudia (Lalá) e Coeli (Eli), que sempre foram bem mais que tias e sim mães, pelo carinho e atenção, indispensáveis a minha formação pessoal. Em especial a tia avó Licinha, minha segunda avó.

À Universidade Federal do Ceará pela realização do curso de Mestrado.

A FUNCAP – Fundação Cearense de Apoio a Pesquisa pela concessão da bolsa e financiamento do projeto.

A minha querida Professora Elizimar Guerreiro (Zizi), que sempre me apoiou e incentivou, pelos ensinamentos, atenção, carinho e principalmente pela sua amizade, sempre presente na minha vida. A quem dedico minha admiração e respeito.

A Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Nascimento Campos pelos ensinamentos transmitidos, paciência, apoio e pela orientação, não só no curso de mestrado.

A Dra. Gyselle Viana Aguiar pelo incentivo, apoio, amizade e co-orientação.

Ao Setor de Cunicultura/DZ/UFC pela concessão dos animais utilizados durante o experimento, aos funcionários e aos bolsistas Rebeca Santos e Othon Ferreira pelo apoio na realização deste trabalho e pelos momentos de descontração que fazem do coelhário uma família.

Ao Laboratório de Estudos em Reprodução Animal pela realização das análises e a todos os seus integrantes que colaboraram direta e indiretamente para a conclusão do experimento.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação/UFC que me acompanharam durante o curso.

A Ana Gláudia Catunda, à quem muito admiro, que sempre me ajudou e contribuiu para minha formação profissional, tendo paciência e ensinando nos momentos em que precisei.

A amiga Karoliny Farias pela enorme paciência e amizade. Agradeço também pelos momentos de descontração vividos. Juntamente com a Ana Gláudia estive sempre perto de mim, apoiando e incentivando em tudo. Levarei sempre vocês comigo.

Ao Alex Altair Costa Machado pelo apoio dando nesse momento tão importante.

Ao meu *caríssimo* Ciro Caggiani pelo amor, incentivo, amizade, companheirismo e compreensão em todos os momentos vividos e principalmente, naqueles em que estive ausente. *Grazie per tutto!*

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1.INTRODUÇÃO	15
2.REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Anatomia reprodutiva do coelho	17
2.2. Fisiologia do macho cunícula	19
2.3. Sêmen de coelho e suas características	20
2.3.1. Volume	21
2.3.2. Cor e Aspecto	21
2.3.3. Gel	22
2.3.4. Vigor	22
2.3.5. Motilidade	22
2.3.6. Concentração espermática	22
2.4. Constituintes do Plasma Seminal	23
2.4.1. Níveis de frutose no PS e o metabolismo energético da célula espermática	23
2.4.2. As proteínas do Plasma Seminal e seus efeitos sobre o metabolismo espermático	24
2.4.3. Lipídios	25
3. JUSTIFICATIVA	28
4. OBJETIVOS	29
4.1. Geral	29
4.2. Específicos	29
5. MATERIAL E MÉTODOS	30

5.1. Local do experimento	30
5.2. Determinação do índice de conforto térmico dentro da instalação	30
5.3. Animais experimentais e coleta de sêmen	30
5.4. Avaliação do sêmen e obtenção do Plasma Seminal	31
5.5. Análises bioquímicas do Plasma Seminal	31
5.6. Análise estatística	31
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.1. Parâmetros seminais	34
6.2. Cor, aspecto e gel	36
6.3. Parâmetros bioquímicos	40
6.4. Estudos das correlações dos parâmetros seminais e bioquímicos	42
7. CONCLUSÃO	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE TABELA

	Página
Tabela 1 – Médias e erros-padrão da temperatura ambiental (T°C), da umidade relativa e do índice de temperatura umidade (ITU) mensurados dentro da instalação durante o período experimental	33
Tabela 2 – Médias e erros-padrão mensais dos parâmetros seminais volume de sêmen (VolSem), volume de plasma seminal (VolPS), concentração espermática (Conc.sptz), vigor e motilidade de coelhos da raça Nova Zelândia Branca criados no Estado do Ceará	34
Tabela 3 – Médias e erros-padrão dos parâmetros seminais volume de sêmen (VolSem), volume de plasma seminal (VolPS), concentração espermática (Conc.sptz), vigor e motilidade de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, de acordo com a cor e o aspecto do ejaculado, criados no NE do Brasil	36
Tabela 4 – Médias e erros-padrão dos parâmetros bioquímicos concentrações de glicose, frutose, colesterol total e proteínas totais do PS de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, para a cor e aspecto do ejaculado, criados no NE do Brasil	38
Tabela 5 – Médias e erros-padrão dos parâmetros seminais volume de sêmen (VolSem), volume de plasma seminal (VolPS), concentração espermática (Conc.sptz), vigor e motilidade de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, segundo a presença ou ausência de gel no ejaculado	39
Tabela 6 – Médias e erros-padrão dos parâmetros bioquímicos concentrações de glicose, frutose, colesterol total e proteínas totais do PS de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, segundo a presença ou ausência de gel no ejaculado	39
Tabela 7 – Médias e erros-padrão mensais dos parâmetros bioquímicos concentrações de glicose, frutose, colesterol total e proteínas totais do PS de coelhos da raça Nova Zelândia Branca criados no Estado do Ceará	40
Tabela 8 – Correlações simples de Pearson para os parâmetros bioquímicos e seminais do sêmen de coelhos da raça Nova Zelândia Branca criados no Estado do Ceará, nordeste do Brasil	44

LISTA DE ABREVIATURAS

g	Gramas
min	Minutos
mL	Mililitros
PS	Plasma seminal
sptz/mL	Espermatozóides por mililitro
ColTotal	Colesterol total
Pttotal	Proteínas totais
VolSem	Volume de sêmen
VoIPS	Volume de plasma
Motil.	Motilidade

RESUMO

Objetivou-se por meio deste estudo caracterizar a composição bioquímica do plasma seminal e dos parâmetros seminais de coelhos criados no NE do Brasil, identificando ainda as variações que possam ocorrer ao longo do ano. O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Cunicultura do Departamento de Zootecnia/UFC. O índice de conforto térmico dentro da instalação foi calculado de acordo com a fórmula do ITU, modificada para coelhos. Foram utilizados 20 coelhos da raça Nova Zelândia Branca, criados em sistema flat-deck, alimentados com ração comercial. Os ejaculados foram coletados duas vezes por semana (outubro/2009 a setembro/2010), utilizando-se uma vagina artificial. Em seguida, os ejaculados foram avaliados quanto ao volume, cor, aspecto, vigor, motilidade e concentração espermática, após foram centrifugados e o PS (plasma seminal) foi removido e acondicionado em tubos eppendorfs a -18 °C. Para realização das análises bioquímicas foi feito um pool mensal de PS de cada animal, onde foram avaliadas as concentrações de glicose, frutose, colesterol total e proteínas totais. Neste estudo, os parâmetros seminais foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelo mês de coleta, independente da existência de estresse pelo calor. Na avaliação dos parâmetros seminais pela cor foi verificado que os ejaculados de cor branca perolada foram representativos da boa qualidade do sêmen. Quanto ao aspecto, os melhores resultados foram encontrados nos ejaculados com aspecto cremo-leitoso. No que se refere às características bioquímicas, o aspecto do ejaculado influenciou significativamente ($p < 0,05$) somente as concentrações de frutose e glicose. Foram constatadas diferenças significativas das concentrações de frutose entre os diferentes meses do ano. A glicose foi identificada como um constituinte, comumente encontrada no PS. A concentração de colesterol total no PS de coelhos no presente experimento foi mais baixa que o encontrado por outros autores. O estudo das correlações de Pearson demonstrou associações significativas (baixas e moderadas), positivas e negativas entre os parâmetros seminais e os bioquímicos. Os parâmetros bioquímicos apresentaram correlações entre si. Nesse estudo foi encontrada correlação negativa da concentração espermática com a frutose. Os resultados permitiram concluir demonstram que os coelhos criados no nordeste do Brasil são perfeitamente adaptados, pois apresentam características seminais e bioquímicas normais, apesar da existência de estresse térmico.

ABSTRACT

This study was carried out to characterize the biochemical composition of seminal plasma and semen parameters of rabbits reared in Northeast Brazil, also identifying the changes that occur throughout the year. The experiment was conducted at the Sector of the Rabbit Department of Animal Science / UFC. The index of thermal comfort inside the facility was constructed according to the formula of the THI, modified for rabbits. The ejaculates were obtained twice a week from 20 New Zealand White rabbits, reared in flat-deck system (October/2009 to September/2010). After collection, the semen was measured and evaluated for volume, color, appearance, vigor, sperm concentration and motility. To obtain the SP, the semen was centrifuged and then stored at - 18°C. To perform the biochemical analysis was made a monthly pool of PS of each animal. The samples were tested according to the concentrations of fructose, glucose, total cholesterol and total protein. In this study, semen parameters were affected significantly ($p < 0.05$) by sampling month, despite the presence of heat stress. In the evaluation of semen parameters was found that the color of the ejaculates was pearly white representative of good semen quality. Regarding the aspect, the best results were found in ejaculates with cream-milky appearance. With regard to biochemical characteristics, the aspect of the ejaculate significantly ($p < 0.05$) only the concentrations of fructose and glucose. Significant differences in concentrations of fructose among the different months of the year. Glucose was identified as a constituent, usually found in the PS. Significant differences in concentrations of fructose among the different months of the year. Glucose was identified as a constituent, usually found in the PS. The study of the Pearson correlations showed significant associations (low and moderate) positive and negative differences between the semen parameters and biochemical. In this study we found a negative correlation with sperm concentration of fructose. The results showed that rabbits show created in Northeastern Brazil are perfectly adapted, as seminal and biochemical characteristics have normal, despite the existence of heat stress.

1. INTRODUÇÃO

O plasma seminal (PS) consiste de um fluido produzido na *retis testis*, epidídimos e nas glândulas anexas masculinas (ROSSI et al., 1997; TROEDSSON et al., 2005). A contribuição química dessas glândulas varia, e a natureza individual de todos os componentes não é conhecida. Todavia, tais componentes são importantes para o desenvolvimento e maturação espermática no aparelho reprodutor masculino (TROEDSSON et al., 2005) e alguns são relativamente específicos dentro do mecanismo de regulação da função espermática (CALVETE et al., 1994)., embora as exatas funções destes componentes seminais no controle da motilidade espermática, ainda não estão bem elucidadas (STREZEZEK et al., 1992). Alguns estudos relataram que o plasma seminal desempenha um papel ativo no transporte, nutrição e proteção dos espermatozoides no aparelho reprodutor feminino por meio da ação de vários hormônios, enzimas, outras proteínas, lipídios e metabólitos. Segundo Muller et al. (1997), o contato com o fluido seminal desencadeia eventos preparatórios nos espermatozoides para a fertilização

Hafez e Hafez (2000) constataram que o PS contém diversos íons tais como, Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{++} e Mg^{++} . Estes autores relataram que o K^+ está correlacionado com a viabilidade espermática e o Ca^{++} regula a fisiologia do espermatozoide. Além disso, as glândulas vesiculares secretam açúcares como a glicose, ribose, sorbitol, inositol e frutose que atuam no metabolismo energético do espermatozoide (HAFEZ e HAFEZ, 2000).

Em coelhos, o PS parece exercer um papel positivo sobre as células germinativas masculinas. Alguns estudos demonstraram que espermatozoides lavados e incubados em diluidor TRIS ou com baixa concentração de PS perderam a motilidade e a viabilidade dentro de 1 – 3h, enquanto que os espermatozoides suspensos em PS puro ou diluídos em até 10 vezes, mantiveram a sua motilidade durante um período de 6h, diminuindo de 80% para 40% (CASTELLINI et al., 2006).

Segundo Liguori e Bellezza (2003), os espermatozoides de coelhos mantidos em PS apresentaram uma considerável re-síntese de ATP que mantém elevada a concentração do nucleotídeo por mais de 6 horas. Segundo os mesmos autores, tal processo é devido a presença das enzimas creatina quinase e adenilato quinase, que fazem parte do sistema de transporte de fosfatos, permitindo a re-síntese de ATP em

compartimentos celulares diferente das mitocôndrias. O equilíbrio dinâmico entre a síntese e a degradação de ATP sugere que os espermatozoides de coelho utilizam os nutrientes fornecidos no plasma seminal para manutenção da sua motilidade por diversas horas (MINELLI et al., 1999).

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Anatomia reprodutiva do coelho

O aparelho reprodutor de coelhos é composto pelos testículos (2), epidídimos (2), ampolas (2), ductos deferentes (2), uretra, pênis, glândulas prepuciais (2) e glândulas acessórias.

A anatomia urogenital de coelhos machos é única entre as espécies de mamíferos placentários, e comum nas espécies marsupiais (CAPELLO et al., 2006).

O pênis é o órgão copulador. Não apresenta glande e seu formato é cilíndrico com 40-50mm de comprimento, reduzindo o seu diâmetro até a sua extremidade. Durante o repouso sexual se situa no prepúcio, localizado ventralmente ao ânus (ALVARIÑO, 1993) e caudal aos testículos (CAPELLO et al., 2006).

As glândulas prepuciais estão inseridas na derme do prepúcio relacionadas ao seu orifício, são discretas e podem ser consideradas glândulas sebáceas aumentadas (HOLTZ e FOOTE, 1978a). Sua localização é caudal ao pênis e tem como função secretar uma substância de odor penetrante que estimula o reflexo ovulatório da fêmea (MONACI, 2003).

Os testículos, no animal púbere, são volumosos (1,5-2 g), ovóides e alongados (3-3,5 x 1-1,5 cm) (MONACI, 2003). Estão posicionados cranialmente ao pênis (CAPELLO et al., 2006), localizados na bolsa escrotal, um de cada lado da linha inguinal, posicionados quase horizontalmente (HOLTZ e FOOTE, 1978a). Ao nascimento estão situados na cavidade abdominal, descendo para bolsa escrotal com aproximadamente 2 meses de vida (ALVARIÑO, 1993). O canal inguinal é aberto, tornando os coelhos criptorquídeos funcionais. A posição dos testículos depende de muitos fatores, incluindo a posição do corpo, temperatura corporal, atividade reprodutiva, repleção do aparelho gastrointestinal e a quantidade de gordura abdominal (CAPELLO et al., 2006).

A bolsa escrotal é formada pela túnica vaginal, túnica dartos e cremáster. Sua principal função é a de manter os testículos afastados da cavidade abdominal, permitindo que a temperatura testicular esteja entre 0,5 e 4°C inferior a do corpo, que é uma condição necessária para uma espermatogênese normal (ALVARIÑO, 1993). A bolsa testicular apresenta uma comunicação com o abdômen através do anel inguinal, por onde passam os ductos excretores que vem dos testículos. Durante os períodos de

inatividade sexual ou estresse, os testículos retornam à cavidade abdominal através do anel inguinal, podendo descer novamente pela ação do músculo cremáster (ALVARIÑO, 1993; MONACI, 2003; CAPELLO et al., 2006).

O epidídimo é um tubo sinuoso que se encontra unido a gônada por tecido conjuntivo. É formado pelos ductos eferentes e o ducto epididimário.

As ampolas possuem 2 cm de comprimento (MONACI, 2003) e correspondem ao segmento distal do ducto deferente que forma um laço ao redor do ureter e se torna fusiforme (HOLTZ e FOOTE, 1978a).

As glândulas anexas do aparelho reprodutor do coelho diferem quanto ao número, a localização, o tamanho e a proporção, entre outros aspectos, daquelas similares em outros mamíferos (VÁSQUEZ e DEL SOL, 2009). São constituídas por uma glândula vesicular, uma glândula bulbouretral e um complexo prostático formado pela próstata, propróstata e parapróstata. (HOLTZ e FOOT, 1978a). Para HAFEZ (1995), as mesmas contribuem com a maior parte do volume do ejaculado.

A glândula vesicular localiza-se entre as duas ampolas e o complexo de glândulas que contém a próstata. É bilobular, com a terminação cranial oca e com as paredes espessas. Seu tamanho é extremamente variável e em algumas vezes bastante dilatada. A distensão da glândula depende da quantidade de fluido contido dentro da mesma. Esse fluido é claro, variando de viscoso a um gel consistente. Sua porção caudal tem a parede fina e seu formato assemelha-se a um saco (HOLTZ e FOOTE, 1978a).

O complexo prostático é constituído pelas glândulas: propróstata, próstata propriamente dita ou próstata caudal e glândulas paraprostáticas (2) (HOLTZ e FOOTE, 1978a).

A propróstata é uma glândula de cor amarelo clara, coberta por uma cápsula de tecido fibroso e fibras musculares lisas que, em sua parte mediana, penetram e a divide externamente em dois lóbulos. (VÁSQUEZ e DEL SOL, 2002). Localiza-se caudal com a glândula vesicular e cranial a próstata. Lateralmente se relaciona com as glândulas paraprostáticas e ventralmente, na parte mediana com a uretra e na parte lateral com os ductos deferentes, enquanto que dorsal com o reto (VÁSQUEZ e DEL SOL, 2002; HOLTZ e FOOTE, 1978a).

A próstata se localiza entre a propróstata e a glândula bulbouretral (VÁSQUEZ e DEL SOL, 2002). Possui de 4 a 6 canais excretores que se abrem na parede do coletor

seminal (ALVARIÑO, 1993). Apresenta cor branca amarelada e compartilha a mesma cápsula de tecido conjuntivo que a próstata, e apenas uma pequena camada desse tecido separa essas duas glândulas (HOLTZ e FOOTE, 1978a)

As glândulas parapróstáticas (2) são pequenas, apresentam uma superfície com relevo irregular e tem forma de martelo. Localizam-se nos dois lados da uretra, no nível da terminação dos ductos deferentes, ventralmente a próstata (MONACI, 2003). Está relacionada com a próstata, a próstata e a ampola dos ductos deferentes (VÁSQUEZ e DEL SOL, 2002). Histologicamente, apresentam dois tipos de epitélio, sendo um similar a próstata e outro a glândula prostática (HOLTZ e FOOTE, 1978a; VÁSQUEZ e DEL SOL, 2002; VÁSQUEZ e DEL SOL, 2009).

A glândula bulbouretral é uma pequena massa de tecido glandular, coberta por uma cápsula de tecido fibroso e rodeada pelo músculo bulbo-glandular, o qual divide a mesma em lóbulos, derivada da parede uretral. É única no coelho, ao contrário dos outros mamíferos, inclusive do homem. Localiza-se dorsal a uretra e caudal a próstata (VÁSQUEZ e DEL SOL, 2001).

2.2. Fisiologia do macho cunícula

A maturidade sexual em coelhos varia de acordo com a idade, raça, alimentação e fatores ambientais, como fotoperíodo, estacionalidade e temperatura. As raças de médio porte são mais precoces quando comparadas com as raças anãs, pequenas e gigantes. Segundo Lebas et al. (1997), a maturidade sexual no macho é definida como o momento em que a produção de espermatozoides se estabiliza. Nas raças médias, a idade de reprodução no macho pode ser alcançada na 32ª semana de vida, levando-se também em conta o peso corporal do animal que deve se situar entre 70 – 80% do peso adulto da raça. Porém, um macho jovem pode ser utilizado para reprodução a partir da 20ª semana.

Entretanto, os dados da literatura mostraram que por volta de 60 a 70 dias de idade começam as tentativas de monta, e aos 100 dias eles realizam efetivamente as primeiras coberturas, porém, os primeiros espermatozoides só começam a aparecer no ejaculado aos 110 dias de idade (DELLA PORTA et al., 1992). A coleta de sêmen em machos é possível a partir dos 4 meses de idade. O que tem sido amplamente observado é que as coberturas realizadas por machos com 100 dias podem até ocorrer, contudo, os

espermatozoides contidos nesse ejaculado apresentam uma baixa viabilidade, podendo esta ser escassa ou até mesmo nula. Lebas et al. (1997) sugerem que o ideal é que as primeiras coberturas sejam realizadas a partir dos 135-140 dias de vida.

O estímulo para a cobrição através de ensaios e da falsa monta momentos antes da realização desta, ajuda a aumentar a concentração dos ejaculados. Geralmente, no segundo ejaculado se observa um menor volume, porém uma maior concentração. A partir do terceiro ejaculado, tanto o volume, quanto a concentração espermática começam a decrescer, o que em muitos casos resulta em coberturas sem êxito (ALVARINÑO, 1993).

A produção espermática diária dos coelhos é de aproximadamente 150 a 300 milhões de spz/mL, não aumentando de acordo com o ritmo de ejaculações. Segundo Oshio et al (1987), animais submetidos a um ritmo intenso de cobrições necessitam de 3 semanas para que o sêmen volte a apresentar as suas características iniciais. Para Kirton et al. (1966) é possível realizar duas coletas consecutivas com 15 minutos de intervalo a cada dois dias sem que haja perda das características seminais, tais como, a concentração e o volume do ejaculado.

Alvariño (1993) afirma que não existem dados conclusivos sobre o melhor ritmo para a utilização dos reprodutores. De um modo geral, os machos começam a realizar as primeiras coberturas aos 5 meses, iniciando de maneira progressiva a sua vida sexual, passando de um salto por semana a um máximo de seis saltos por semana (dois a cada dois dias) por volta de 8 e 10 meses de idade (ALVARIÑO, 1993).

2.3. Sêmen de coelho e suas características

O sêmen de coelho consiste de uma suspensão de espermatozoides no plasma seminal, que é constituído pelas secreções do epidídimo e das glândulas anexas, que se misturam no momento da ejaculação (IRRG, 2005) e de uma fração gelatinosa, cuja função é preencher o lúmen da vagina servindo de tampão biológico, após a ejaculação, evitando assim o refluxo do sêmen para o exterior do aparelho reprodutor feminino (MUKHERJEE et al., 1951).

Nessa espécie, as características seminais geralmente apresentam alta variabilidade (MOCE, 2005), sendo influenciadas por diversos fatores como a idade, a raça (SALCEDO et al., 2004), o animal (HOLTZ e FOOTE, 1978b), a época do ano

(THEU-CLEMENT et al., 2009), a temperatura (FINZI et al., 1994; MARAI et al., 2001), a frequência e o ritmo de coleta (NIZZA et al.2003a; NIZZA et al.2003b), o programa de luz (THEU-CLEMENT et al., 1994; MOUSA-BALABEL, 2011), a alimentação e a genética (IRRG, 2005; CASTELLINI, 2008).

2.3.1. Volume

O volume de ejaculado em coelhos pode variar de 0,3 a 6 mL, em função da secreção das glândulas anexas (presença de gel), porém normalmente se encontra entre 0,3 e 0,8 mL (ALVARIÑO, 1993). Estudos conduzidos no sul do Brasil encontraram volumes médios de 0,59 mL (ANDREAZZI et al., 2004) em animais da raça Nova Zelândia Branca e de 0,57 mL (COSTA et al., 2002) na raça Califórnia.

2.3.2. Cor e Aspecto

A cor do sêmen em coelhos é esbranquiçada e mais ou menos opaca, podendo variar de acordo com a concentração dos espermatozoides (ALVARIÑO, 1993). Normalmente, as cores encontradas são marfim, branco, branco perolado e branco amarelado. Entretanto, podem ser alteradas pela presença de elementos anormais, como urina (amarelo), sangue (rosado), presença de precipitados, cristais e células epiteliais provenientes do tecido genital (cinza) (DELLA PORTA et al., 1992). Segundo Moreira et al.(1995), a cor do ejaculado pode ser considerada como indicador de estresse térmico uma vez que está correlacionada com a concentração espermática. Estudos realizados pelos referidos autores demonstraram que com o aumento da temperatura, o percentual de ejaculados branco opaco (creme, marfim e perolado) com maior concentração espermática diminuía e o percentual de ejaculados branco claro (mais transparentes e amarelados) com menor concentração de espermatozoides aumentava.

No que se refere ao aspecto, o mesmo apresenta-se de aquoso a cremoso, estando diretamente relacionado a concentração espermática. Os ejaculados com aspecto cremoso são indicativos de alta concentração, enquanto aqueles com aspecto aquoso são característicos de baixa concentração. Os ejaculados de baixa concentração, normalmente são claros, de aspecto aquoso e ligeiramente amarelado (DELLA PORTA et al., 1992).

2.3.3. Gel

O gel é originado nas glândulas vesiculares (DEL JESUS NIÑO et al., 1997) e sua produção e manutenção dependentes da ação da testosterona. Em sua composição são encontradas uma quantidade significativa de substâncias estrogênicas (MUKHERJEE et al., 1951) além de alguns componentes seminais como o ácido cítrico e a frutose, sendo essa em poucas quantidades (PARSON, 1950).

Em coletas de sêmen, quando presente, recomenda-se a sua remoção imediata (IRRG, 2005) por apresentar um efeito aglutinador sobre espermatozóides que perdem grande parte da sua motilidade (ALVARIÑO, 1993).

2.3.4. Vigor

O vigor representa a força do movimento que também influencia a velocidade com que os espermatozóides se movimentam (CBRA, 1998). A avaliação é feita subjetivamente e a nota varia em escala de 0 (ausência de descolamento dos espermatozóides) a 5 (deslocamento rápido e flechante). A fração gel quando presente no sêmen deve ser removida antes da realização da avaliação (IRRG, 2005). O movimento típico do espermatozóide de coelho é progressivo e retilíneo (ALVARIÑO, 1993), com vigor ideal variando de 3 a 5 (DELLA PORTA et al. 1992).

2.3.5. Motilidade

A motilidade é uma avaliação subjetiva, expressa em percentual de espermatozóides móveis (CBRA, 1998). Antes que se proceda a sua avaliação, a fração gel quando presente no ejaculado deve ser retirada (IRRG, 2005). Representa um dos elementos mais importantes para determinação da qualidade do sêmen, pois está diretamente relacionada com a fertilidade em inseminação artificial (CASTELLINI et al., 1999). Para que o sêmen seja considerado de boa qualidade deve apresentar valores mínimos de 60% a 70% de motilidade espermática (ALVARIÑO, 1993).

2.3.6. Concentração espermática

A concentração de espermatozóides em coelhos oscila entre 150 – 900 x 10⁶sptz/mL, sendo considerada ótima a partir de 250 x 10⁶sptz/mL (ALVARIÑO, 1993). A câmara hematocitométrica é uma técnica de alta precisão, se realizada de

forma adequada (CHEMINEAU et al., 1991) e a mais apropriada para coelhos (ALVARIÑO, 1993). Em várias espécies, essa determinação pode ser realizada por espectrofotometria, entretanto, no sêmen de coelho não é confiável devido à presença de quantidades variáveis de partículas seminais (FARREL et al., 1992). Vários estudos têm mostrado que a concentração das partículas no sêmen pode ser maior do que a dos espermatozóides e as relações variam de acordo com o ritmo de coleta e as condições de saúde dos animais (ZANIBONI et al., 2004; CASTELLINI et al., 2006).

2.4. Constituintes do Plasma Seminal

Os principais constituintes do PS são aminoácidos, peptídeos, proteínas, açúcares, ácido cítrico, minerais, fosfatases e prostaglandinas. O plasma seminal exerce papel essencial na reprodução, a medida que serve de nutriente para os espermatozóides, estimula o metabolismo espermático e transporta as células espermáticas até o trato genital feminino. Sobretudo, os constituintes do plasma seminal mantêm a motilidade espermática e a habilidade de alcançar, reconhecer e se ligar ao oócito (MAXWELL e JOHNSON, 2000; EVANS e MAXWELL, 1990). Segundo Guerra et al. (2004) o PS contém antioxidantes importantes para a preservação dos espermatozóides.

Hafez e Hafez (2000) constataram que o PS contém diversos íons tais como, sódio, potássio, cloreto, cálcio e magnésio. Estes autores relataram que o potássio está correlacionado com a viabilidade espermática e o cálcio regula a fisiologia do espermatozóide. Contudo, as glândulas vesiculares secretam açúcares como a glicose, ribose, sorbitol, inositol e frutose que atuam no metabolismo energético do espermatozóide (HAFEZ e HAFEZ, 2000). No tocante a isto, Catunda (2007) concluiu que existe influência da época do ano sobre a variação na composição bioquímica do PS de caprinos e tais variações se dão sobre o cálcio, fósforo, magnésio, proteínas totais, ácido cítrico e frutose.

2.4.1. Níveis de frutose no PS e o metabolismo energético da célula espermática

A frutose é um dos constituintes do sêmen de coelho, está contida principalmente na porção líquida, e há relativamente poucas concentrações na fração gel (PARSON, 1950). Diversos autores tem demonstrado que a concentração de frutose no sêmen de coelhos é menor nos meses da primavera quando a concentração de

testosterona no plasma seminal e no sangue está baixa (OKAB, 2007). Portanto, as concentrações de frutose no plasma seminal refletem a atividade da testosterona e a qualidade do sêmen (MANN e PARSON, 1947; OKAB, 2007).

A principal função da frutose é suprir a demanda energética do espermatozóide na forma de um material facilmente fermentável. Sabe-se que em aerobiose, a frutólise 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 outras substâncias. Todavia, em condições anaeróbicas o espermatozóide depende amplamente da frutose e a cessação da frutólise, invariavelmente, termina sua atividade (MANN, 1946; LODGE e SALISBURY, 1963). Os espermatozóides utilizam a frutose pela via glicolítica convencional, como as demais células (FLIPSE e ANDERSON, 1969; HARRISON, 1971).

Estudos têm mostrado que a habilidade do espermatozóide em utilizar igualmente a frutose, a glicose ou a manose deve-se ao fato de que estes três açúcares entram no ciclo da glicólise por meio da reação da hexoquinase com o ATP, seguido pela formação do monofosfato hexose até ácido láctico (KING et al., 2006). Alguns estudos constataram a existência de uma correlação negativa entre o nível de frutose com a concentração e a motilidade espermáticas (LU et al., 2007). Entretanto, não foi observada qualquer correlação entre a taxa de frutólise e a fertilidade, nem diferença entre a taxa de frutólise nos diferentes reprodutores bovinos (FREUND e MURPHREE, 1959), sugerindo que as diferenças na utilização de frutose podem ser atribuídas pelas diferenças na concentração espermática, no nível de frutose inicial e na motilidade espermática inicial. Outros autores sugerem que a mensuração da atividade frutolítica (glicólise anaeróbica) não é, provavelmente, um bom indicativo da taxa relativa do metabolismo espermático, desde que os resultados podem variar amplamente, dependendo das condições usadas (LODGE e SALISBURY, 1963).

2.4.2. As proteínas do plasma seminal e seus efeitos sobre o metabolismo espermático

A composição protéica do plasma seminal (PS) de mamíferos varia entre as diferentes espécies, e tem importantes efeitos sobre a função espermática (VILLEMURE et al., 2003). Algumas proteínas do PS têm influência sobre a motilidade

espermática (SÁNCHEZ-LUENGO et al., 2004, HENRICKS et al., 1998), viabilidade e fertilização (BRANDON et al., 1999). Várias proteínas do PS tem sido descritas como fatores de infertilidade em eqüinos (BRANDON et al., 1999) e suínos (JONÁKOVÁ et al., 2007).

Desse modo, desempenham um importante papel na capacitação dos espermatozóides, 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). Alguns autores descreveram que a habilidade fertilizante do espermatozóide 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 espermatozóide (BITTMAR e KOSINIAK, 1992).

As proteínas do plasma seminal são compostas principalmente por albuminas e globulinas e pequenas quantidades de peptídeos e aminoácidos não protéicos (KULKARNI et al., 1996). Segundo Dharni et al. (1994), esses compostos são responsáveis pela propriedades anfóteras das proteínas do plasma seminal e, portanto, baixas concentrações de proteína no plasma seminal reduz a capacidade de tamponamento e, conseqüentemente, a qualidade do sêmen. Streezek et al. (1985) ao estudarem veados, relataram que a globulina é a principal proteína em atividade durante o período reprodutivo e que o seu nível decresce gradativamente durante o período de quiescência reprodutiva.

Okab (2007), estudando coelhos da raça Nova Zelândia Branca criados em clima temperado, constatou que as concentrações de proteínas totais, albumina e globulina no plasma seminal foram influenciadas de maneira significativa pela estação do ano. As maiores concentrações desses metabólitos foram encontradas no verão, enquanto que na primavera foram observadas as menores concentrações, sugerindo portanto, que a qualidade do sêmen é melhor no verão devido ao aumento da concentração dessas proteínas na sua composição (OKAB, 2007; STREZEK, 1995).

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 espermatozóides de suínos e ovinos dos danos causados

pelas baixas temperaturas de preservação (BARRIOS et al., 2000; PÉREZ-PÉ et al., 2001). Em eqüinos, o aumento da concentração de proteínas no sêmen pouco concentrado diminuiu a congelabilidade do mesmo (BITTMAR e KOSINIAK, 1992). Estudos também têm demonstrado que as algumas proteínas do plasma, tipo BSP, são responsáveis por promoverem o efluxo de colesterol e fosfolipídios da membrana espermática (MOREAU e MANJUNATH, 2000), mesmo quando adicionada a espermatozóides do epidídimo (THÉRIEN et al., 1999). Por tudo isso, algumas proteínas presentes no plasma seminal tem sido estudadas para serem utilizadas como marcadores moleculares de fertilidade, uma vez que o sucesso do manejo reprodutivo depende da escolha de bons reprodutores, ou como aditivos no processo de conservação e industrialização do sêmen. Poucas proteínas foram identificadas no sêmen de bovinos e não há relatos de estudos nessa área em coelhos. Um conhecimento mais detalhado dessas proteínas poderia ajudar a compreender melhor os fenômenos fisiológicos referentes à função espermática e a fertilidade nesta espécie.

2.4.3. Lipídios

Pesquisas relatam que o sêmen de coelhos é caracterizado por apresentar um grande número de grânulos membranosos, produzidos e secretados pela próstata, que apresentam dimensões entre 0,5 e 4 μm (MOURVAKI et al., 2010). Tais grânulos (gotas) apresentam composição lipídica similar à membrana plasmática do espermatozóide (CASTELLINI et al., 2006). Os autores sugeriram que a presença/ausência de grânulos afetam a sensibilidade do espermatozóide aos agentes capacitantes, visto que, na presença de gotas ricas em colesterol, os espermatozóides foram mais resistentes em sofrer reação acrossômica.

As células espermáticas de coelhos contêm uma maior quantidade de fosfolipídios (15%), enquanto o plasma seminal, vesículas e gotas representavam 49,8% do total (CASTELLINI et al., 2006). Os espermatozóides têm uma composição lipídica única, porque são células diferenciadas. O perfil lipídico dos espermatozóides durante sua diferenciação, a maturação epididimária e o trânsito no aparelho reprodutor feminino, sofrem modificações que causam alterações na fluidez da membrana e na capacidade de resposta ao ambiente exógeno. Essas modificações estão envolvidas em eventos fisiológicos, como hiperativação, capacitação e reação acrossômica, que são

cruciais para penetrar a zona pelúcida e a capacidade de fertilização dos espermatozóides (CASTELLINI et al., 2006).

3.JUSTIFICATIVA

A difusão da biotécnica de inseminação artificial na espécie cunícula, depende de fatores ligados à avaliação da fisiologia do plasma seminal como parâmetro para a identificação dos reprodutores que poderão ser capazes de participarem de programas de inseminação artificial. Com a aplicação desta técnica em rebanhos comerciais se reduzirá de forma significativa a redução custo/benefício da exploração junto ao sistema produtivo, além difundir as biotécnicas reprodutivas em países de clima tropical.

4.OBJETIVOS

4.1. Geral

Caracterizar a composição bioquímica do plasma seminal e dos parâmetros seminais de coelhos, identificando ainda, as variações que possam ocorrer ao longo do ano.

4.2. Específicos

- Determinar as concentrações de frutose, glicose, colesterol total e proteínas totais no plasma seminal ao longo do ano.
- Avaliar o volume de sêmen, aspecto, cor, vigor, motilidade e concentração espermática dos coelhos em condições de clima tropical.
- Mensurar a existência de associações significativas entre a composição bioquímica do plasma seminal e os parâmetros de vigor, motilidade e concentração espermática.
- Determinar a existência e o efeito do estresse térmico sobre os parâmetros seminais e bioquímicos no decorrer do ano.

5.MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Cunicultura do Departamento de Zootecnia/UFC (Fortaleza, Ceará) situado a 3°45'02" de Latitude Sul, 38°32'35" de Longitude Oeste a 15.5 m acima do nível do mar. O clima, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo AW, quente e úmido, suas médias térmicas são de 26 a 27 °C, com máximas de 30 °C e mínimas de 19 °C, a umidade relativa do ar é de 82 % no litoral do estado do Ceará/Brasil.

5.2. Determinação do índice de conforto térmico dentro da instalação

As coletas foram realizadas pela manhã, a temperatura e a umidade relativa foram mensuradas no início e no final do dia de coleta. Para coleta de tais variáveis utilizou-se um termo-higrômetro digital de fabricação alemã, modelo 7429.02.0.00, importado pela Intercom. O índice de conforto térmico dentro da instalação foi determinado através do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), calculado pela fórmula proposta por Marai et al. (2001), adaptada para coelhos: $ITU = db^{\circ}C - [(0,31 - 0,31 RH) (db^{\circ}C - 14,4)]$, onde $db^{\circ}C$ é a temperatura em graus celsius e RH = umidade relativa em porcentagem/100. Os valores encontrados de ITU são classificados em: < 27,8 ausência de estresse térmico, 27,8 – 28,9 estresse térmico moderado, 28,9 – 30,0 estresse térmico severo e superior a 30,0 estresse térmico muito severo (MARAI et al., 2002).

5.3. Animais experimentais e coleta de sêmen

Foram utilizados 20 coelhos machos da raça Nova Zelândia Branca, com idade média de oito meses e peso médio de 2,800 kg. Os animais foram criados em sistema intensivo, alojados individualmente em gaiolas de arame galvanizado, dispostas no sistema flat-deck, e alimentados com ração comercial. Foram realizadas 2 coletas semanais para realização de um pool mensal, devido ao baixo volume de sêmen da espécie. Foram obtidos dois ejaculados semanais com intervalo de 3 dias entre as coletas, no período compreendido de outubro/2009 a setembro/2010. As coletas foram

realizadas utilizando-se uma vagina artificial de vidro temperado de fabricação artesanal, com auxílio de uma fêmea em estro, como manequim.

5.4. Avaliação do sêmen e obtenção do plasma seminal

Após a coleta e a remoção da fração gel dos ejaculados, ele foi avaliados quanto ao volume, a cor, o aspecto, o vigor, a motilidade e a concentração espermática. As cores utilizadas para a classificação foram: amarela, branca, branca-perolada e marfim, e quando ao aspecto em aquoso, leitoso e cremo-leitoso. Os ejaculados amarelos que continham urina foram desprezados. A motilidade e o vigor foram determinados subjetivamente com o auxílio de um microscópio óptico, sendo o vigor avaliado com base na qualidade do movimento retilíneo progressivo e na sua velocidade, em uma escala de 0,5 a 5 e a motilidade representada pela porcentagem de espermatozóides móveis. Os ejaculados que apresentaram o vigor menor que 0,5 foram desprezados. A concentração espermática foi determinada pela contagem de células em câmara de Neubauer, após diluição de 20 µl de sêmen em 2 mL de solução formol-salina (1:100), com o uso de microscopia óptica sob aumento de 400x. Após as avaliações, o sêmen foi centrifugado a 2.500 g/ 20 min./ 5°C e o sobrenadante, ou seja, o plasma seminal (PS) foi removido e transferido para tubos tipo eppendorfs. Cada tubo foi devidamente identificado por animal, data de coleta e em seguida, as amostras foram conservadas a -18 °C em freezer.

5.5. Análises Bioquímicas do Plasma Seminal

Para realização das análises, as amostras de plasma seminal semanais de cada animal passaram a constituir um pool mensal, no qual foi realizado a determinação das concentrações de frutose (método de Selliwanoff), de glicose (GOD-Thrinder), colesterol total (Método colorimétrico - Enzimático de Trinder) e proteínas totais (método do Biureto).

5.6. Análise Estatística

O experimento foi conduzido obedecendo um delineamento experimental inteiramente casualizado. Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SAS versão 9.1 (2003). Procedeu-se ao estudo da análise de variância utilizando-se o

procedimento GLM do SAS para testar os efeitos de animal, mês de coleta do sêmen, presença ou ausência de gel no ejaculado, da cor e do aspecto sobre os parâmetros seminais e bioquímicos de coelhos.

Algumas variáveis que apresentaram coeficiente de variação muito elevado sofreram transformação para atender a condição de normalidade dos dados, podendo assim serem submetidas à análise de variância. O volume do ejaculado, volume de plasma seminal e a concentração sofreram transformação logarítmica. A motilidade foi transformada pelo arco seno, constatando-se efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste *t-Student* com 5% de probabilidade de erro.

Procedeu-se ainda ao estudo das correlações simples de Pearson, para observação do grau de associação, entre aos parâmetros seminais e bioquímicos de coelhos, entre si, e destes com as variáveis climáticas coletadas durante o período experimental, e ainda o índice de temperatura e umidade (ITU) obtido no interior da instalação no decorrer do ano.

6.RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, não foi possível a caracterização das épocas do ano utilizando os dados climatológicos médios de precipitação, umidade e temperatura, referentes ao período em que transcorreu o experimento, uma vez que os baixos índices pluviométricos observados no ano experimental não apresentaram diferenças significativas. Foram utilizados somente os dados das variáveis climáticas que formam o micro-clima dentro da instalação.

Os valores mensais para a temperatura ambiental, a umidade relativa do ar e o índice de temperatura e umidade encontradas dentro da instalação durante o período experimental são mostrados na tabela 1.

Tabela 1 – Médias e erros-padrão da temperatura ambiental (T°C), da umidade relativa e do índice de temperatura umidade (ITU) mensurados dentro da instalação durante o período experimental.

Mês	Ano	T °C	Umidade relativa do ar %	ITU
Outubro	2009	28,92 ± 0,03	63,38 ± 0,30	27,27 ± 0,03
Novembro		29,23 ± 0,04	63,51 ± 0,23	27,54 ± 0,03
Dezembro		29,34 ± 0,04	68,37 ± 0,36	27,87 ± 0,02
Janeiro	2010	29,65 ± 0,03	67,18 ± 0,17	32,52 ± 0,03
Fevereiro		30,26 ± 0,03	67,79 ± 0,23	33,28 ± 0,02
Março		30,03 ± 0,15	69,98 ± 0,93	33,60 ± 0,57
Abril		28,72 ± 0,05	80,60 ± 0,23	31,99 ± 0,05
Maiο		28,44 ± 0,06	76,43 ± 0,64	31,44 ± 0,05
Junho		28,27 ± 0,07	71,47 ± 0,73	31,03 ± 0,05
Julho		28,00 ± 0,08	64,15 ± 0,64	25,20 ± 0,07
Agosto		28,23 ± 0,05	57,46 ± 0,32	30,38 ± 0,06
Setembro		29,10 ± 0,04	50,84 ± 0,52	31,10 ± 0,03

Ressalta-se, mais uma vez, que a temperatura média do galpão durante a condução do experimento foi de 27,92 a 30,29 °C. De modo que, o ITU demonstrou que na maior parte do tempo, os animais encontravam-se em uma faixa classificada como estresse térmico muito severo por calor. Segundo Muller (1982), a zona de conforto térmico para coelhos está situada entre 15 e 20 °C e com o limite máximo de 30 °C, acima desta, os efeitos negativos se tornam mais evidentes sobre a fisiologia do animal

(ROCA, 1998). Além disso, quando os coelhos são submetidos a temperaturas fora da sua zona de conforto, passam a gastar mais energia para manter sua temperatura corporal (MARAI et al., 2002b). Para Lebas et al. (1997), os coelhos são mais sensíveis a umidades muito baixas (inferior a 55%) do que a umidade muito elevada e também às mudanças bruscas nos graus de umidade. Ainda para os autores, o nível higrométrico não afeta o animal quando o mesmo vive em condições ótimas de temperatura. Quando a temperatura é muito alta, próxima a temperatura corporal do animal e a umidade é elevada, o calor latente, na forma de vapor, não pode ser perdido porque a evaporação é muito pequena.

6.1. Parâmetros seminais

Tabela 2 – Médias e erros-padrão mensais dos parâmetros seminais volume de sêmen (VolSem), volume de plasma seminal (VolPS), concentração espermática (Conc.sptz), vigor e motilidade de coelhos da raça Nova Zelândia Branca criados no Estado do Ceará.

Meses (ITU)	VolSem (mL)	VolPS (mL)	Conc.sptz (x10 ⁶ sptz/mL)	Vigor (1-5)	Motilidade (%)
Outubro (27,27 ± 0,03)	0,46 ± 0,01 ^a	0,37 ± 0,01 ^{ab}	739 ± 3,00 ^b	3,33 ± 0,13 ^{cd}	85 ± 1 ^{ab}
Novembro (27,54 ± 0,03)	0,43 ± 0,01 ^b	0,35 ± 0,01 ^{cde}	812 ± 3,00 ^a	3,12 ± 0,13 ^{de}	79 ± 1 ^d
Dezembro (27,87 ± 0,02)	0,42 ± 0,01 ^{bc}	0,35 ± 0,01 ^{cde}	805 ± 3,00 ^a	3,82 ± 0,13 ^a	85 ± 1 ^{ab}
Janeiro (32,52 ± 0,03)	0,43 ± 0,01 ^b	0,35 ± 0,01 ^{bcde}	856 ± 3,00 ^a	3,53 ± 0,12 ^{bc}	85 ± 1 ^{ab}
Fevereiro (33,28 ± 0,02)	0,43 ± 0,01 ^{ab}	0,35 ± 0,01 ^{cde}	551 ± 3,00 ^{cd}	3,39 ± 0,13 ^{bcd}	86 ± 1 ^{ab}
Março (33,60 ± 0,57)	0,44 ± 0,01 ^{ab}	0,36 ± 0,01 ^{bcd}	562 ± 3,00 ^{cd}	3,58 ± 0,13 ^a	86 ± 1 ^a
Abril (31,99 ± 0,05)	0,38 ± 0,01 ^d	0,33 ± 0,01 ^e	392 ± 3,00 ^e	3,05 ± 0,13 ^e	83 ± 1 ^c
Maio (31,44 ± 0,05)	0,43 ± 0,01 ^b	0,36 ± 0,01 ^{abcd}	332 ± 3,00 ^{ef}	3,38 ± 0,13 ^{bcd}	83 ± 1 ^{ab}
Junho (31,03 ± 0,05)	0,42 ± 0,01 ^{bc}	0,37 ± 0,01 ^{abc}	263 ± 3,00 ^f	3,03 ± 0,13 ^{ef}	83 ± 1 ^b
Julho (25,20 ± 0,07)	0,40 ± 0,01 ^{cd}	0,34 ± 0,01 ^{de}	505 ± 3,00 ^d	2,77 ± 0,13 ^f	83 ± 1 ^b
Agosto (30,38 ± 0,06)	0,44 ± 0,01 ^{ab}	0,37 ± 0,01 ^{abc}	542 ± 3,00 ^{cd}	3,12 ± 0,13 ^{de}	85 ± 1 ^{ab}
Setembro (31,10 ± 0,03)	0,46 ± 0,01 ^a	0,39 ± 0,01 ^a	450 ± 3,00 ^{de}	3,12 ± 0,1 ^{de}	84 ± 1 ^{ab}

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si para P<0,05.

Na avaliação microscópica do sêmen foi possível identificar um grande número de grânulos arredondados que se apresentaram como constituintes constantes do sêmen

dos coelhos durante todo o período experimental, estando de acordo com a literatura (MOURVAKI et al., 2010; CASTELLINI et al., 2006).

Os parâmetros seminais analisados estão sumarizados na tabela 2. Os valores obtidos neste estudo são consistentes com aqueles relatados para coelhos Nova Zelândia Branco e confirmam a boa qualidade do sêmen (MOURVAKI et al., 2010; ANDRADE et al., 2008; HERNÁNDEZ et al., 2004).

O presente estudo permitiu identificar três níveis de ITU: ausência de estresse térmico ITU < 27,8 (outubro e novembro de 2009, julho de 2010), estresse térmico moderado ITU 27,8 – 28,9 (dezembro/ 2009) e estresse térmico muito severo (janeiro – junho, agosto-setembro/ 2010).

Os parâmetros seminais foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelo mês de coleta (Tab. 2), independente da presença ou ausência de estresse pelo calor. Apesar disso, foi possível verificar que a concentração espermática reduziu significativamente com o aumento do ITU e permaneceu em baixos índices durante todo o período de estresse térmico pelo calor. Este resultado foi similar ao encontrado por diversos autores (MASRY et al., 1994; MARAI et al., 2002b). MARAI et al. (2002b) afirmaram que esses fenômenos podem ser atribuídos aos efeitos adversos do estresse térmico sobre o processo de espermatogênese com conseqüente diminuição do número de espermatozóides no ejaculado, que é de grande importância na fertilidade do macho.

Estudos anteriores afirmaram que o estresse térmico resultou na redução nas medidas testiculares (peso e comprimentos testiculares) (MARAI et al., 1991)

Ressalta-se ainda que a concentração espermática foi um dos parâmetros seminais que apresentou a maior variação entre os meses (tabela 2). Essa teve o seu maior valor nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e os menores nos meses de maio e junho. Pode-se ainda verificar que a concentração espermática decresceu gradualmente a partir do mês de fevereiro. Segundo Roca et al. (2005), a produção de espermatozóides permanece estável quando o ITU está localizado entre 15 a 20, começando a decrescer quando o mesmo se aproxima a 30. Além disso, a exposição dos animais a um ambiente de desconforto térmico, onde a temperatura e a umidade são elevadas, leva a diminuição tanto dos parâmetros produtivos como dos reprodutivos desta espécie (SZENDRÓ et al., 1999; MARAI et al., 2002b). Para Lebas et al. (1997), quando os animais são submetidos a altas temperaturas (33°C), ocorre redução da libido

em machos, o volume e a concentração espermática dos ejaculados diminuem, podendo interferir na motilidade espermática mesmo após curtos períodos de exposição como até 8 h a 36 °C, ou ainda por um período médio, tal como 14 dias a 30 °C.

Neste estudo a motilidade e o vigor variaram ao longo dos meses, porém permaneceram em níveis viáveis durante todo o período de estresse térmico pelo calor.

Os volumes de sêmen e de plasma seminal variaram amplamente ao longo dos meses, entretanto, não é possível afirmar que as oscilações nos valores de ITU sejam responsáveis por tais alterações. Este resultado também foi similar ao verificado por Roca et al. (2005). Entretanto, estudos anteriores constataram uma redução no volume dos ejaculados de coelhos com a elevação da temperatura ambiental e o incremento do ITU (GÁRCIA-TOMÁS et al., 2008; MARAI et al., 2001). Nesse estudo, coincidentemente, os menores valores de volume de sêmen e de plasma seminal foram nos meses de abril e julho, ou seja, com estresse térmico muito severo e na ausência de estresse térmico, respectivamente.

6.2. Cor, aspecto e presença de gel

Nas tabelas 3 e 4 pode-se observar os valores dos parâmetros seminais avaliados de acordo com a cor e o aspecto do ejaculado.

Tabela 3 – Médias e erros-padrão dos parâmetros seminais volume de sêmen (VolSem), volume de plasma seminal (VolPS), concentração espermática (Conc.sptz), vigor e motilidade de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, de acordo com a cor e o aspecto do ejaculado, criados no NE do Brasil.

Característica		Volsem (mL)	VolPs (mL)	Conc. Sptz (x10 ⁶ sptz/mL)	Vigor (1-5)	Motilidade (%)
Cor	Branca	0,38 ± 0,00 ^c	0,31 ± 0,00 ^c	562 ± 2,00 ^b	3,40 ± 0,08 ^a	82 ± 1 ^b
	Amarela	0,50 ± 0,01 ^a	0,44 ± 0,01 ^a	517 ± 4,00 ^b	3,04 ± 0,18 ^b	86 ± 0 ^a
	Bco-perolada	0,42 ± 0,01 ^b	0,34 ± 0,01 ^b	560 ± 4,00 ^{ab}	3,25 ± 0,16 ^{ab}	83 ± 1 ^{ab}
	Marfim	0,40 ± 0,01 ^b	0,34 ± 0,01 ^b	631 ± 3,00 ^a	3,39 ± 0,12 ^{ab}	85 ± 1 ^{ab}
Aspecto	Aquoso	0,40 ± 0,00 ^b	0,34 ± 0,00 ^b	496 ± 2,00 ^b	3,03 ± 0,08 ^b	83 ± 0 ^b
	Crema-leitoso	0,47 ± 0,02 ^a	0,39 ± 0,02 ^a	643 ± 6,00 ^a	3,61 ± 0,24 ^a	85 ± 2 ^{ab}
	Leitoso	0,41 ± 0,00 ^b	0,35 ± 0,00 ^{ab}	563 ± 1,00 ^a	3,17 ± 0,06 ^a	85 ± 0 ^a

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si para P<0,05. Legenda: Bco-perolado – branco perolado.

Na avaliação dos parâmetros seminais pela cor foi verificada uma ampla distribuição dos valores seminais. Nos ejaculados de cor branca apenas o vigor apresentou maior valor ($p < 0,05$). Já nos ejaculados de cor amarela, o volume de sêmen, do plasma seminal e a motilidade foram significativamente maiores ($p < 0,05$). Nos ejaculados marfim a concentração espermática foi melhor que nas demais cores de ejaculados ($p < 0,05$). Todavia, uma melhor verificação da qualidade seminal permite constatar que caso o sêmen seja selecionado pela cor, os ejaculados de cor branca perolada sejam melhor representativos da boa qualidade do sêmen. Segundo Alvariño (1993), a cor do ejaculado é influenciada pela concentração espermática, de modo que o autor afirmou que a cor branca perolada pode ser considerada um indicativo de boa qualidade, semelhante ao que foi constatado nesse experimento.

Na espécie caprina, também foi observada variação na coloração do sêmen ejaculado (AHMAD e NOAKES, 1996) e alguns estudos sugerem que a pigmentação do mesmo não é devido a fatores dietéticos e sim que esta característica é hereditária podendo ser determinada por dominância mendeliana (WHITE e LINCOLN, 1960). Normalmente, em coelhos a cor amarela do sêmen está relacionada à presença de urina, devendo, portanto ser descartado (GARCÍA-TOMÁS et al., 2008). A presença de sêmen com uma coloração ligeiramente amarela (branco amarelado) foi relatada por Della Porta et al. (1992) tendo sido caracterizado como um ejaculado de baixa concentração espermática, geralmente aquoso. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo atual, visto que as amostras com coloração amarela apresentaram baixa concentração de espermatozóides, todavia com boa motilidade.

Quanto ao aspecto, os ejaculados aquosos apresentaram os menores índices para todas as características analisadas, enquanto que no aspecto cremo-leitoso de uma maneira geral foram observados os melhores resultados.

Os dados contidos na tabela 3 sugerem que para os parâmetros analisados, os ejaculados de coloração marfim e branco perolado, aliadas ao aspecto cremo-leitoso ou mesmo leitoso podem ser indicativos de boa qualidade seminal. Resultados semelhantes foram encontrados por Scapinello et al. (1997), que também afirmaram que, a combinação dessas características, cor clara e aspecto aquoso são indício de baixa concentração espermática, podendo ser relacionada ao estresse térmico provocado pelo

aumento da temperatura ambiental (SCAPINELLO et al., 1997; MORERA et al., 1995), portanto, considerado um sêmen de baixa qualidade.

No que se refere aos parâmetros bioquímicos, não foram observadas diferenças significativas em relação as diferentes cores do ejaculado. Em caprinos a pigmentação amarela está relacionada à alta concentração de riboflavina (MENDONZA et al., 1989). Os mesmos autores encontraram que as concentrações de riboflavina e frutose no plasma seminal foram significativamente mais altas no sêmen amarelo que no branco.

As concentrações de glicose e frutose variaram significativamente de acordo com o aspecto ($p < 0,05$). Já as concentrações de colesterol total e proteínas totais não sofreram variações.

Tabela 4 – Médias e erros-padrão dos parâmetros bioquímicos concentrações de glicose, frutose, colesterol total e proteínas totais do PS de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, para a cor e aspecto do ejaculado, criados no NE do Brasil.

Característica		Glicose (mg/mL)	Frutose (mg/mL)	Colesterol total (mg/mL)	Proteínas totais (g/mL)
Cor	Branca	18,20 ± 0,36	138,00 ± 1,58	44,91 ± 0,41	2,73 ± 0,01
	Amarela	18,66 ± 0,80	139,26 ± 3,48	44,39 ± 0,91	2,69 ± 0,02
	Bca- perolada	18,55 ± 0,70	135,70 ± 3,05	44,89 ± 0,80	2,71 ± 0,02
	Marfim	18,11 ± 0,55	136,38 ± 2,38	45,47 ± 0,62	2,73 ± 0,02
Aspecto	Aquoso	19,48 ± 0,34 ^a	140,04 ± 1,51 ^{ab}	45,53 ± 0,39	2,70 ± 0,01
	Crema leitoso	16,46 ± 1,05 ^b	131,06 ± 4,58 ^b	43,74 ± 1,20	2,75 ± 0,03
	Leitoso	19,20 ± 0,27 ^a	140,90 ± 1,17 ^a	45,48 ± 0,30	2,70 ± 0,009

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si para $P < 0,05$. Legenda: Bco-perolado – branco perolado.

Os ejaculados com o aspecto aquoso e leitoso apresentaram as maiores concentrações de glicose e frutose. A alta concentração de frutose e glicose parece estar relacionadas com a baixa concentração espermática encontrada principalmente no sêmen do tipo aquoso (Tab. 4). Outros estudos já relataram a existência de uma correlação negativa entre os níveis desses metabólitos e a concentração espermática (FREUD e MURPHREE, 1959; LU et al., 2007). Segundo esses mesmos autores, as maiores concentrações e a motilidade espermática promovem um maior consumo de energia, ou seja, há um consumo mais rápido do carboidrato.

Os parâmetros seminais não foram influenciados pela ausência ou presença de gel nos ejaculados (Tab.5), uma vez que o mesmo, quando presente, foi retirado antes da realização das avaliações.

Tabela 5 – Médias e erros-padrão dos parâmetros seminais volume de sêmen (VolSem), volume de plasma seminal (VolPS), concentração espermática (Conc.sptz), vigor e motilidade de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, segundo a presença ou ausência de gel no ejaculado.

Gel	VolSem (mL)	VolPS (mL)	Conc.sptz (x10⁶sptz/mL)	Vigor (1-5)	Motilidade (%)
CG	0,43 ± 0,01	0,36 ± 0,01	540 ± 3,00	3,33 ± 0,12	80,0 ± 0,00
SG	0,43 ± 0,01	0,36 ± 0,01	594 ± 2,00	3,21 ± 0,11	80,0 ± 0,00

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si para P<0,05. Legenda: CG – com gel; SG – sem gel.

Segundo recomendação do IRRG (Internacional Rabbit Reproduction Group) propostas em 2005, as avaliações dos parâmetros seminais devem ser feitas somente após a remoção da fração gel dos ejaculados identificada visualmente após a coleta do sêmen.

Tabela 6 – Médias e erros-padrão dos parâmetros bioquímicos concentrações de glicose, frutose, colesterol total e proteínas totais do PS de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, segundo a presença ou ausência de gel no ejaculado.

Gel	Glicose (mg/mL)	Frutose (mg/mL)	Colesterol total (mg/mL)	Proteínas totais (g/mL)
CG	17,42 ± 0,53 ^b	133,63 ± 2,30 ^b	45,16 ± 0,60	2,72 ± 0,01
SG	19,36 ± 0,47 ^a	141,04 ± 2,04 ^a	44,67 ± 0,54	2,71 ± 0,01

Legenda: CG – com gel; SG – sem gel. Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si para P<0,05.

Já no que se refere aos parâmetros bioquímicos, somente as concentrações de glicose e frutose foram influenciadas pela presença ou ausência do gel nos ejaculados (Tab.6). As concentrações de glicose e frutose foram maiores nos ejaculados que não continham gel. Entretanto, as concentrações de colesterol total e proteínas totais não foram influenciadas pela presença ou ausência de gel. Não foram encontrados, na literatura, relatos acerca da presença ou ausência de gel nos ejaculados de coelhos sobre as características seminais e bioquímicas.

6.3. Parâmetros bioquímicos

As concentrações mensais dos componentes bioquímicos do PS são mostradas na Tabela 7.

Tabela 7 – Médias e erro-padrão mensais dos parâmetros bioquímicos do PS de coelhos da raça Nova Zelândia Branca criados no Estado do Ceará.

Meses (ITU)	Glicose (mg/mL)	Frutose (mg/mL)	Colesterol total (mg/mL)	Proteínas totais (g/mL)
Outubro (27,27 ± 0,03)	20,44 ± 0,57 ^a	89,66 ± 2,47 ^f	37,77 ± 0,65 ^g	2,58 ± 0,02 ^{fg}
Novembro (27,54 ± 0,03)	21,42 ± 0,58 ^a	93,93 ± 2,53 ^f	45,20 ± 0,66 ^{cd}	2,47 ± 0,02 ^h
Dezembro (27,87 ± 0,02)	18,78 ± 0,58 ^{bc}	61,07 ± 2,55 ^g	44,36 ± 0,67 ^{de}	2,85 ± 0,02 ^b
Janeiro (32,52 ± 0,03)	17,07 ± 0,54 ^c	144,92 ± 2,37 ^d	43,35 ± 0,62 ^{ef}	2,63 ± 0,02 ^{ef}
Fevereiro (33,28 ± 0,02)	18,83 ± 0,57 ^{bc}	143,24 ± 2,49 ^d	49,36 ± 0,65 ^a	2,62 ± 0,02 ^f
Março (33,60 ± 0,57)	18,06 ± 0,55 ^c	162,32 ± 2,41 ^c	46,17 ± 0,63 ^{bc}	2,81 ± 0,02 ^c
Abril (31,99 ± 0,05)	17,60 ± 0,58 ^c	182,92 ± 2,54 ^a	46,57 ± 0,66 ^b	2,72 ± 0,02 ^d
Maió (31,44 ± 0,05)	14,35 ± 0,56 ^d	159,61 ± 2,44 ^c	46,86 ± 0,64 ^b	2,82 ± 0,02 ^{bc}
Junho (31,03 ± 0,05)	19,22 ± 0,57 ^b	167,87 ± 2,48 ^b	46,85 ± 0,65 ^b	2,93 ± 0,02 ^a
Julho (25,20 ± 0,07)	18,58 ± 0,56 ^{bc}	147,55 ± 2,45 ^d	44,73 ± 0,64 ^d	2,94 ± 0,02 ^a
Agosto (30,38 ± 0,06)	17,06 ± 0,57 ^c	168,31 ± 2,47 ^b	43,11 ± 0,65 ^f	2,67 ± 0,02 ^e
Setembro (31,10 ± 0,03)	18,63 ± 0,63 ^{bc}	126,62 ± 2,73 ^e	44,64 ± 0,72 ^{de}	2,54 ± 0,02 ^g

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si para P<0,05.

Os resultados para as avaliações bioquímicas encontrados no plasma seminal estão coerentes com as características do sêmen. Dessa forma, os parâmetros bioquímicos variaram significativamente ($p < 0,05$) em função do mês. Embora tenha sido constatada que durante a maior parte dos meses do ano, os animais se encontravam em condições de estresse térmico severo. Exceto outubro e novembro de 2009, e julho de 2010, nos quais não foi constatado estresse térmico. A glicose no plasma seminal de coelhos foi encontrada em baixa concentração, variando de 13,8 a 22 mg/dL. Nos meses de outubro e novembro foram encontradas as concentrações mais altas de glicose seminal, que por sua vez, foi o constituinte seminal que apresentou a menor variação

mensal. Em bovinos, esse açúcar foi identificado ocasionalmente no sêmen (MANN, 1946). Nesse estudo, a glicose foi encontrada de forma efetiva no plasma seminal.

As proteínas totais estavam elevadas em junho (estresse térmico muito severo) e continuaram em julho (ausência de estresse térmico). Os estudos acerca do efeito do estresse pelo calor sobre as proteínas totais são controversos, pois algumas pesquisas mostraram que as proteínas totais são mais elevadas no verão (2,52 g/dL) do que na primavera (1,38 g/dL) (OKAB, 2007). Outros observaram resultados contrários (EL-MASRY et al., 1994). Entretanto, MARAI et al. (2002a) encontraram concentrações mais elevadas de proteínas totais na ausência de estresse térmico ($6,9 \pm 0,5$ g/dL) do que sob estresse térmico ($5,8 \pm 0,2$ g/dL), porém sem diferenças significativas entre as concentrações.

Foram constatadas diferenças significativas das concentrações de frutose entre os diferentes meses do ano (Tab. 7). As menores concentrações foram encontradas na ausência de estresse térmico (outubro/novembro) e com estresse térmico moderado (dezembro). Na espécie cunícula, a concentração de frutose no plasma seminal é consideravelmente baixa quando comparada a ruminantes (MANN, 1946; CATUNDA, 2007). Entretanto o atual estudo, as concentrações foram maiores que os relatados por Holtz e Foote (1978) e menores que os encontrados por Mann (1946) e Yousef (2005). Estudos anteriores demonstraram que a concentração de frutose no sêmen de coelhos é menor nos meses da primavera quando a concentração de testosterona no plasma seminal e no sangue está baixa (OKAB, 2007). Portanto, as concentrações de frutose no plasma seminal refletem a atividade da testosterona e a qualidade do sêmen (MANN e PARSON, 1947; OKAB, 2007). Alguns autores afirmaram que há uma relação entre a baixa concentração espermática, a frutose seminal e a fertilidade em bovinos (BISHOP et al., 1954; ERB et al., 1956). Nesse estudo, a concentração foi mais alta nos meses mais quentes e sob estresse térmico muito severo demonstrando o efeito positivo do calor ambiente sobre a concentração de frutose. Estes resultados diferiram do encontrado em coelhos por Okab (2007), e nas espécies ovinas e a caprinas, que afirmaram que a frutose sofre influência negativa da temperatura (GLOVER, 1956; SANTOS et al., 1998).

A concentração de colesterol total no plasma seminal de coelhos no presente experimento foi mais baixa que o encontrado por outros autores (EL-MASRY et al.,

1994; MARAI et al., 2002a; YOUSEF, 2005; CASTELLINI et al., 2006). Marai et al. (2002a) encontraram no plasma seminal, concentrações de $83,3 \pm 3,5$ mg/dL na ausência de estresse térmico e de $75,8 \pm 4,6$ mg/dL sob estresse térmico, porém sem diferença significativa entre as concentrações. El-Masry et al. (1994) encontraram $52,2 \pm 3,26$ mg/dL no inverno e encontraram $68,3 \pm 5,66$ mg/dL no verão. No estudo atual, a concentração de colesterol total variou significativamente ao longo dos meses, mas a maior e menor concentrações foram verificada em fevereiro e outubro, respectivamente. Estudos recentes mostraram que a maior parte do colesterol está contida dentro de vesículas que são tipicamente encontradas no plasma seminal de coelhos, representando 73,7% do colesterol total (CASTELLINI et al., 2006). No presente estudo, a metodologia utilizada para a determinação do colesterol total não incluiu a mensuração do conteúdo das vesículas seminais. Castellini et al. (2006) afirmaram que os lipídios são os principais constituintes do plasma seminal de coelhos.

As mudanças nas características seminais devido a variações no clima podem ser devido a diferenças na ingestão de alimentos e a outros fatores tais como fertilidade, esterilidade, número de ejaculados e libido (MARAI et al., 2002b).

6.4. Estudos das correlações dos parâmetros seminais e bioquímicos

O estudo das correlações de Pearson demonstrou associações significativas (baixas e moderadas), positivas e negativas entre os parâmetros seminais e os bioquímicos (Tab.8). O ITU apresentou associação fraca com a concentração espermática, glicose e o colesterol total. Tais resultados sugerem leve interferência do estresse térmico sobre a qualidade do sêmen, todavia, não conclusiva. Ressalta-se ainda, que esse parâmetro também se correlacionou moderada e positivamente com a frutose.

Foram encontradas correlações significativas, positivas e moderadas entre a motilidade e o vigor, que por sua vez, associou-se positivamente com a concentração espermática. Nesse estudo foi encontrada correlação negativa da concentração espermática com a frutose. Alguns estudos também encontraram correlação negativa entre a concentração de frutose com a concentração e a motilidade espermática em bovinos (FREUD e MURPHREE, 1959) e humanos (LU et al., 2007). Freud e Murphree (1959) sugeriram que maiores concentrações espermáticas e a motilidade espermática promovem um maior consumo de energia, ou seja, há um consumo mais

rápido do carboidrato. Os espermatozóides de coelhos podem produzir ATP a partir da glicólise ou da fosforilação oxidativa, mas nesta espécie as células dispõem também do sistema “shuttle” dos fosfatos, que utiliza as enzimas creatinina quinase e adenilato quinase, permitindo a re-síntese de ATP em compartimentos celulares diferentes das mitocôndrias (LIGUORI e BELLEZZA, 2003). A alta atividade da adenilato quinase parece desenvolver papel fundamental na elevada concentração de ATP, desse modo, o espermatozóide, se conservado em meio contendo plasma seminal, sobrevive por aproximadamente seis horas (LIGUORI e BELLEZZA, 2003). No estudo atual, apesar da baixa correlação encontrada entre vigor e a frutose e também com a glicose, os resultados indicam que os espermatozóides de coelhos também utilizam a glicose seminal como fonte de energia, e não apenas a frutose do plasma seminal para a manutenção de suas atividades metabólicas.

Tabela 8 – Correlações simples de Pearson para os parâmetros bioquímicos e seminais do sêmen de coelhos da raça Nova Zelândia Branca criados no Estado do Ceará, nordeste do Brasil.

	VolSem	VolPS	Concsptz	Vigor	Motilidade	Glicose	Frutose	ColTotal	Pttotal	Tretal
ITU	0,00679	-0,00225	-0,10978**	0,07477**	0,00570	-0,10745**	0,27961**	0,15077**	-0,06521*	0,02611
VolSem		0,93431**	-0,00144	0,07556*	-0,01293	0,00885	-0,00885	-0,22386*	-0,28081	0,02609
VolPS			-0,02734	0,06166*	-0,02387	0,00340	0,01395	-0,22529	-0,27041	0,02701
Concsptz				0,22576**	-0,02681	-0,07644*	-0,32964**	-0,09007*	-0,11476	-0,04875*
Vigor					0,38538**	-0,11341**	-0,15177**	-0,02011	-0,08217	0,02839
Motil.						-0,04286	-0,01444	0,05048*	0,04063	-0,05308*
Glicose							0,20436**	0,11574**	0,13178**	0,01999
Frutose								0,22621**	0,32773**	-0,05611*
ColTotal									0,35673**	0,01046
Pttotal										-0,09376**

ColTotal: colesterol total, Concsptz: concentração espermática, Pttotais: proteínas totais, ITU: índice de umidade e temperatura.

* P<0,001 ** P<0,0001. ColTotal: colesterol total, Concsptz: concentração espermática

Os parâmetros bioquímicos apresentaram correlações entre si. A frutose associou-se, moderadamente, com a glicose, colesterol total e as proteínas totais. Entretanto, a glicose mostrou baixa correlação com o colesterol e as proteínas. Tais correlações podem ser explicadas pela provável origem comum destes constituintes na próstata (MANN, 1946). Todavia, estudos mais profundos necessitam ser conduzidos, visto que, a origem da glicose ainda é incerta, pois sua presença no plasma seminal de coelhos foi citada apenas por Mann em 1946.

Conforme afirmado anteriormente, os lipídios são os principais constituintes do PS de coelhos, sendo o colesterol fração abundante desse fluido (CASTELLINI et al., 2006). Os autores afirmaram ainda que este conteúdo está localizado principalmente nas gotas e vesículas que são típicas do plasma seminal. Acredita-se que se o colesterol desses constituintes tivesse sido mensurado os valores de correlação teriam sido significativos, pois foram implicados positivamente com a qualidade seminal (CASTELLINI et al., 2006).

7. CONCLUSÃO

Os resultados permitiram concluir demonstram que os coelhos criados no nordeste do Brasil são perfeitamente adaptados, pois apresentam características seminais e bioquímicas normais, apesar da existência de estresse térmico. Ressalta-se ainda que, os animais apresentam menor porte que os animais da mesma raça criadas em regiões subtropicais e temperadas do mundo.

As concentrações de frutose no plasma seminal de coelhos criados em clima tropical estão dentro dos parâmetros considerados normais para a espécie. Quanto ao colesterol total, acredita-se que a baixa concentração encontrada nesse experimento foi devido a metodologia adotada, que não permitiu mensurar o colesterol presente no interior dos grânulos típicos do plasma seminal de coelhos. Nesse experimento foi identificada pela primeira vez que a glicose é um constituinte comumente presente no plasma seminal de coelhos.

Também foi permitido constatar que, os parâmetros seminais foram melhores representados nos ejaculados de aspectos cremo-leitoso e leitoso, permitindo uma seleção mais eficiente da qualidade seminal dos ejaculados por esta característica do que pela cor.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARIÑO, M. R. Control de la reproducción en el conejo. Ediciones Mundi – Presa. Madrid, 1993.

ANDREAZZI, M. A., SCAPINELLO, C., MORAES, G. V., FARIA, H. G., MICHELAN, A. C., GEORG, P. C. Avaliação da qualidade do sêmen em coelhos alimentados com rações contendo diferentes fontes de óleos vegetais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 87 – 93, 2004.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.

BISHOP, M.W.H.; CAMPBELL, R. C.; HANCOCK, J. L. et al. Semen characteristics and fertility in the bull. **Journal of Agricultural Science**, v. 44, n. 2, p. 227-248, 1954.

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.

CAPELLO, V., LENNOX, A. M. Gross and surgical anatomy of the reproductive tract of selected exotic pet mammals. Association of Avian Veterinarians. 2006 Proceedings

CASTELLINI, C., LATTAIOLI, P., MORONI, M., MINELLI, A. Effect of seminal plasma on the characteristics and fertility of rabbit spermatozoa. **Animal Reproduction Science**, v. 63, p. 275 – 282, 2000.

CASTELLINI, C., CARDINALI, R., DAL BOSCO, A. Lipid composition of the main fractions of rabbit semen. **Theriogenology**, v. 65, n. 4, p. 703-712, 2006.

CASTELLINI, C. Semen production and management of rabbit bucks. In: 9th World Rabbit Congress. Anais: 9th World Rabbit Congress, p. 265 – 277, Verona, Itália, 2008.

CATUNDA, A.G.V. *Composição bioquímica do plasma seminal de caprinos sem padrão racial definido (SPRD) em clima tropical úmido*. 2007, 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CBRA, Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2ª ed. Belo Horizonte/MG, p. 6-49, 1998.

CHEMINEAU, P.; CAGNIÉ, Y; GUÉRIN, Y.; ORGEUR, P.; VALLET, J.-C. **Training manual on artificial insemination in sheep and goats**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO Animal Production and Health Paper, Rome, p.222, 1991.

COSTA, L. L., MURGAS, L. D. S., MILORINI, A. B., OLIVEIRA, S. L., SILVA, F. P. C., PEREIRA, R. A. N. Influência do selênio sobre a qualidade do sêmen de coelhos da raça Califórnia. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 26, n. 2, p. 117 - 118, 2002.

DAADER, A.H.; ZEIDAN, A.S.B. Motility and acrosomal integrity of frozen rabbit spermatozoa as affected by different extenders, cryoprotectants and packaging methods. **Anais do 9th World Rabbit Congress**, Verona – Italia, 2008.

DEL NIÑO JESUS, A., MUÑOZ LOPEZ, I., JOSA, A., ESPINOSA, E., GRACIA, M, GARCIA MARTINEZ, M. P. LEUZA , A. Modifications of some parameters of the rabbit ejaculate after ablation of the vesicular gland. **World Rabbit Science**, v. 5, n. 1, p. 3 – 5, 1997.

DELLA PORTA. P.; DELLA PORTA, P.; MACCARIO, P.; BORELLI, A. **Inseminazione Artificiale nei conigli**. Edizione Grupo Azeta. Aprile, 1991

EL-MASKY, K. A., NASR, A. S., KAMAL, T. H. Influences of season and dietary supplementation with selenium and vitamin e or zinc on some blood constituents and semen quality of New Zealand White rabbit males. **World Rabbit Science**, v. 2, n. 3, p. 79 – 89.

ERB, R.E., FLERCHINGER, M.H., EHLERS, M. H. et al. Metabolism of bull semen. II. Fructolysis relationships with sperm concentration and fertility. **Journal of Dairy Science**, v. 39, n. 3, p. 326 - 338, 1956.

FINZI, A., MORERA, P. MACCHIONI, P. Modifications of some rabbit spermatic parameters in relationship to high ambient temperatures. **Cahiers Options Méditerranéennes**, v. 8, p. 333 -336, 1994.

FREUND, M. AND MURPLTREE, R.L. Influence of sperm concentration, initial fructose level, and initial percent motility on the fructolytic activity of bovine semen. **Journal of Dairy Science**, v. 42, n. 8, p. 1320 - 1324, 1959.

FURUGEN, A., ANDRADE, C., CELEGHINI, E. C. C.; YONEZAWA, L. A., SPERS A.; ARRUDA, R. P. Eficiência in vitro de três diluidores para sêmen de coelho. *Brazilian Journal. Veterinary. Resersh. animal. Science.*, São Paulo, v. 45, suplemento, p. 33-39, 2008

GARCÍA-TOMÁS, M.; TUSELL, LI. LÓPEZ-BÉJAR M. et al. Influence of environmental temperature and relative humidity on quantitative and qualitative semen traits of rabbits. In: 9º World rabbit Congress. **Anais: 9º World rabbit Congress**. p. 359-363. Verona, Italy, June, 2008.

GLOVER, T.D. Effect of scrotal insulation and the influence of the breeding season upon fructose concentration in the semen of the ram. **Journal of Endocrinology**, v. 13, n. 3, p.235- 242, 1956.

GUERRA, G.; EVANS, M. M. P.; G.; MAXWELL, W. M. C. Papel de antioxidantes na andrologia. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 28, n. 4, p. 187-195, 2004.

HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. **Reproduction in Farm Animals**. 7 ed. Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins, 509p, 2000

HERNÁNDEZ, P. J. E., FERNÁNDEZ,R. F., AVALOS, R.A., DIAZ B.R.; OLVERA V.F.A. Efecto de la adición de gelatina a semen de conejo almacenado a 12°C. **Revista. Salud Animal**, v. 26, n.. 3, p. 197 – 201, 2004.

HOLTZ, W.; FOOTE R. H. The anatomy of the reproduction system in male dutch rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) with special emphasis on the accessory sex glands. **Journal of Morphology**, v. 158, p. 1 – 20, 1978a.

HOLTZ, W.; FOOTE R. H. Composition of Rabbit Semen and the Origin of Several Constituents. **Biology of Reproduction**, v.18, n. 2, p.286 -292, 1978b.

IRRG – Internacional Rabbit Reproduction Group. Guidelines for the handling of rabbit bucks and semen. **World Rabbit Science**, v. 13, p. 71 – 91, 2005.

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.

JONAKOVA, V., MANASKOVA, P. & TICHA, M. Separation, characterization and identification of boar seminal plasma proteins. **Journal of Chromatography B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences** v. 849(1-2), p. 307-14, 2007.

LEBAS, F.; COUDERT, P.; ROUVIER, R. et al. *Rabbit husbandry, health and production*. Animal Production and Health Series, FAO, Rome. 1997.

LIGOURI, L.; BELLEZZA, I. Metabolismo dello spermatozoo di coniglio. In: Riproduzione e benessere in conigliocoltura: recenti acquisizioni scientifiche e trasferibilità in campo. Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche – Brescia, Italia. 2003.

LU, J-C.; CHEN, F.; XU, H-R. et al. Standardization and quality control for determination of fructose in seminal plasma. **Journal of Andrology**, v. 28, n. 2, p. 207 – 213, 2007.

MACARI, M .; MACHADO, C. R. Sexual maturity in rabbits defined by the physical and chemical characteristics of the semen. **Laboratory Animals**, v. 12, n. 1, p. 37-39, 1978.

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. **Biochemistry Journal**, v. 40, n. 4, p. 481 – 491, 1946.

MANN, T.; PARSONS, U. Effect of testicular hormone on the formation of seminal fructose. *Nature*, v. 160, p. 294, 1947.

MARAI, I.F.M., AYYAT, M.S., ABD EL-MONEM, U.M. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand White female rabbits as affected by heat stress and its alleviation under Egyptian conditions. **Tropical Animal Health and Production**, v. 33, n. 6, p. 451- 462, 2001.

MARAI, I.F.M., HABEEB, A.A.M., GAD, A.E. Rabbit's productive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 2, p. 71- 90. 2002a.

MARAI. I. F. M.; HABEEB, A. A. M.; GAD, A. E. Reproductive traits of male rabbit as affected by climatic conditions, in the sub-tropical environment of Egypt. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 3, p. 451- 458, 2002b.

MARAI, I.F.M., RASHWAN, A.A. Rabbits behavioral response to climatic and managerial conditions – a review. **Archiv Tierzucht Dummerstorf**, v. 47, n. 5, p. 469-482, 2004.

MENDOZA. G.; WHITE, I.G.; CHOW, P. Studies of chemical components of Angora goat seminal plasma. **Theriogenology**, v. 32,n. 3, p. 455-466, 1989.

MINELLI, A., MORONI, M., CASTELLINI, C., LATTAIOLI, P., MEZZASOMA, I., RONQUIST, G. Rabbit spermatozoa: a model system for studying ATP homeostasis and motility. **Journal of Andrology**, v. 20, n. 2, 1999.

MONACI, M. In:Riproduzione e benessere in conigliocultura: recenti acquisizione scientifiche e trasferibilità in campo. Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche – Brescia, Italia. 2003.

MORERA, P., KUZMINSKY, G., FINZI, A. Estres termico cronico variaciones de algunos caracteres del semen y de la libido del conejo macho. In: XX Symposium de Cunicultura. Anais: XX Symposium de Cunicultura, p. 95 – 102, Santander, Espanha, 1995.

MOUSA-BALABEL, T. M. Using light and melatonin in the management of New Zealand White rabbits. **Open Veterinary Journal**, v. 1, p. 1-6, 2011.

MULLER, P. B. Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. 2ª edição. Porto Alegre: Sulina, p.158, 1982.

MUKHERJE, D. P., JOHARI, M. P., BHATTACHARYA, P. The gelatinous mass in rabbit semen. **Nature**, v. 168, p. 422 – 423, 1951.

NIZZA, A., DI MEO, C., TARANTO, S., STANCO, G. Effect of collection frequency on rabbit semen production. **World Rabbit Science**, v. 10, n. 2, p. 49 – 52, 2002.

NIZZA, A., DI MEO, C., TARANTO, S. Effect of Collection Rhythms and Season on Rabbit Semen Product. **Reproduction Domestic Animal**. v. 38, p. 436–439, 2003.

OKAB, A. B. Semen characteristics and plasma testosterone of New-Zealand male rabbits as affected by environmental temperatures. **Slovak Journal Animal Science**, v. 40, n. 4, p. 161 – 167, 2007.

PARSONS, U. Fructose in rabbit semen : a study of normal fluctuations, and changes evoked by testosterone and stilboestrol. **Journal of Endocrinology**, v. 6, p. 412 – 422, 1950.

ROCA T. Aspectos fundamentales de cunicultura. In: Primer Congreso de Cunicultura de las Américas, Montecilio. Primer congreso de cunicultura de las Américas. Montecillo, Edo de México: Colégio de postgraduados, 1998.

ROCA, J.; MARTÍNEZ, S.; ORENCO, J. et al. Influence of constant long days on ejaculate parameters of rabbits reared under natural environment conditions of Mediterranean area. **Livestock Production Science**, v. 94, n. 3, p. 169-177, 2005.

ROSSI, T.; MAZZILLI, F. SARANDREA, N.; RAPONE, S.; DONDERO, F. The application of the diferencial pH method to the biochemical evaluation of seminal plasma. *Clinical Biochemistry*, v. 30, n. 2, p. 143 – 148, 1997

SANTOS, D. O.; AZEVEDO, H. C.; SALLES, H. O. et al. Efeito da insulação escrotal sobre os constituintes do plasma seminal de bodes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 3, p. 283 – 286, 1998.

SALCEDO-BACAR, R., PICHARDO-REYES, M., ECHAGARAY-TORRES, J.L. Buck sêmen characteristics from a mexican populations of the Californian, White New Zealand and Chinchila breeds. In: 8th World Rabbit Congress. Anais: 8th World Rabbit Congress, p. 343 – 348. Puebla, México, 2004.

SOUZA, B.B.; SILVA, A.M.A.; RODRIGUES, M.E. et al. Comportamento fisiológico de coelhos as raças Nova Zelândia Branca e Borboleta no semi-árido paraibano. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Campinas. Anais da 27^a reunião da SBZ, Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 448, 1990.

SZENDRÓ, Z.S.; PAPP, Z.; KUSTUS, K. Effect of environmental temperature and restrict feeding on production of rabbit does. **Cahiers Options Méditerranéennes**, v. 41, p.11-17, 1999.

THEU-CLEMENT, M., SANCHEZ, A., DUZERT, R., SALEIL, G., BRUN, J. M. Etude de facteurs de variation de la production spermatique chez le lapin. In: 13^{ème} Journées de la Recherche Cunicole. Anais: 13^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, 2009.

TROEDSSON, M. H. T., DESVOUSGES, A., ALGHAMDI, A.S., DAHMS, B., DOW, C.A., HAYNA, J., VALESCO, R., COLLAHAN, P. T., MACPHERSON, M. L., POZOR, M., BUHI, W.C. Components in seminal plasma regulation sperm transport and elimination. **Animal Reproduction Science**, v. 89, p. 171 – 186, 2005.

VÁSQUEZ, B., DEL SOL, M. Estudio morfológico de la glândula bulbouretral de conejo (*Oryctolagus cuniculus*). **Revista Chilena de Anatomia**, v. 19, n. 2, 2001.

VÁSQUEZ, B., DEL SOL, M. Complejo prostático en el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). **Revista Chilena de Anatomia**, v. 20, n.2, p. 175-180, 2002.

VÁSQUEZ, B., DEL SOL, M. Estereología comparativa entre as glândulas del complejo prostático del conejo *Oryctolagus cuniculus*. **International Journal Morphology**, v. 27, n. 1, p. 205 – 210, 2009.

YOUSEF, M. I. Reproductive performance, blood testosterone, lipid peroxidation and seminal plasma biochemistry of rabbits as affected by feeding *Acacia saligna* under subtropical conditions. **Food and Chemical Toxicology**, v. 43, n. 2, p. 333–339, 2005.